

ПРАВИЛА

ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОСТРОЙКОЙ СУДОВ И ИЗГОТОВЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ СУДОВ

ЧАСТЬ IV

ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ИЗДЕЛИЙ

НД № 2-020101-175



Санкт-Петербург
2023

ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОСТРОЙКОЙ СУДОВ И ИЗГОТОВЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ СУДОВ

Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов утверждены в соответствии с действующим положением и вступают в силу 1 января 2023 года.

Настоящее издание составлено на основе последней версии Правил 2022 года.

Правила состоят из следующих частей:

часть I «Общие положения по техническому наблюдению»;

часть II «Техническая документация»;

часть III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов»;

часть IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий».

Правила издаются в электронном виде на русском и английском языках.

ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ

(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
Пункт 4.2.2	Уточнены типы судов, к которым применяется процедура типового одобрения проходов труб и кабелей, в которых используются теплочувствительные материалы, изложенная в приложении 1 к разделу 4	311-05-1927ц от 19.04.2023	19.04.2023
Пункт 10.1.2	Внесены требования к испытаниям оборудования и кабелей, рассчитанным на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
Пункт 10.4.4	Внесены требования к испытаниям оборудования и кабелей, рассчитанным на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
Пункт 10.4.6.2.1	Внесены требования к испытаниям оборудования и кабелей, рассчитанным на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
Пункт 10.4.6.2.2	Введен новый пункт 10.4.6.2.2 с требованиями к испытаниям на предприятии (изготовителе) изоляции обмоток трансформаторов на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
Пункт 10.4.6.2.3	Введен новый пункт 10.4.6.2.3. Нумерация пункта 10.4.6.2.2 и ссылки на него изменены на 10.4.6.2.3	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов*

Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
Пункт 10.4.6.6.1	Внесены требования к испытаниям оборудования и кабелей, рассчитанным на напряжение 15—220 кВ с учетом требований стандартов МЭК 60502- 2:2014 и МЭК 60840:2017	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
Пункт 10.4.6.10	Введен новый пункт 10.4.6.10 с требованиями к испытаниям высоковольтного оборудования, рассчитанным на напряжение свыше 15 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
Пункт 10.5.1.1	Внесены требования к испытаниям оборудования и кабелей, рассчитанным на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
Пункт 10.7.2.6	Введены пункты 10.7.2.6—10.7.2.6.18.2, содержащие требования к испытаниям трансформаторов силовых напряжением 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
Пункт 10.7.5.9	Введен новый пункт 10.7.5.9, содержащие требования к испытаниям комплектных распределительных устройств (КРУ) внутренней установки, высоковольтных отсеков трансформаторных подстанций (ТП) напряжением 15—35 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов*

5

Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
Пункт 10.7.17.3.5	Уточнены требования к испытаниям кабельных лестниц, лотков/защитных кожухов из пластмассы с учетом рекомендации МАКО №73 (Rev.2 Jan 2023)	315-22-1921ц от 11.04.2023	01.06.2023
Пункты 10.7.18—10.7.27	Введены новые пункты 10.7.18—10.7.27, содержащие требования к испытаниям комплектных распределительных устройств в металлической оболочке с элегазовой изоляцией (КРУЭ)	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
Пункты 10.7.19.2.1, 10.7.26.1.1 и 10.7.27.1.3	Редакционная правка от 03.03.2023: Заменены ссылки в связи с выявленными опечатками	—	01.03.2023
Таблица 10.8.4-1	Внесены требования к токоограничивающим и шунтирующим реакторам	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
Таблица 10.8.4-2	Внесены требования к оборудованию, применяемому в системах, рассчитанных на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
Таблица 14.1.5	Уточнен объем освидетельствования сигнальных средств	314-04-1909ц от 15.03.2023	15.04.2023
Пункт 14.4.3	Уточнено требование к проверке характеристик фонарей	314-04-1909ц от 15.03.2023	15.04.2023
Пункт 14.4.6	Уточнен объем освидетельствования и испытаний фонарей	314-04-1909ц от 15.03.2023	15.04.2023
Пункт 14.5.6	Уточнен объем освидетельствования и стендовых испытаний звуковых сигнальных средств	314-04-1909ц от 15.03.2023	15.04.2023

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов*

6

Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
Приложение 7 к разделу 14	Уточнен объем освидетельствования и испытаний фонарей	314-04-1909ц от 15.03.2023	15.04.2023
Приложение 8 к разделу 14	Уточнен объем освидетельствования и стендовых испытаний звуковых сигнальных средств	314-04-1909ц от 15.03.2023	15.04.2023

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

1.1.1 Положения настоящей части применяются при осуществлении технического наблюдения за изготовителем изделий, подлежащих техническому наблюдению РС согласно Номенклатуре РС, приведенной в приложении 1 к части I «Общие положения по техническому наблюдению».

1.1.2 Положения настоящей части могут применяться с учетом особенностей и отличий в процессах изготовления изделий, присущих стране, в которой РС осуществляет техническое наблюдение.

1.2 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

1.2.1 Термины, определения и сокращения приводятся в части I «Общие положения по техническому наблюдению».

1.3 ОБЪЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

1.3.1 Объем технического наблюдения устанавливается приведенными ниже положениями настоящего раздела. Объем технического наблюдения для конкретных видов изделий приводится в [разд. 3 – 17](#).

1.3.2 Как правило, в процессе разработки и постановки изделий на производство техническое наблюдение Регистра осуществляется:

- .1** при разработке технической и нормативно-технической документации;
- .2** при изготовлении и испытаниях головных (опытных) образцов продукции.

1.3.3 При осуществлении технического наблюдения Регистр учитывает требования действующих стандартов, устанавливающих порядок разработки технической документации и проведения испытаний изделий на этапах их изготовления.

Регистр не входит в состав приемочных комиссий, он выполняет в процессе испытаний свои функции согласно одобренной программе испытаний и технической документации, контролируя выполнение требований РС. По результатам технического наблюдения оформляются соответствующие документы Регистра.

1.3.4 При разработке изделия и постановке его на производство могут не предусматриваться (в зависимости от сложности или новизны изделия) те или иные стадии разработки конструкторской документации или этапы работ, что, как правило, оговаривается в технической документации на изделие.

1.3.5 При решении вопроса о возможности использования на судах изделий, изготовленных без технического наблюдения РС, необходимо выполнить разовое одобрение в соответствии с 5.2 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

Если изделие изготовлено без технического наблюдения РС, но на него имеются документы другого классификационного общества, выданные без поручения РС, то необходимо руководствоваться требованиями 2.16 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

1.4 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

1.4.1 Общие указания.

1.4.1.1 Общие положения по техническому наблюдению Регистра за разработкой технической документации, в том числе положения по оформлению результатов ее рассмотрения, о сроках действия одобрения и о внесении изменений в одобренную техническую документацию изложены в части II «Техническая документация».

1.4.1.2 В настоящей главе излагается порядок представления Регистру технической документации на изделия, а также порядок рассмотрения Регистром отдельных видов документов на различных этапах разработки конструкторской документации.

1.4.1.3 Техническая документация на изделия представляется на рассмотрение и одобрение в Регистр согласно 5.1 части II «Техническая документация» в объеме, определенном в соответствующих частях правил Регистра (перечень правил Регистра – см. 1.3 Общих положений о классификационной и иной деятельности).

1.4.1.4 Наименования изделия «головной образец (головная партия)», «опытный образец (опытная партия)» вводятся разработчиком по согласованию с заказчиком и Регистром.

1.4.1.5 В случае производства лицензионных двигателей по документации лицензиара, одобренной Регистром, лицензиат должен представлять на рассмотрение Регистру перечень чертежей согласно 1.2 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов с указанием присвоенных номеров чертежей и соответствующих им номеров чертежей лицензиара.

Если лицензиар вводит незначительные изменения в конструкцию, соответствующие документы об этом должны быть представлены Регистру на одобрение. В случае введения значительных изменений в конструкцию дополнительно Регистру должно быть представлено подтверждение лицензиара. В любом случае лицензиат должен представить Регистру полный комплект одобренных документов.

1.4.2 Техническое задание, техническое предложение, эскизный проект.

1.4.2.1 Указанные документы рассматриваются Регистром по его усмотрению только в случае применения принципиально новых конструктивных решений, однако эти документы одобрению или согласованию не подлежат. По результатам их рассмотрения составляется письменное заключение (отзыв) Регистра с рекомендациями или требованиями (при необходимости) для учета проектантом при дальнейшей разработке изделия (см. 3.6 части II «Техническая документация»).

1.4.3 Технический проект.

1.4.3.1 По результатам рассмотрения технического проекта (ТП) составляется письмо-заключение, в котором должны указываться:

.1 технические требования (при наличии таковых), которые должны быть выполнены и учтены проектантом на последующих стадиях разработки рабочей документации и этапах работ по созданию изделия;

.2 подразделение РС, которому поручается рассмотрение и одобрение рабочей документации, а также контроль за выполнением замечаний и требований по ТП;

.3 подразделение РС, которому поручается наблюдение за изготовлением головного (опытного) образца, головной (опытной) партии изделия;

.4 участие представителя ГУР (при необходимости) в приемочных испытаниях головного (опытного) образца изделия;

.5 допущенные Регистром отступления от требований правил (при наличии отступлений) согласно [1.4.3.2](#).

Копии письма-заключения следует направлять в подразделения РС, указанные в [1.4.3.1.2](#) и [1.4.3.1.3](#).

1.4.3.2 Отступления от требований правил рассматриваются ГУР при официальном обращении разработчика с обоснованием допущенных отступлений и предложений по выполнению необходимых конструктивных мероприятий или альтернативных решений.

1.4.3.3 При положительном заключении по техническому проекту, в том числе при наличии замечаний и требований, выполнение которых может быть допущено Регистром на последующих стадиях разработки изделия ([см. 1.4.3.1.1](#)), документация ТП одобряется с постановкой на документах соответствующих штампов Регистра согласно разд. 8 части II «Техническая документация».

1.4.3.4 При отрицательном заключении, т. е. невозможности одобрения ТП ввиду невыполнения требований Регистра по принципиальным вопросам, документация ТП возвращается проектанту для доработки (для учета требований Регистра, указанных в письме-заключении, выполнение которых не может быть перенесено на другие стадии разработки изделия).

1.4.4 Рабочая документация.

1.4.4.1 Рабочая документация (РД) на изделие представляется Регистру на рассмотрение и одобрение на стадии разработки опытного или головного образца, если разработка опытного образца не предусматривается.

В дальнейшем Регистру представляются на одобрение только те рабочие чертежи, которые были откорректированы по результатам изготовления и испытания головного (опытного) образца или изделий установочной серии, а также в случае изменения конструкции серийных изделий.

1.4.4.2 Рабочая документация представляется в подразделение РС, которому ГУР поручило ее одобрение ([см. 1.4.3.1.2](#)).

Если техническое наблюдение за изготовлением головного (опытного) образца изделия осуществляет другое подразделение РС, то один комплект одобренной рабочей документации должен быть направлен в это подразделение РС ([см. 1.4.3.1.3](#)).

1.4.4.3 Рабочая документация должна одобряться без замечаний, т.е. все требования правил Регистра и требования, изложенные в письме-заключении по ТП ([см. 1.4.3.1.1](#)), должны быть учтены в РД.

1.4.5 Технические условия.

1.4.5.1 Технические условия должны представляться на рассмотрение, как правило, в составе технического проекта изделия. При отсутствии конструкторской документации (если такая документация не разрабатывается) технические условия должны содержать полный комплекс требований, предъявляемых Регистром к данному изделию.

1.4.5.2 В общем, содержание технических условий определяется принятой системой стандартизации, но в любом случае для подлежащих техническому наблюдению Регистра изделий они должны содержать указания:

- .1** о соответствии изделия требованиям РС;
- .2** о необходимости одобрения Регистром технической документации на изделие, включая программы испытаний;
- .3** о необходимости технического наблюдения Регистра за изготовлением и испытаниями изделий.

1.4.5.3 Технические условия должны одобряться без замечаний, т.е. все возникшие в результате рассмотрения технических условий замечания должны быть учтены в тексте технических условий до их одобрения. При наличии замечаний составляется письмо-заключение без постановки на технические условия штампа об одобрении.

1.4.5.4 Технические условия, откорректированные по результатам испытаний головного (опытного) образца, должны вновь представляться на одобрение Регистру, либо должно быть выпущено извещение об изменении технических условий, одобренное Регистром.

1.4.5.5 Отсутствие технических условий при наличии необходимой информации не является препятствием для рассмотрения и одобрения документации на установленное число изделий.

В этом случае применяется разовое одобрение документации (см. 8.7 части II «Техническая документация»).

1.4.6 Программа испытаний.

1.4.6.1 Программа испытаний головного (опытного) образца изделия рассматривается и одобряется ГУР или подразделением РС (см. 5.1 части II «Техническая документация»).

1.4.6.2 Программа эксплуатационных испытаний изделия на судне рассматривается и одобряется, как правило, ГУР.

В отдельных случаях рассмотрение и одобрение программы эксплуатационных испытаний изделия ГУР может поручить подразделению РС

1.4.6.3 Программы испытаний установочных партий и серийных изделий рассматривает и одобряет подразделение Р€, осуществляющее техническое наблюдение за изготовлением изделия.

1.4.6.4 Программы испытаний в общем случае должны предусматривать:

- .1** проверку соответствия изделия одобренным Регистром чертежам, техническим условиям, стандартам;
- .2** определение показателей качества изделия, регламентируемых Регистром;
- .3** функциональные испытания;
- .4** продолжительность и режимы испытаний, а также необходимые замеры во время испытаний;
- .5** средства контроля и величину предельных отклонений;
- .6** осмотры и ревизии;
- .7** контрольные испытания после ревизии (при необходимости);
- .8** методические указания по проведению испытаний (допускается представление методики испытаний как отдельного документа с указанием об этом в программе испытаний).

1.4.6.5 При положительных результатах рассмотрения на титульном листе программы испытаний ставится соответствующий штамп Регистра об одобрении.

1.4.6.6 Программы испытаний, рассматриваемые ГУР, допускается одобрять с замечаниями или требованиями, изложенными в письмезаключении, в котором также указывается подразделение РС, которому поручается контроль их выполнения.

1.5 ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ ИЗДЕЛИЯ

1.5.1 В настоящей главе приведены положения по техническому наблюдению за изготовлением и испытаниями опытных образцов (партий) или изделий единичного (индивидуального) производства.

1.5.2 Установка опытных образцов на суда при согласии судовладельца должна быть согласована с Регистром.

1.5.3 Испытания опытных образцов и единичных изделий проводятся под техническим наблюдением Регистра по одобренной программе.

1.5.4 Техническое наблюдение за изготовлением и испытанием опытных образцов осуществляется подразделением РС. Участие представителя ГУР оговаривается при рассмотрении программы испытаний.

1.5.5 До начала испытаний опытного образца изделия предприятие (изготовитель) представляет Регистру:

.1 необходимую техническую документацию, одобренную Регистром, включая программу испытаний;

.2 документы Регистра, подтверждающие изготовление комплектующих изделий под техническим наблюдением Регистра;

.3 объект испытаний;

.4 средства испытаний, измерения, контроля;

.5 результаты предварительных испытаний образца (на предприятии (изготовителе)); при необходимости – методику предварительных испытаний (на предприятии (изготовителе));

.6 документ контрольного органа предприятия (изготовителя) о готовности к испытаниям.

1.5.6 По результатам ознакомления с документацией и оборудованием, указанным в [1.5.5](#), Регистр решает вопрос о возможности технического наблюдения за испытанием образца изделия.

1.5.7 Если проверку опытного образца согласно одобренной программе выполнить практически невозможно, по согласованию с ГУР может быть допущен перенос отдельных пунктов программы стендовых испытаний образца в расширенную программу швартовых и ходовых испытаний судна. При этом изготовитель изделия должен предварительно согласовать с верфью судна и его заказчиком вопрос о переносе испытаний на судно.

1.5.8 Если изделие не выдержало какого-либо вида испытания и в его конструкцию в связи с этим внесены изменения, испытания должны быть повторены. Регистру должно быть представлено заключение предприятия (изготовителя) о причинах неудовлетворительных испытаний.

В обоснованных случаях допускается повторение только тех видов испытаний, на результаты которых влияют внесенные изменения.

1.5.9 Если испытания опытного образца не подтвердили в достаточной степени соответствие изделия одобренной Регистром технической документации, изделие не допускается для установки на судно.

1.5.10 По окончании испытаний оформляется акт освидетельствования опытного образца по установленной форме. В заключении акта указывается следующее:

.1 соответствие (или несоответствие) данного образца изделия требованиям РС;

.2 допущение (или недопущение) данного образца изделия для установки на судно по назначению, если образец предназначен для установки на судно;

.3 требования (при необходимости) о соответствующей корректировке технической документации;

.4 необходимость проведения эксплуатационных испытаний образца, если такие испытания предусматриваются согласно [1.8](#).

1.5.11 На опытные образцы изделия, допускаемые к установке на судно, выдаются свидетельства Регистра. При этом:

.1 если образец должен пройти эксплуатационные испытания (см. [1.5.10.4](#)), то в этом случае акт является обязательным приложением к свидетельству, о чем в последнем должно иметься соответствующее указание;

.2 если испытания проводятся в два этапа (стендсудно – см. [1.5.7](#)), то по завершении первого этапа испытаний оформляется акт освидетельствования опытного образца, в заключении которого указывается о допущении образца ко второму этапу испытаний на судне. В этом случае акт является обязательным приложением к свидетельству, о чем в последнем должно иметься соответствующее указание.

Акт об испытании опытного образца на судне оформляется с учетом акта по результатам первого этапа испытаний. При положительных результатах испытаний второго этапа делается отметка в свидетельстве о выполнении требований по этому этапу испытаний.

1.5.12 При положительных результатах испытаний на стенде предприятия (изготовителя) опытных образцов (партий) изделий, не являющихся самостоятельными функциональными единицами, оформляется акт освидетельствования опытного образца (партии), в заключении которого указывается о допущении образца (партии) к дальнейшим испытаниям в составе оборудования, для которого предназначается данное изделие.

Окончательное заключение составляется в этом случае по завершении испытаний основного изделия, укомплектованного образцом.

1.6 ГОЛОВНОЙ ОБРАЗЕЦ ИЗДЕЛИЯ

1.6.1 В настоящей главе приведены положения по техническому наблюдению за изготовлением головного образца изделия.

1.6.2 Необходимость технического наблюдения за головным образцом устанавливается при рассмотрении и одобрении документации.

1.6.3 Если в графе 3 Номенклатуры РС указана обязательность оформления СТО, то техническое наблюдение за головным образцом такого изделия осуществляет ГУР или подразделение РС..

1.6.4 До начала испытаний головного образца предприятие (изготовитель) представляет Регистру:

- .1** документацию, предусмотренную в [1.5.5](#);
- .2** результаты испытаний опытного образца изделия, если они проводились;
- .3** информацию о результатах эксплуатации изделия, если оно изготавливалось ранее.

1.6.5 По результатам технического наблюдения за головным образцом при обязательности СТО оформляется СТО с учетом [1.6.3](#), при разовом одобрении - Свидетельство о соответствии.

1.6.6 При неудовлетворительных результатах испытаний головного образца изделия, на которое обязательно требуется оформление СТО, составляется акт, в котором указывается, что изделие не выдержало испытаний и не допускается к установке на судно. В акте выставляются требования, после выполнения которых изделие может быть допущено к повторным испытаниям.

1.7 СЕРИЙНЫЕ ИЗДЕЛИЯ УСТАНОВИВШЕГОСЯ ПРОИЗВОДСТВА

1.7.1 В настоящей главе приведены положения по техническому наблюдению за изготовлением и испытаниями серийных изделий установившегося производства.

1.7.2 Техническое наблюдение Регистра за изготовлением и испытаниями серийных изделий установившегося производства осуществляется согласно требованиям соответствующих разделов настоящей части Правил и Номенклатуры РС.

1.7.3 Серийные изделия подвергаются испытаниям в соответствии с согласованной Регистром нормативно-технической документацией или одобренной им программой испытаний.

1.7.4 В процессе серийного производства изделия в соответствии с требованиями согласованной нормативно-технической документации могут подвергаться периодическим испытаниям.

1.7.5 По результатам периодических испытаний, проведенных под техническим наблюдением Регистра, составляется Акт, в котором подтверждается соответствие изделия требованиям РС, стабильность регламентируемых Регистром свойств и характеристик.

Если периодические испытания изделия по решению Регистра проводились не под его техническим наблюдением, то результаты испытаний должны представляться предприятием (изготовителем) в Регистр для рассмотрения.

1.7.6 Если в серийное изделие вносятся изменения, влияющие на регламентируемые Регистром свойства и характеристики, то первое после внесения изменений изделие подвергается испытаниям по программе, одобренной Регистром. Эти испытания могут совмещаться с проводимыми на предприятии (изготовителе) типовыми испытаниями изделия.

Объем испытаний определяется Регистром в каждом случае в зависимости от характера, объема вносимых изменений и состояния производства.

1.7.7 По результатам испытаний, проведенных после внесения изменений (см. 1.7.6), составляется акт, в котором подтверждается соответствие изделия с внесенными изменениями требованиям Регистра и возможность его дальнейшего изготовления под техническим наблюдением Регистра.

1.7.8 По результатам технического наблюдения за серийными изделиями оформляются документы РС согласно Номенклатуре РС и положениям части I «Общие положения по техническому наблюдению».

1.8 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

1.8.1 Эксплуатационные испытания (ЭИ) изделия на судне проводятся с целью подтверждения соответствия изделия требованиям РС в условиях эксплуатации.

Испытания изделия на судне по программе швартовных и ходовых испытаний не считаются эксплуатационными.

1.8.2 Эксплуатационным испытаниям подвергаются изделия:

.1 назначенные разработчиком или судовладельцем для проверки в процессе опытной эксплуатации на судах;

.2 по требованию Регистра;

.3 согласно требованиям правил Регистра.

1.8.3 Эксплуатационные испытания изделия назначаются в тех случаях, когда отсутствует возможность проведения всесторонних стендовых испытаний образца изделия принципиально новой конструкции и при этом нет достаточно проверенного опыта эксплуатации аналогичных изделий на судах. При этом не проведенные на стенде испытания не могут быть заменены расчетами.

1.8.4 Необходимые условия проведения ЭИ на судне должны быть указаны в программе ЭИ, которая разрабатывается проектантом (изготовителем) изделия, согласовывается с верфью и судовладельцем и одобряется ГУР или по его поручению подразделением РС.

Программа должна включать в себя следующее:

наименование изделия и его назначение на судне;

название судна, на котором проводятся испытания;

число изделий на судне;

цель испытаний;

режимы и продолжительность испытаний;

виды замеров, освидетельствований и их периодичность;

указания о предъявлении изделия Регистру для освидетельствования.

1.8.5 Необходимость проведения ЭИ изделия в соответствии с одобренной программой должна быть отражена в соответствующем акте при оформлении судовых документов Регистра по завершении швартовных и ходовых испытаний.

1.8.6 По окончании ЭИ проектант (изготовитель) представляет в Регистр по месту освидетельствования изделия на судне отчетные материалы по этим испытаниям, в которых должно быть подтверждено выполнение одобренной программы испытаний и отражено следующее:

результаты испытаний;

число, характер и причины отказов;

мнение проектанта и заказчика об изделии по результатам ЭИ.

В общую продолжительность ЭИ не должно включаться время, на которое судно было выведено из эксплуатации.

1.8.7 По окончании ЭИ оформляется акт освидетельствования изделия, в котором отражаются результаты ЭИ, а также дается заключение о возможности дальнейшего применения данного изделия на судах по назначению.

1.8.8 При неудовлетворительных результатах промежуточных освидетельствований изделия на любой стадии проведения ЭИ Регистр прекращает наблюдение за испытаниями и в каждом конкретном случае принимает окончательное решение по данному образцу изделия после рассмотрения материалов ЭИ, представленных в соответствии с [1.8.6](#), а также об условиях дальнейшей эксплуатации судна.

2 КОРПУС

2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за созданием и производством деталей, узлов, секций и других элементов корпуса, если они изготавливаются в виде отдельных изделий для поставки тому предприятию, где строится корпус судна, в том числе и корпусных конструкций, являющихся самостоятельными сборочными единицами или входящими в них при модульной (модульно-агрегатной) постройке судов.

2.1.2 При осуществлении технического наблюдения за изготовлением изделий для корпуса следует руководствоваться ниже применимыми положениями разд. 2 Руководства по техническому наблюдению за постройкой судов.

2.1.3 При заключении договора о техническом наблюдении Регистра за изготовлением изделий для корпуса в подразделение Регистра должен быть представлен договор между верфью и поставщиком изделий, а также иная документация об условиях заказа. Если условия заказа не обеспечивают должной преемственности при обеспечении качества постройки корпуса или выполнении Регистром функций наблюдения, за подразделением Регистра сохраняется право в договоре о техническом наблюдении предъявить дополнительные требования к условиям заказа.

2.1.4 Изделия для корпусов судов на предприятии (изготовителе) рассматриваются как завершенная продукция. Они должны быть полностью проверены органом технического контроля предприятия (изготовителя) с оформлением документов.

2.1.5 Инспектор осуществляет освидетельствование изделий согласно перечню объектов технического наблюдения¹, составленному применительно к условиям предприятия (изготовителя) (см. 12.2 части I «Общие положения по техническому наблюдению»).

2.1.6 Изменения и отступления от одобренной технической документации на изделия, помимо согласования с Регистром, должны быть согласованы с верфью, и документ об этом представляется инспектору.

2.1.7 На готовое изделие орган технического контроля предприятия (изготовителя) должен выдать документ установленной формы.

Изделие должно иметь свидетельство Регистра или документ предприятия (изготовителя), подтвержденный инспектором, в котором приводятся основные сведения об изделии: наименование, назначение, характеристики, в том числе размеры и другие сведения о материалах, чертежах и иной технической документации. Кроме того, прилагаются необходимые технические материалы – растяжка, схема припусков, результаты контроля сварных швов и необходимых испытаний, а также документы о допущенных отступлениях и заменах, согласованные с Регистром, и т.п. Для отливок и поковок прилагаются также результаты анализа химического состава, испытаний механических свойств материала и данные о термической обработке. Форма документа на изделие и перечень приложений к нему должны быть согласованы с Регистром по каждому виду изделий.

¹ В дальнейшем — перечень объектов.

3 УСТРОЙСТВА, ОБОРУДОВАНИЕ И СНАБЖЕНИЕ

3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за созданием и производством устройств, оборудования и снабжения, перечисленных в Номенклатуре РС.

3.1.2 Раздел содержит требования технического наблюдения за изготовлением головных изделий и серийных изделий устройств, оборудования и снабжения при установившемся производстве.

3.1.3 Материалы, применяемые для изготовления изделий, должны соответствовать требованиям частей III «Устройства, оборудование и снабжение» и XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов.

3.1.4 Общие положения по организации технического наблюдения за изготовлением объектов, указанных в [3.1.1](#), приведены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация».

3.2 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ РЕГИСТРА

3.2.1 Техническое наблюдение за изготовлением изделий устройств, оборудования и снабжения проводится на предприятии (изготовителе) при наличии договора, заключенного между Регистром и предприятием, или заявок согласно разд. 4 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

3.2.2 Выдаваемые Регистром документы указаны в Номенклатуре РС.

3.2.3 Техническое наблюдение осуществляется путем освидетельствования по перечню объектов, являющемуся основным рабочим документом наблюдения.

3.2.4 Перечень объектов разрабатывается предприятием (изготовителем) на основании Номенклатуры РС и [табл. 3.2.4](#) по каждому головному (единичному) изделию устройств, оборудования и снабжения, а также по серийным изделиям и согласовывается с подразделением Регистра.

Подразделение может изменить перечень объектов для расширения объема контроля или для его сокращения, руководствуясь при этом условиями производства и качеством изделий, а также результатами технического наблюдения при постройке судна и технического наблюдения за судами в эксплуатации.

3.2.5 Освидетельствования по перечню объектов проводятся инспектором после предъявления органом технического контроля предприятия (изготовителя) готового объекта технического наблюдения с оформленными на него документами или завершеного объема работ, окончательно проверенных предприятием (изготовителем) и подготовленных к предъявлению Регистру.

Основной целью освидетельствований по перечню является окончательная проверка объекта технического наблюдения в состоянии полной готовности и допуск его к последующей установке в устройстве и использованию для оборудования и снабжения.

Объем технического наблюдения и предписываемые виды проверок, контроля и осмотров, выполняемые инспектором при освидетельствовании объектов технического наблюдения по перечню, приведены в [табл. 3.2.4](#).

В зависимости от условий технического наблюдения Регистра освидетельствования согласно [табл. 3.2.4](#) осуществляются инспектором или персоналом органа технического контроля предприятия (изготовителя).

Кроме того, указанные в таблице проверки, контроль и осмотры изделий выполняются инспектором при освидетельствованиях предприятий (изготовителей).

Таблица 3.2.4

№ п/п	Объект технического наблюдения	Проверка технической документации	Контроль материала		Наружный осмотр	Контроль замеров	Контроль дефектоскопии	Испытания				Контроль в действии
			Свидетельства Регистра и/или другие документы	Маркировка, клеймение				гидравлические	бросанием	на разрыв	пробной нагрузкой	
1	Рулевые устройства:											
1.1	баллеры, включая их фланцы	+	+	+	+	+	+ ¹					
1.2	рудерпосты съемные, включая их фланцы	+	+	+	+	+						
1.3	перо руля и поворотная насадка в сборе	+	+	+	+	+	+	+				
1.4	штыри рулей и поворотных насадок	+	+	+	+	+						
1.5	румпели, секторы баллера руля	+	+	+	+	+	+ ²					
1.6	привод аварийный рулевой	+	+	+	+	+						+
1.7	средства активного управления судами	+	+	+	+	+						+
2	Устройства якорные:											
2.1	Якоря	+	+	+	+	+	+		+ ³		+	+
2.2	цепи якорные и детали их соединения	+	+	+	+	+				+	+	+
2.3	стопоры якорные	+	+	+	+	+						+
2.4	устройство для крепления и отдачи коренного конца якорной цепи или троса	+	+	+	+	+						+
2.5	клюзы якорные ⁴											
3	Устройства буксирные и устройства для аварийной буксировки:											
	буксирные гаки и дуги с деталями их крепления к корпусу, устройства для отдачи буксирного троса, цепные устройства, буксирные тросы, устройства крепления буксира	+	+	+	+	+					+	+

22

№ п/п	Объект технического наблюдения	Проверка технической документации	Контроль материала		Наружный осмотр	Контроль замеров	Контроль дефектоскопии	Испытания				Контроль в действии
			Свидетельства Регистра и/или другие документы	Маркировка, клеймение				гидравлические	бросанием	на разрыв	пробной нагрузкой	
4	Устройства и закрытия отверстий в корпусе, надстройках и рубках первого и второго ярусов:											
4.1	иллюминаторы (рубочные окна), бортовые и палубные круглые и прямоугольные	+	+	+	+	+		+				+
4.2	двери в наружной обшивке корпуса	+	+	+	+	+	+	+ ⁴				+
4.3	двери наружные в надстройках и рубках	+	+	+	+	+		+				
4.4	крышки сходных, световых и вентиляционных люков	+	+	+	+	+	+	+				+
4.5	двери в переборках деления судна на отсеки	+	+	+	+	+	+	+				+
4.6	крышки грузовых люков сухогрузных трюмов, приспособленных для поочередной перевозки грузов наливом и сухих грузов, твиндеков, а также крышки грузовых наливных отсеков	+	+	+	+	+						+
5	Устройства, обеспечивающие крепление палуб, платформ, рамп и других аналогичных конструкций в нерабочем положении	+	+	+	+	+						+
6	Тросы стальные, растительные и синтетические судовые всех назначений	+	+	+	+	+				+	+	
7	Цепи без распорок, применяемые в судовых устройствах, кроме якорных	+	+	+	+	+				+	+	

¹ Для приварных фланцев.
² При массе румпеля более 100 кг.
³ Не применимо для сварных и кованых якорей.
⁴ Техническое наблюдение осуществляется согласно [разд. 2](#) настоящей части и разд. 2 Руководства по техническому наблюдению за постройкой судов.

Для контроля выполнения предприятием (изготовителем) условий технического наблюдения Регистра или для проверки условий Соглашения об освидетельствовании или договора о техническом наблюдении следует руководствоваться положениями разд. 4 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

3.2.6 Периодические проверки осуществляются инспектором независимо от перечня объектов и не связаны с официальным предъявлением органом технического контроля предприятия (изготовителя). При их проведении следует уделять особое внимание выявлению недостатков и дефектов, которые не могут быть обнаружены при освидетельствованиях по перечню после завершения соответствующих работ.

Указания по осуществлению периодических проверок даны в соответствующих главах раздела. Однако они могут быть расширены, исходя из конкретных условий.

При освидетельствовании необходимо осуществлять:

.1 проверку технической документации, т. е. наличие: одобренной (согласованной) технической документации, относящейся к подлежащему освидетельствованию объекту технического наблюдения (рабочих чертежей, технологических процессов, стандартов и других нормативно-технических документов);

разрешения или иных документов, допускающих отступления от чертежей или иной технической документации, согласованных с Регистром;

документов ОТК на предъявляемые изделия, включающих необходимые сведения о проведенном операционном контроле в соответствии с требованиями технической документации;

.2 контроль материала — проверку наличия свидетельств Регистра и клеймения в случаях, предусмотренных Номенклатурой РС, и/или других документов на материал и маркировки; установление соответствия марок материалов указанным в технической документации;

.3 наружный осмотр — проверку соответствия изделий технической документации, отсутствия наружных дефектов, характер и допускаемая величина которых превышают оговоренные в соответствующих главах настоящего раздела; в необходимых случаях проводится осмотр с разборкой в объеме, согласованном с инспектором; для сварных конструкций проверяются сварные швы;

.4 контроль замеров — проверку основных размеров с помощью приборов и инструментов, обеспечивающих необходимую точность измерения (к основным размерам относятся размеры изделий, регламентируемые правилами Регистра и требованиями, указанными в технической документации); для сварных конструкций проверяются размеры сварных швов;

.5 контроль дефектоскопии — проверку результатов дефектоскопии сварных швов рентгено- и гаммаграфированием, ультразвуком и другими одобренными методами;

.6 испытания — гидравлические, бросанием, разрывной и пробной нагрузками;

.7 контроль в действии — проверку работоспособности изделий, а также подвижности деталей изделий в соответствии с требованиями технической документации и указаниями соответствующих глав настоящего раздела.

3.2.7 Кроме освидетельствований (согласно перечню) инспектор осуществляет проверки, не связанные с официальным предъявлением органом технического контроля предприятия (изготовителя) готового объекта технического наблюдения.

Периодические проверки выполняются в процессе производства на промежуточных стадиях изготовления изделий.

При этом следует уделять особое внимание выявлению недостатков и дефектов, которые не могут быть обнаружены при освидетельствовании (согласно перечню) готовой продукции.

Указания по осуществлению периодических проверок даны в соответствующих главах раздела. Подразделение может их расширить или уточнить с учетом конкретных условий производства.

Дополнительно к требованиям [3.2.4](#) результаты периодических проверок используются при решении вопросов о заключении Соглашения об освидетельствовании и о сохранении условий его действия.

3.2.8 При проведении периодических проверок инспектор определяет характер и число выборок, проб и контрольных проверок, исходя из конкретных условий производства, качества выполнения работ, особенностей и ответственности объекта технического наблюдения и его элементов при условии выполнения требований настоящих Правил и других применяемых документов Регистра.

3.2.9 До начала серийного изготовления изделий устройств, оборудования и снабжения под техническим наблюдением инспектора должны быть изготовлены и испытаны головной образец и установочная серия изделий в количестве, согласованном предприятием (изготовителем) с подразделением Регистра.

При изготовлении головного образца (установочной серии) проводятся подробные периодические проверки. Отдельные проверки, осмотры и контроль, проводимые периодически при серийном изготовлении изделий, для головной серии (образца) должны быть включены в перечень и должны предъявляться инспектору при освидетельствовании согласно перечню.

Инспектор должен убедиться, что предприятие (изготовитель) освоило принятую технологию изготовления изделий, и при положительных результатах предусмотренных освидетельствований решить вопрос о возможности поставки изделий установившегося производства на суда, подлежащие техническому наблюдению Регистра.

3.3 ДОКУМЕНТАЦИЯ

3.3.1 До начала изготовления изделий устройств, оборудования и снабжения предприятие (изготовитель) передает подразделению РС одобренную (согласованную) Регистром техническую документацию объекта наблюдения, требуемую 3.2.4 части I «Классификация» и 1.3.4 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации и постройки морских судов.

3.3.2 Одобрение технологических процессов на изготовление изделий в целом, а также сварку, термообработку и сборку ответственных деталей и узлов осуществляется подразделением Регистра.

3.4 РУЛЕВЫЕ УСТРОЙСТВА

3.4.1 Техническому наблюдению Регистра подлежит изготовление изделий и относящихся к ним деталей, указанных в [табл. 3.2.4](#).

3.4.2 При освидетельствовании согласно перечню дополнительно к требованиям [табл. 3.2.4](#) необходимо обратить внимание на следующее.

3.4.2.1 При изготовлении пера руля или поворотной насадки проверяются:

- .1** крепления к перу руля фланца для соединения с баллером и петель штырей;
- .2** крепления к поворотной насадке фланца, вварной втулки и других вварных деталей для соединения насадки с баллером и штырем, а также крепление стабилизатора к насадке;
- .3** отсутствие резких переходов сечений конструкции;
- .4** непроницаемость конструкции согласно приложению 1 к части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов;
- .5** защита изделий от коррозии в соответствии с инструкциями или их заполнение наполнителем, если Регистром предъявляются специальные требования.

3.4.2.2 При изготовлении баллеров, съемных рудерпостов и штырей проверяются:

- .1** качество выполнения шпоночных пазов, пригонки шпонок, резьбы хвостовиков, гаек, конусных частей и стопорных устройств;
- .2** крепление к баллеру фланца, служащего для соединения с фланцем пера руля;
- .3** материал облицовок баллеров, съемных рудерпостов и штырей, отсутствие дефектов облицовок и качество их прилегания к посадочным поверхностям после остывания; при наплавке рабочих шеек – качество наплавки;
- .4** уплотнение торцов облицовок.

3.4.2.3 При сборке в цехе фланцевых и конусных соединений перьев рулей или поворотных насадок с баллерами и штырями, а также соединений рудерпостов с ахтерштевнями проверяются:

- .1** качество пригонки конусов баллера и штырей по посадочным местам в перьях рулей или в поворотных насадках на отпечаток по краске, при этом должно быть не менее двух пятен на любой площади 25×25 мм;
- .2** качество пригонки шпонок по шпоночным пазам в сопрягаемых деталях;
- .3** качество пригонки фланцев в соединениях баллеров с перьями рулей или поворотными насадками, а также съемных рудерпостов;
- .4** качество обработки отверстий под призонные болты;
- .5** соосность баллеров и штырей, отверстий подшипников в перьях рулей для съемных рудерпостов после их окончательной сборки с перьями или поворотными насадками;
- .6** прилегание головок болтов и гаек к поверхности фланцев во фланцевых соединениях баллеров с перьями рулей или поворотными насадками и в соединениях съемных рудерпостов, стопорение болтов и гаек, прилегание гаек штырей и баллеров к поверхности деталей перьев рулей или поворотных насадок в конусных соединениях.

3.4.3 Техническое наблюдение Регистра за изготовлением втулок штырей, подшипников баллеров, деталей соединений баллеров, баллеров с пером руля и поворотной насадкой, съемного рудерпоста с ахтерштевнем, румпеля или сектора с баллером, ограничителей перекладки пера руля и поворотной насадки с их деталями, деталей валиковых прокладок рулевых приводов и штуртросовых цепей ограничивается рассмотрением соответствующей технической документации, включая сертификаты качества (паспорта) предприятия (изготовителя) на вышеперечисленные изделия и сертификаты на материалы этих изделий.

3.4.4 Периодическая проверка сварных металлических конструкций пера руля или поворотной насадки осуществляется согласно [разд. 2](#) настоящей части и разд. 2 части V «Техническое наблюдение за постройкой судов».

3.4.5 Средства активного управления судами рассматриваются Регистром только с точки зрения влияния их конструкции, установки и т. п. на общую безопасность судна. В случае, указанном в 2.1.3.2 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации и постройки морских судов, механизмы и гребные винты средств активного управления судном проверяются согласно [3.2.4](#), а также исходя из дополнительных указаний, которые устанавливает подразделение в зависимости от особенностей конструкции и технологии изготовления.

3.5 ЯКОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

3.5.1 Якоря.

3.5.1.1 Техническому наблюдению Регистра подлежит изготовление кованных, литых и сварных якорей согласно требованиям [табл. 3.2.4](#). Техническое наблюдение за изготовлением якорей других типов в каждом случае является предметом специального рассмотрения Регистром.

Техническое наблюдение за изготовлением поковок и отливок деталей якорей – лап, веретен, осей штырей и скоб проводится согласно требованиям Правил.

3.5.1.2 При освидетельствовании по перечню дополнительно к указанному в [табл. 3.2.4](#) необходимо проверить:

- .1 документы об испытаниях бросанием;
- .2 качество сварки сварных якорей;
- .3 качество сварки деталей якорей: приварку по периметру штырей якорных скоб, стопорных штырей якоря Холла и др.;
- .4 кривизну веретена якоря, которая должна быть не более 3 мм на 1 м длины;
- .5 массу якоря путем взвешивания; при этом отклонение теоретической массы якоря в сборе должно быть от –4 до +7 %; взвешивание в отдельных случаях разрешается проводить выборочно в количестве 5 % числа якорей, но не менее двух изготовленных якорей одного типоразмера при условии использования проверенных моделей.

3.5.1.3 Испытание якоря и литой якорной скобы на растяжение пробной нагрузкой осуществляется в соответствии с [приложением 3](#).

3.5.1.4 При периодической проверке контролируются:

- .1 изготовление деталей якорей. При этом обращается внимание на отсутствие трещин, раковин, плен, песочниц и других пороков на поверхности деталей, которые могут повлиять на прочность якоря. Допустимые пороки на литых деталях указаны в приложении 1, кованных и сварных – в технических требованиях чертежей;
- .2 соблюдение технологии, принятой на предприятии (изготовителе), по механической и тепловой обработке деталей с целью выявления возможных скрытых пороков, а также причин, ухудшающих механические свойства металла;
- .3 сборка сварных якорей: подготовка кромок под сварку и сварочные зазоры, сварочные материалы и соблюдение основных требований сварки согласно требованиям Правил;
- .4 режимы термической обработки, если она предусмотрена технологическим процессом;
- .5 порядок проведения и результаты испытания бросанием литых и сварных якорей или их деталей в соответствии с [приложением 2](#).

3.5.1.5 При техническом наблюдении за изготовлением головного образца и установочной серии якорей ([см. 3.2.9](#)), кроме освидетельствований, предусмотренных в [3.5.1.2 – 3.5.1.3](#), проверяются:

- .1 изготовление деталей;
- .2 сборка сварных якорей;
- .3 термообработка;
- .4 испытания бросанием;
- .5 правильность отбора проб для проверки механических свойств металла;
- .6 подготовка дефектных мест литья под сварку.

3.5.1.6 Для признания якоря якорем повышенной держащей силы (ННР) или высокой держащей силы (SHNP) проводятся сравнительные испытания в соответствии с разд.2 Приложения 3.

3.5.1.7 При положительных результатах освидетельствования якорей инспектор проверяет маркировку, проставляет клейма Регистра и оформляет свидетельства.

3.5.2 Якорные цепи и детали их соединений.

3.5.2.1 Техническому наблюдению Регистра подлежит изготовление якорных цепей, а также узлов и деталей якорных цепей.

К узлам и деталям якорных цепей относятся:

- смычки цепи;
- звено общее и звено увеличенное с распоркой;
- звено концевое;
- вертлюг;
- скоба концевая;
- скоба соединительная;
- звено соединительное.

Распорки должны быть надежно закреплены в звеньях путем точной подгонки соприкасающихся поверхностей. Крепление распорок сваркой допускается в случаях, предусмотренных стандартами, применение которых согласовано с Регистром. При этом распорки привариваются только с одного конца, противоположного сварному шву звена, а размеры сварного шва и примененные сварочные материалы должны обеспечивать надежность соединения. Допускается исправление пороков осуществлять сваркой методами и по технологии, согласованной с подразделением. Сварка должна выполняться до окончательной термической обработки цепи. Техническое наблюдение за производством горячекатаной и тянутой круглой стали, предназначенной для изготовления сварных цепей, осуществляется согласно требованиям Правил.

3.5.2.2 При освидетельствовании (согласно перечню) дополнительно к требованиям [табл. 3.2.4](#) необходимо проверить:

.1 свидетельства о соответствии и/или протоколы с результатами испытаний химического состава и механических свойств металла на отливки, наличие одобренного технологического процесса сварки, свидетельств о соответствии на сварочные материалы, СДС;

.2 результаты испытаний дополнительных проб, выполненных по указанию инспектора, на макроструктуру, продольные шлифы штампованных звеньев для проверки уплотнения в зоне соединения и др.;

.3 карты разрешения допущенных отступлений и исправления пороков;

.4 документ о массе изделий¹;

.5 сопрягаемость деталей узлов в местах примыкания их друг к другу и взаимоподвижность их при расположении на прямой линии, а также под прямым углом;

.6 свободное вращение штыря вертлюга в его звене;

.7 соосность отверстий в ушках концевых и соединительных скоб и проход штыря;

.8 длину смычек, которая должна быть в пределах 25 — 27,5 м;

.9 предельное отклонение калибра якорной цепи от номинального значения, которое не должно превышать величин, указанных в табл. 7.1.3.9.1 части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов.

Предельные отклонения остальных геометрических размеров звеньев, узлов и деталей якорных цепей должны быть не более +2,5 % их номинальных размеров. При этом площадь поперечного сечения звена по продольной его оси должна быть не менее теоретического сечения, соответствующего номинальному диаметру, а длина любого

¹ Испытания на прочность и жесткость допускается не проводить в тех случаях, когда определение прочных размеров выполнено по апробированным методикам.

участка цепи, состоящего из пяти звеньев, – не более +2,5 % номинальной длины этого участка, равной $L = 5l - 8d$ мм, где l – номинальная длина звена, мм; d – калибр, мм (уменьшение длины участка не допускается).

3.5.2.3 При освидетельствовании согласно перечню проверяются при изготовлении сварных изделий:

.1 отсутствие трещин, расслоений, рванин и других дефектов на поверхности деталей, прошедших гибку;

.2 тщательность удаления грата в местах сварки;

.3 качество электросварных швов (не допускаются трещины и расслоения);

.4 закрепление распорок в звеньях (проверяется обстукиванием молотком), вварка распорок (допускается при условии последующей термообработки);

.5 сопрягаемость поверхности звена и распорки;

.6 прогиб в продольной плоскости после сварки, который не должен превышать 2 мм;

.7 смещение в стыке свариваемых концов, мм, которое не должно превышать:
для цепей калибром

13..... 0,7

44 – 62..... 2,0

14 – 26..... 1,0

68 – 81..... 2,5

28 – 40..... 1,5

87 – 102..... 3,5

более 102..... 4,0;

.8 высота утолщения по наружной поверхности звена, мм, которая после обрезки грата не должна превышать:

для цепей калибром

13..... 0,8

44 – 62..... 2,5

14 – 26..... 1,0

68 – 81..... 3,0

28 – 40..... 1,5

87 – 107..... 3,5

при условии сохранения ширины звена в пределах допуска. При этом внутренний грат у звеньев без распорок не должен превышать 1,5 мм;

.9 места пригаров электродов сварочной машины к звену, которые должны быть зачищены. Допустимое местное углубление зачистки – не более 5 % калибра звена или толщины тела;

при изготовлении литых изделий:

.10 очистка от формовочных материалов (литники, швы, заусеницы и другие неровности от формовки должны быть удалены, а места их расположения на отливках зачищены);

.11 отсутствие ситовидной пористости, трещин, расслоений и других пороков;

.12 глубина пологой зачистки в результате удаления прибыли, которая должна быть не более 0,05 калибра цепи, или высота выступов, которая должна быть не более 1 мм. На изделиях не допускаются без заварки литейные пороки на глубине и протяженности 5 % диаметра или толщины детали, а также раковины, расположенные в одном сечении, если их суммарная глубина и протяженность превышают 5 % диаметра или толщины детали;

.13 смещение звена в плоскости разъема, мм, по поперечной оси, которое не должно превышать:

для цепей калибром

44 – 50 1,5

78 – 107 3,5

54 – 73 2,5

111 – 152 4,0.

При этом чрезмерные уступы должны быть зачищены без нарушения размеров сечения;

при изготовлении штампованных изделий:

.14 отсутствие окалины, заусениц, трещин, заковов, выбоин, плен, волосовин и прочих дефектов;

.15 отсутствие зазоров между соединительными полузвеньями;

.16 плавность переходов от одного полузвена к другому;

.17 величина смещения плоскости стыкования полураспорки звеньев от оси звена, которая не должна быть более 0,1 его диаметра;

.18 местные зазоры между полураспорками, мм, которые не должны быть более:

0,5 для звеньев диаметром 13 – 34;

1,0 для звеньев диаметром 37 – 49;

2,0 для звеньев диаметром 58 – 62.

Для цепей калибром более 62 мм значения зазоров принимаются по национальным, международным стандартам, применение которых согласовано Регистром.

3.5.2.4 Техническому наблюдению Регистра подлежат испытания якорных цепей (см. 3.6 части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов).

Перед началом испытаний инспектор должен убедиться в том, что цепопробные прессы признаны Регистром и имеют свидетельство контроля компетентных органов; размеры захватных приспособлений прессов в местах их сопряжения с испытываемыми образцами близки к размерам деталей и узлов, с которыми образцы соединены в цепи; цепопробные прессы обеспечивают постепенное и равномерное увеличение нагрузки на образец.

3.5.2.5 При периодических проверках контролируются:

при изготовлении сварных изделий:

.1 заготовки, подготовленные для сварки, на отсутствие пороков, наличие усадочного допуска, правильность разделки кромок под сварку, качество и чистоту поверхности свариваемых кромок;

.2 режим и ход процесса сварки;

.3 режим термообработки изделий;

при изготовлении литых изделий:

.4 предварительная вырубка дефектных мест до чистого металла;

.5 разделка под сварку литейных пороков, превышающих по глубине и протяженности 5 % диаметра или толщины детали;

.6 сварочные материалы, применяемые для устранения дефектов;

.7 процесс заварки дефектов;

.8 режим термической обработки отливок при наличии дефектов (они устраняются до термической обработки);

при изготовлении штампованных изделий:

.9 размеры и качество поверхностей углублений и отростков с кольцевыми выступами;

.10 степень обжата соединения звена.

3.5.2.6 При техническом наблюдении за изготовлением головной партии (образца) якорных цепей и деталей их соединения ([см. 3.2.9](#)) кроме освидетельствований, предусмотренных в [3.5.2.2](#) и [3.5.2.3](#), проверяются:

- .1** подготовка полузвена под сварку;
- .2** термообработка;
- .3** предварительная вырубка дефектных мест и разделка под сварку литейных пороков;
- .4** размеры и качество поверхности углублений и отростков с кольцевидными выступами штампованных изделий.

3.5.2.7 При положительных результатах освидетельствований смычек и деталей их соединения инспектор проверяет маркировку, проставляет клейма Регистра, оформляет Свидетельство о соответствии.

3.5.3 Якорное оборудование.

3.5.3.1 Техническому наблюдению Регистра подлежит изготовление стопоров, обеспечивающих удержание якоря в клюзе «по-походному» или предназначенных для стоянки судна на якоре, и устройств для крепления и отдачи коренного конца якорной цепи.

3.5.3.2 При освидетельствовании согласно перечню инспектор должен руководствоваться требованиями [табл. 3.2.4](#).

3.5.3.3 При контроле в действии проверяются легкость взаимного перемещения деталей, отсутствие перекосов и заклинивания (усилие на маховике не должно превышать 160 Н). Кроме того, выполняются пробная укладка цепи в фрикционный стопор и стопорение, заводка звена коренной смычки в устройство крепления и отдачи цепи.

3.6 ШВАРТОВНЫЕ УСТРОЙСТВА

3.6.1 Техническое наблюдение Регистра за изготовлением кнехтов, уток, киповых планок, клюзов, роульсов и других устройств включает в себя рассмотрение и одобрение технической документации на данные изделия, проведение освидетельствования указанных изделий и выдачу соответствующих свидетельств.

3.7 БУКСИРНЫЕ УСТРОЙСТВА

3.7.1 Техническое наблюдение Регистра за изделиями и относящимися к ним деталями осуществляется согласно требованиям [табл. 3.2.4](#).

3.7.2 При контроле в действии проверяется работа устройства для отдачи буксирного троса каждого буксирного гака при отсутствии тягового усилия. Замеряется усилие открывания рычага механического затвора, которое не должно превышать 50 Н.

3.7.3 Испытания буксирных гаков проводятся в соответствии с [приложением 4](#).

3.7.4 При периодической проверке признанное предприятие (изготовитель) должно обеспечить контроль качества на соответствующих этапах изготовления изделия, руководствуясь одобренной технической документацией.

3.7.5 Первый буксирный гак каждого типо-размера, изготовленный данным изготовителем, является головным. При техническом наблюдении за изготовлением головного образца буксирного гака и устройства для отдачи буксирного троса (см. 3.2.9) необходимо руководствоваться положениями, изложенными в [приложении 4](#).

3.7.6 Техническое наблюдение Регистра за изготовлением битенгов, кнехтов, киповых планок, клюзов, стопоров, роульсов, уток, буксирных канифасблоков и буксирных арок включает в себя рассмотрение соответствующей технической документации на данные изделия, проведение освидетельствования указанных изделий и выдачу соответствующих свидетельств.

3.7.7 Изделия, входящие в устройство для аварийной буксировки судна, испытываются по одобренной Регистром программе (см. 5.7 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации и постройки морских судов).

3.8 СИГНАЛЬНЫЕ МАЧТЫ

3.8.1 Техническое наблюдение Регистра за изготовлением мачт, металлического, деревянного рангоута и рангоута из стеклопластика, несъемных деталей мачт и их стоячего такелажа ограничивается рассмотрением соответствующей технической документации.

3.9 УСТРОЙСТВА И ЗАКРЫТИЯ ОТВЕРСТИЙ В КОРПУСЕ, НАДСТРОЙКАХ И РУБКАХ

3.9.1 Техническое наблюдение Регистра за изготовлением изделий осуществляется согласно требованиям [табл. 3.2.4](#). При выполнении освидетельствований по перечню инспектор также осуществляет проверки согласно требованиям [табл. 3.9.1](#).

3.9.2 При техническом наблюдении за изготовлением головных образцов изделий, кроме освидетельствований, предусмотренных в [3.9.1](#), должны проводиться испытания по одобренной программе, включающей проверку прочности, жесткости и водонепроницаемости.

3.9.2.1 Испытания иллюминаторов, дверей, люков сходных, световых и вентиляционных на прочность и водонепроницаемость проводятся гидростатическим напором согласно [приложению 5](#).

3.9.2.2¹ Испытания крышек люков сухогрузных трюмов на прочность и жесткость проводятся нагрузками, увеличенными на 25 % по сравнению с расчетными.

Водонепроницаемость проверяется согласно приложению 1 к части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов поливанием водой из брандспойта без нагрузки на люке.

3.9.2.3 Испытания крышек нефтеналивных судов на прочность, жесткость и непроницаемость проводятся гидростатическим давлением согласно приложению 1 к части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов.

3.9.2.4 Испытания на прочность крышек люков трюмов, предназначенных для перевозки как сухих, так и наливных грузов, проводятся нагрузкой, увеличенной на 10 % по сравнению с расчетной, определяемой согласно 7.13.3 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации и постройки морских судов.

Испытания на непроницаемость проводятся поливанием воды из брандспойта согласно приложению 1 к части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов и надувом воздуха давлением, равным максимальному давлению срабатывания дыхательных клапанов.

3.9.2.5 После испытаний в деталях изделий не должно быть остаточных деформаций и разрушений, для чего проводится освидетельствование наружным осмотром с разборкой изделий в необходимых случаях.

¹ Испытания на прочность и жесткость допускается проводить в тех случаях, когда определение прочных размеров выполнено по апробированным методикам.

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

37

Таблица 3.9.1

№ п/п	Типы закрытий	Иллюминаторы					Двери в наружной обшивке корпуса	Двери наружные в надстройках и рубках	Люки			Двери в переборках деления судна на отсеки			Двери в переборках судов, перевозящих транспортные средства			Крышки грузовых люков			
		тяжелые	нормальные	облегченные	прямоугольные (рубочные окна)	палубные			сходные	световые	вентиляционные	навесные	скользящие	на катках	навесные	скользящие	на катках	брезентов	сухогрузных трюмов, обеспечивающих непроницаемость с помощью уплотнительных прокладок	трюмов, предназначенных для перевозки как сухих, так и наливных грузов, обеспечивающих непроницаемость с помощью уплотнительных прокладок	Отсеков нефтеналивных судов
	<i>Характер проверок</i>																				
1	Отсутствие дефектов на поверхностях металлических изделий ¹	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+ ²	+	+ ²	+ ²	+
2	Отсутствие дефектов и повреждений на рабочих поверхностях уплотнительных прокладок ³	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+		+		+	+	+
3	Наличие скругления рабочих кромок уплотнительных буртов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+		+	+	+
4	Прилегание уплотнительных прокладок к рабочим кромкам буртов в закрытом, но не задраенном положении ⁴	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+		+	+	+
5	Совпадение рабочих кромок с серединой уплотнительных прокладок ⁵	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+		+	+	+
6	Равномерность прилегания уплотнительной прокладки в задраенном положении												+	+ ⁶	+		+ ⁶				
7	Плотность укладки уплотнительных прокладок в пазах	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+		+	+	+
8	Плоскостность рам, крышек, полотен в соответствии с указаниями согласованной технологии	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
9	Глубина вдавливания уплотнительных прокладок в задраенном положении ⁷	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+

**Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)**

38

№ п/п	Типы закрытий	Иллюминаторы					Двери в наружной обшивке корпуса	Двери наружные в надстройках и рубках	Люки			Двери в переборках деления судна на отсеки			Двери в переборках судов, перевозящих транспортные средства			Крышки грузовых люков			
		тяжелые	нормальные	облегченные	прямоугольные (рубочные окна)	палубные			сходные	световые	вентиляционные	навесные	скользящие	на катках	навесные	скользящие	на катках	брезентов	уплотнительных прокладок	трюмов, предназначенных для перевозки как сухих, так и наливных грузов, обеспечивающих непроницаемость с помощью уплотнительных прокладок	Отсеков нефте-наливных судов
10	Легкость и плавность открывания, закрывания и задраивания	+	+	+	+	+	⁺⁸	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
11	Испытание непроницаемости наливом воды под напором	⁺⁹	⁺⁹	⁺⁹	⁺⁹	⁺⁹		+	+	+	+	⁺¹⁰	⁺¹⁰	⁺¹⁰		⁺¹¹			⁺⁸	⁺⁸	⁺¹²
12	Испытание непроницаемости сварных швов															+	+		+	+	
13	Конструктивные меры, исключающие возможность искробразования																		⁺¹³	+	+

¹ Трещины, заусеницы, острые кромки, вмятины, раковины и другие дефекты не допускаются.

² Металлические конструкции проверяются согласно [разд. 2](#).

³ Трещины, раковины, наслоения, краска, масло не допускаются.

⁴ Непрерывность прилегания контролируется по меловому отпечатку и должна быть обеспечена при глубине вдавливания не более 1 мм, исключая закрытия, указанные в графах 7, 19, 20, площадью 15 м² и более.

⁵ Смещение уплотнительных буртов относительно оси прокладки должно соответствовать требованиям технической документации.

⁶ Зазоры проверяются при помощи щупа или другими согласованными с Регистром методами.

⁷ Величина вмятия не должна превышать допустимых в технической документации размеров.

⁸ Если открывание дверей в наружной обшивке корпуса и крышек грузовых люков предусмотрено в море, то наблюдение Регистра за изготовлением приводов осуществляется согласно [разд. 5](#).

⁹ Величина гидростатического напора для серийных изделий определяется одобренной технической документацией.

¹⁰ Испытываются на стенде давлением столба воды, указанным в технической документации; при испытании дверей с неметаллическими уплотнениями подтеки не допускаются, для дверей с металлическими уплотнениями норма фильтрации воды допускается не более 1 л/мин.

Вместо испытаний для больших дверей может быть выполнен их структурный анализ. В этом случае при использовании неметаллических уплотнений для последних должны быть проведены испытания прототипа, подтверждающие, что сжатие уплотнительного материала согласуется с соответствующей величиной прогиба, определенного в результате структурного анализа.

¹¹ Испытывается на стенде давлением столба воды, указанным в технической документации; норма фильтрации воды при испытании столбом воды допускается не более 10 л в минуту.

¹² Перекосы и заклинивания не допускаются; усилие на маховике при подъеме (опускании) крышки вручную при применении дополнительного инструмента и приспособлений не должно превышать 157 Н.

¹³ Только для грузовых люков сухогрузных трюмов, приспособленных для перевозки опасных грузов (см. 7.10.8.6 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации и постройки морских судов).

3.10 УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ, РАЗЛИЧНЫЕ УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ, АВАРИЙНОЕ СНАБЖЕНИЕ

3.10.1 Техническое наблюдение Регистра ограничивается рассмотрением соответствующей технической документации на изготовление перечисленных ниже изделий:

.1 настила, рыббинсов, обшивки грузовых трюмов, дверей судовых помещений на путях эвакуации, наклонных и вертикальных трапов, леерного ограждения, фальшборта и переходных мостиков, направляющих элементов в трюмах контейнеровозов;

.2 временных разборных разделительных продольных и поперечных переборок и питателей, служащих для разделения и ограничения в продольном и поперечном направлениях трюмов (твиндеков) при перевозке зерновых грузов, опасных в отношении смещения; стоек, распорок, тросов штагов, несъемных и съемных деталей штагов;

.3 мягких и жестких пластырей со снаряжением, инструмента и инвентаря, материалов аварийного снабжения;

.4 усилений фальшборта или леерного устройства, гнезд и других приспособлений для крепления стоек и стензелей для крепления палубного лесного груза, рымов, найтовов.

Виды проверок, контроля и осмотров при освидетельствовании устанавливает предприятие (изготовитель) в соответствии с одобренной технической документацией.

3.10.2 Ответственные изделия устройств для крепления перемещаемых палуб, платформ, рамп и других аналогичных конструкций, а также для подъемных устройств судовых барж, поднимаемых на борт баржевоза (проушины, обухи, рамы, скобы, захваты и т. п.), должны быть определены предприятием (изготовителем) на основании одобренной технической документации и включены в перечень объектов. Кроме того, при необходимости должны быть учтены дополнительные проверки.

По результатам технического наблюдения за головными образцами изделий, осуществляемого инспектором, уточняется объем и характер освидетельствований и проверок серийных изделий.

3.11 ЦЕПИ БЕЗ РАСПОРОК, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СУДОВЫХ УСТРОЙСТВАХ, КРОМЕ ЯКОРНЫХ

3.11.1 Техническому наблюдению подлежат цепи без распорок, применяемые в грузоподъемных, рулевых и других судовых устройствах, являющихся объектами технического наблюдения Регистра (кроме якорных). Их изготовление должно производиться по стандартам или иной технической документации, одобренным Регистром.

3.11.2 Техническое наблюдение Регистра за цепями, включая относящиеся к ним детали, осуществляется согласно [табл. 3.2.4](#). Дополнительно к требованиям таблицы и с учетом метода изготовления изделий и их конструкции выполняются проверки, предписываемые требованиями [3.5.2.2 – 3.5.2.4](#). Если отдельные требования этих пунктов отличаются от одобренных стандартов (или технической документации), надлежит руководствоваться последними.

3.11.3 Испытательные нагрузки и указания по отбору образцов для испытаний приведены в 7.1.4 части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов.

3.12 СТАЛЬНЫЕ ТРОСЫ

3.12.1 Освидетельствование стальных тросов, входящих в перечень объектов, следует проводить, применяя технические требования действующих государственных стандартов на стальные канаты.

3.12.2 Обязательному испытанию на разрыв в целом подлежат стальные канаты ответственного назначения, предназначенные для подъема, спуска и транспортировки людей и грузов.

Такие испытания должны проводиться при освидетельствовании головных образцов и периодически один раз в 2 года или при оформлении и периодическом подтверждении Соглашения об освидетельствовании (один раз в два года), если при осуществлении технического наблюдения не возникнет необходимости внеочередного испытания.

3.12.3 Канаты, не перечисленные в [3.12.2](#) и входящие в перечень объектов, могут подвергаться испытаниям на разрыв в целом только при техническом наблюдении за изготовлением их образцов.

3.12.4 Определение разрывного усилия каната в целом должно производиться на испытательных машинах, прошедших надлежащую проверку, подтверждаемую соответствующими документами компетентных органов.

3.12.5 Взамен требований [3.12.1 – 3.12.3](#) могут быть применены требования национальных стандартов, согласованные с Регистром.

3.13 РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТРОСЫ И ТРОСЫ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА (КАНАТЫ)

3.13.1 При освидетельствовании (согласно перечню объектов) дополнительно к требованиям [табл. 3.2.4](#) проверяются:

- .1** документы компетентных органов на испытательные машины;
- .2** правильность комплектования партий и отбора проб для проведения испытаний;
- .3** отсутствие на тросах бурых пятен, плесени, запаха гнили или гари, а также подплавленных участков;
- .4** цвет тросов, который должен быть равномерным по всей длине и соответствовать цвету пряжи или синтетического материала, из которого сделан трос;
- .5** наличие отличительных цветных ниток или каболок, указывающих на группу прочности и обработку, если таковые предусмотрены стандартом;
- .6** размер троса по окружности;
- .7** свивка тросов;
- .8** разрывное усилие в целом;
- .9** документы о массе и о содержании влаги в них;
- .10** относительное удлинение при разрыве троса из синтетического волокна.

3.13.2 При техническом наблюдении за изготовлением головных образцов тросов, кроме освидетельствований, предусмотренных в [3.13.1](#), проводится испытание образцов тросов по программе, одобренной подразделением Регистра. В программу должно быть включено экспериментальное определение коэффициента ([см. приложение 6](#)).

ДОПУСТИМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОРОКОВ НА ЛИТЫХ ДЕТАЛЯХ ЯКОРЕЙ

1. Пологие вмятины и шероховатости глубиной менее 3 % толщины отливки, но не более 5 мм.
2. Отдельные земляные, шлаковые и газовые раковины диаметром менее 5 мм и глубиной менее 5 % толщины тела отливки, но не более 8 мм, причем количество их должно быть не более 3 шт. на площади 100 см².
3. Ужимины длиной менее 200 мм и глубиной менее 2 мм.
4. Смещения поверхностей без плавного перехода от одной поверхности к другой для якорей массой до 500 кг – менее 3 мм, для якорей массой свыше 500 кг и до 5000 кг – менее 5 мм, для якорей свыше 5000 кг – менее 8 мм.
5. Общая суммарная площадь раковин, вмятин, ужимин и прочего не должна быть более 5 % площади поверхности детали.

ИСПЫТАНИЕ ЯКОРЕЙ И ИХ ДЕТАЛЕЙ БРОСАНИЕМ

1. Каждая лапа и веретено якоря должны без разрушения выдержать сбрасывание с 4 м на стальную плиту. Плита должна быть из стали, подходящей для подобных испытаний компонентов якоря и соответствующей толщины. Не применимо для сварных и кованых якорей.

Лапы якорей Холла, Грузона, повышенной и высокой держащей силы сбрасываются на плиту пяткой, а веретено якорей Холла, Грузона, повышенной и высокой держащей силы, а также веретено с лапами адмиралтейского якоря – в горизонтальном положении.

2. Каждое литое или сварное веретено с лапами адмиралтейского якоря должно быть, кроме того, подвешено в вертикальном положении лапами вниз и сброшено на две стальные болванки, положенные на плиту таким образом, чтобы расстояние между ними составляло половину величины развала лап (см. рис.). Толщина болванок должна быть такой, чтобы пятка веретена не могла удариться о плиту.

3. После испытания на бросание якоря или их детали должны подвешиваться и обстукиваться молотком массой не менее 3 кг, при этом должен получаться чистый металлический звук.

При нечистом звуке должна быть произведена дефектоскопия детали методом неразрушающего контроля, при необходимости – исправление дефектов, после чего должно быть проведено повторное испытание.

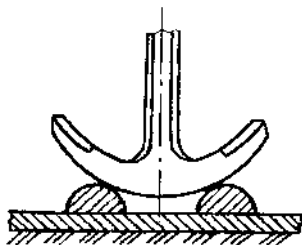


Рис. 1

ИСПЫТАНИЕ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРОБНОЙ НАГРУЗКОЙ ЯКОРЕЙ И ЯКОРНЫХ СКОБ

1 Испытания якорей пробной нагрузкой.

1.1 Испытания обычных якорей.

1.1.1 Якоря всех размеров должны быть испытаны пробными нагрузками, указанными в таблице.

1.1.2 Пробная нагрузка прикладывается к лапе или рогу в точке, которая находится на одной трети расстояния, измеренного от крайней точки носка якоря до пятки якоря (см. рис. 1 и 2).

В случае бесштоковых якорей обе лапы должны быть испытаны одновременно, сначала с одной стороны веретена, затем якорь следует перевернуть и испытать с другой стороны.

1.1.3 Перед применением испытательной пробной нагрузки якоря должны быть проверены, чтобы убедиться, что отливки не содержат поверхностных опасных дефектов. После испытаний пробной нагрузкой якоря должны быть проверены на наличие трещин и других дефектов. По завершении испытаний на пробную нагрузку якоря, имеющие в конструкции более чем одну деталь, должны проверяться на свободное вращение коробок на полные углы.

В каждом испытании разница между показателями длины (как показано на рис. 1 и 2) должна быть в пределах 1 %, где одна десятая от требуемой нагрузки была приложена вначале и где нагрузка была уменьшена от полной нагрузки до одной десятой от требуемой.

1.2 Испытания якорей повышенной держащей силы (ННР).

Якорь ННР должен быть испытан на пробную нагрузку, взятую по таблице для массы якоря большей в 1,33 раза от фактической массы якоря ННР. Процедура испытаний пробной нагрузкой и проверки якорей ННР должны соответствовать требованиям для обычных якорей (см. 1.1).

1.3 Испытания якорей высокой держащей силы (SHNP).

1.3.1 Якорь SHNP должен быть испытан на пробную нагрузку, взятую по таблице для массы якоря большей в 2 раза от фактической массы якоря SHNP. Процедура испытаний пробной нагрузкой и проверки якорей SHNP должны соответствовать требованиям для обычных якорей (см. 1.1).

1.3.2 После испытания пробной нагрузкой поверхности всех якорей SHNP должны быть проверены капиллярной или магнитопорошковой дефектоскопией. Все поверхности отливок якорей должны быть проверены. Все литые стальные якоря должны пройти ультразвуковой контроль в местах, где удалялись литники и прибыли, и где выполнялся ремонт сварных швов. Проверка поверхности и ультразвуковой контроль должны выполняться в соответствии с 2.5.3 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов». Сварные швы стальных сварных якорей должны быть проверены. На участках с высокой нагрузкой или в подозрительных зонах Регистр может назначить расширенный неразрушающий контроль, например, ультразвуковой или радиографический.

1.3.3 Дополнительно, для литых якорей, могут применяться испытания обстукиванием и бросанием.

2 Испытания силы удержания для якорей повышенной держащей силы (ННР) и высокой держащей силы (SHNP).

2.1 Полномасштабные испытания должны проводиться в море на различных типах грунтов, как правило, илистых грунтах, песке или гравии и твердой глине или на материале аналогичной структуры. Испытания применяются к якорям с массами, которые, насколько это возможно, представляют полный диапазон предлагаемых размеров.

2.2 Два якоря, для определенной группы в пределах диапазона, отобранные для тестирования, (обычный бесштоковый якорь и якорь ННР или обычный бесштоковый якорь и якорь SHNP, соответственно) должны быть приблизительно одинаковой массы и испытываться в сочетании с цепью калибром, необходимым для этой массы якоря. В случае, если обыкновенный бесштоковый якорь не допустим, для испытания якорей ННР может быть использован ранее признанный якорь ННР. Для испытаний якорей SHNP может быть использован ранее признанный якорь ННР или SHNP вместо обычного бесштокового якоря. Длина якорной цепи каждого якоря должна быть такой чтобы тяга на веретене оставалась горизонтальной. Для этой цели кратность 10 считается нормальной, кратность не менее 6 может быть принята. Кратность определяется как отношение длины якорной цепи к глубине воды.

2.3 Для каждого якоря и каждого типа дна должно быть проведено три испытания. Стабильность становления на якорь и легкость съема должны, где это возможно, быть отмечены. Испытания должны проводиться с буксира, но альтернативные испытания с берега могут быть приняты. Тяга должна быть измерена динамометром. Измерения тяги, основанные на кривых зависимости числа оборотов от тягового усилия буксира, могут быть приняты в качестве альтернативы динамометру.

2.4 Для признания диапазона размеров якорей ННР должны быть проведены испытания по меньшей мере для двух размеров якорей. Максимальная масса утвержденного якоря не должна превышать массу испытанного наибольшего якоря более чем в 10 раз.

2.5 Для признания диапазона размеров якорей SHNP должны быть испытаны не менее трех размеров якорей, имеющих наименьшую, среднюю и наибольшую массу из ассортимента.

2.6 Испытательная нагрузка удерживающей силы не должна превышать допустимую нагрузку якоря.

3 Каждая литая якорная скоба должна быть испытана без якоря с закрепленным в скобе нештатным штырем пробной нагрузкой F_2 , Н:

$$F_2 = 2F_1,$$

где F_1 — пробная нагрузка для якоря, определенная согласно таблице и указанная в технических требованиях чертежа.

Это испытание в отдельных случаях разрешается проводить выборочно в количестве 5 % от партии, но не менее двух скоб.

Партией считаются скобы, изготовленные из одной марки стали, прошедшие либо совместную термообработку или термообработку по одинаковому режиму с обязательным фиксированием температур. При испытании пробной нагрузкой не должно наблюдаться трещин и остаточных деформаций.

Если на конкретный вид изделия были получены удовлетворительные результаты упомянутых выше испытаний пробной нагрузкой и оформлено СПИ, то допускается:

.1 испытания якорных скоб пробной нагрузкой проводить совместно с якорем (см. п. 2);

.2 испытания якорных скоб на растяжение пробной нагрузкой, равной удвоенной величине пробной нагрузки для якоря, проводить только при подтверждении СПИ.

4 Каждый якорь, независимо от способа его изготовления, должен испытываться на растяжение пробной нагрузкой на специальном цепопробном стане или подвешиванием груза к лапам. До предъявления к испытаниям якоря не должны подвергаться нагрузке.

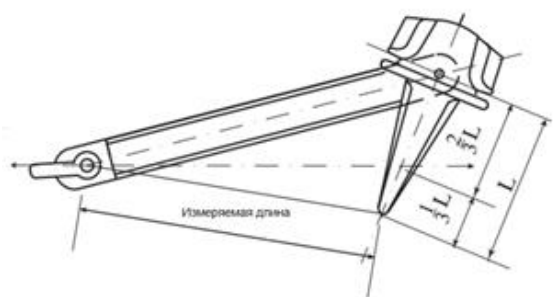
5 После испытания пробной нагрузкой должен быть проведен неразрушающий контроль всех якорей в соответствии с 8.4.2.5 и 8.4.2.6 части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов, а также взвешивание, которое разрешается производить выборочно в количестве 5 % от каждой партии, но и не менее двух якорей.

Таблица

Масса якоря, кг	Пробная нагрузка, кН	Масса якоря, кг	Пробная нагрузка, кН	Масса якоря, кг	Пробная нагрузка, кН	Масса якоря, кг	Пробная нагрузка, кН
50	23,2	1250	239	5000	661	12500	1130
55	25,2	1300	247	5100	669	13000	1160
60	27,1	1350	255	5200	677	13500	1180
65	28,9	1400	262	5300	685	14000	1210
70	30,7	1450	270	5400	691	14500	1230
75	32,4	1500	278	5500	699	15000	1260
80	33,9	1600	292	5600	706	15500	1270
90	36,3	1700	307	5700	713	16000	1300
100	39,1	1800	321	5800	721	16500	1330
120	44,3	1900	335	5900	728	17000	1360
140	49,0	2000	349	6000	735	17500	1390
160	53,3	2100	362	6100	740	18000	1410
180	57,4	2200	376	6200	747	18500	1440
200	61,3	2300	388	6300	754	19000	1470
225	65,8	2400	401	6400	760	19500	1490
250	70,4	2500	414	6500	767	20000	1520
275	74,9	2600	427	6600	773	21000	1570
300	79,5	2700	438	6700	779	22000	1620
325	84,1	2800	450	6800	786	23000	1670
350	88,8	2900	462	6900	794	24000	1720
375	93,4	3000	474	7000	804	25000	1770
400	97,9	3100	484	7200	818	26000	1800
425	103	3200	495	7400	832	27000	1850
450	107	3300	506	7600	845	28000	1900
475	112	3400	517	7800	861	29000	1940
500	116	3500	528	8000	877	30000	1990
550	124	3600	537	8200	892	31000	2030
600	132	3700	547	8400	908	32000	2070
650	140	3800	557	8600	922	34000	2160

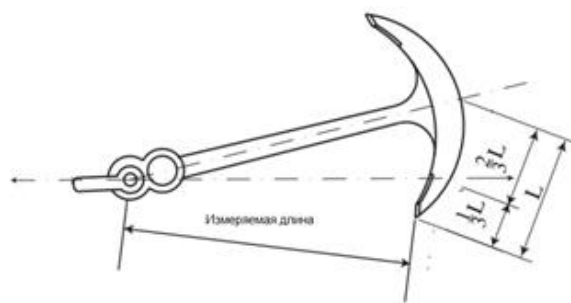
Масса якоря, кг	Пробная нагрузка, кН	Масса якоря, кг	Пробная нагрузка, кН	Масса якоря, кг	Пробная нагрузка, кН	Масса якоря, кг	Пробная нагрузка, кН
700	149	3900	567	8800	936	36000	2250
750	158	4000	577	9000	949	38000	2330
800	166	4100	586	9200	961	40000	2410
850	175	4200	595	9400	975	42000	2490
900	182	4300	604	9600	987	44000	2570
950	191	4400	613	9800	998	46000	2650
1000	199	4500	622	10000	1010	48000	2730
1050	208	4600	631	10500	1040		
1100	216	4700	638	11000	1070		
1150	224	4800	645	11500	1090		
1200	231	4900	653	12000	1110		

Примечание 1. Пробная нагрузка для промежуточного значения массы якоря определяется линейной интерполяцией.



Бесштоковый якорь

Рис. 1



Штоковый якорь

Рис. 2

ИСПЫТАНИЯ БУКСИРНЫХ ГАКОВ

1. Образец устройства для отдачи буксирного троса должен быть испытан на надежность срабатывания в диапазоне нагрузок на гак от нуля до тройной номинальной тяги при любом практически возможном отклонении буксирного троса от диаметральной плоскости судна.

При нагрузках на гак, равных номинальной, двойной и тройной тягам, усилия на рычаге отдачи механического затвора не должны превышать значений, соответственно, 117, 176 и 392 Н.

Испытания на прочность гаков должны быть проведены при пробной нагрузке, равной разрывному усилию буксирного троса в целом.

Указанное выше может быть выполнено при испытаниях опытных образцов, которые должны проводиться по программе, одобренной Регистром. Испытанные гаки и их детали не устанавливаются на суда.

2. Головные образцы буксирных гаков должны быть испытаны:

.1 на прочность пробной нагрузкой, равной двойному номинальному усилию;

.2 на надежность открытия устройства для отдачи буксирного троса под нагрузкой; испытание проводится при нагрузках, равных номинальному и двойному тяговому усилию.

Усилия на рычаге отдачи механического затвора не должны превышать значений, полученных при испытаниях образцов.

Испытанный таким образом гак допускается к установке на судно. Если усилия на рычаге превышают значения, полученные при испытаниях, но не более предельно допустимых, надежность открытия устройства для отдачи буксирного троса проверяется при нагрузке, равной тройному тяговому усилию. В этом случае головной гак к установке на судно не допускается;

.3 на срабатывание амортизатора; предельная нагрузка амортизирующего действия должна быть не менее 1,3 номинальной тяги на гаке.

3. Каждый буксирный гак перед установкой на судно должен быть испытан на прочность нагрузкой, равной двойной номинальной, и на надежность открытия устройства для отдачи буксирного троса под нагрузкой, равной номинальной. Усилие на рычаге отдачи механического затвора не должно превышать значения, полученного при испытаниях головного образца и указанного в технической документации.

4. При проведении испытаний гаков не должно быть деформаций и разрушений каких-либо элементов гака.

ИСПЫТАНИЯ ГОЛОВНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ, ДВЕРЕЙ НАДСТРОЙКИ И РУБКИ, ЛЮКОВ СХОДНЫХ, СВЕТОВЫХ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ

1. Указанные изделия должны подвергаться испытаниям гидростатическим напором для проверки водонепроницаемости и механической прочности.

2. Испытания проводят следующим образом: изделие устанавливается на стенде и закрепляется в рабочем положении, в камере стенда постепенно с помощью механического или ручного насоса создается расчетный и испытательный напоры, измеряемые по манометру. Регулирование подачи воды и фиксирование испытательных давлений в камере стенда производится запорным клапаном.

3. Иллюминаторы испытываются напором, определяемым по следующим формулам:

для круглых иллюминаторов

$$P = 1,6 \cdot 10^2 t^2 / d^2; \quad (3-1)$$

для прямоугольных иллюминаторов (рубочных окон)

$$P = 1,25 \cdot 10^4 t^2 / (k^2 b^2), \quad (3-2)$$

где d — диаметр в свету круглого иллюминатора, мм;
 P — гидростатический напор, МПа;
 b — меньший из размеров в свету прямоугольного иллюминатора;
 t — толщина закаленного стекла иллюминатора, мм;
 a — больший из размеров в свету прямоугольного иллюминатора, мм;
 k — коэффициент, определяемый по таблице:

a/b	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0 и более
k	8,45	9,18	9,66	10,4	10,62	11,02	11,3 5	11,7	11,94	12,16	12,32

Для промежуточных значений величины a/b коэффициент k определяется линейной интерполяцией.

Круглые иллюминаторы испытываются со стеклом и с открытой штормовой крышкой, а также без стекла и с закрытой штормовой крышкой.

4. Образцы закаленных стекол для иллюминаторов должны испытываться или методом штампа по стандарту ИСО 614, или гидростатическим напором, равным удвоенной величине напора.

5. Двери в надстройки и рубки испытываются напором на 15 % больше расчетного напора, принятого для данной двери (см. 7.5.2.3 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации и постройки морских судов) в технической документации, одобренной Регистром.

6. Люки сходные, световые и вентиляционные испытываются напором на 15 % больше расчетного (допустимого) напора, указанного в одобренной Регистром технической документации.

7. Изделие считается непроницаемым, если на его поверхности при испытании расчетным гидростатическим напором в течение 5 мин не будет обнаружена течь в виде струй, потеков и капель.

8. Изделие считается прочным, если после сброса испытательного напора не будет остаточных деформаций и разрушений.

ИСПЫТАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ТРОСОВ И ТРОСОВ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

1. Образцы для испытания на разрыв троса в целом должны отбираться из партии тросов длиной не более 2000 м – для растительных тросов и длиной не более 5000 м – для тросов из синтетического волокна.

От каждой партии удаляют конец троса длиной не менее 2 м и затем отрезают образцы для испытания.

Перед испытанием образцы тросов выдерживают в развернутом виде в течение 24 ч в атмосферных условиях.

2. Размер троса по окружности, если он равен 500 мм и более, определяют стальной рулеткой с шириной ленты не более 5 мм, если же размер меньше 50 мм, его определяют обмером сечения штангенциркулем.

Для определения размера по окружности на длине троса производят 10 замеров в разных местах. Среднее арифметическое 10 замеров принимается за размер окружности троса.

3. Растительные тросы должны быть свиты из каболок одного и того же материала. Исключение допускается для манильских тросов, которые могут содержать в своем составе до 50 % каболок из сизальского волокна.

4. Определение разрывной нагрузки троса в целом.

4.1 Расстояние между зажимами на разрывной машине для растительных тросов окружностью до 65 мм и синтетических тросов должно быть 0,5 м, для тросов окружностью более 65 мм – 1,0 м.

Скорость движения зажимов разрывной машины не должна превышать 250 мм/мин для синтетических тросов и 300 мм/мин – для растительных тросов.

На испытываемый образец наносятся метки, симметрично расположенные от центра образца на расстоянии друг от друга не менее 300 мм.

За разрывную нагрузку принимают результат, полученный при разрыве троса между метками.

Если разрыв образца троса произойдет в зажимах разрывной машины или в сплесах огона (если последние применяются), то испытание должно быть повторено.

Разрывная нагрузка троса в целом должна соответствовать требованиям одобренной технической документации.

4.2 При стабильных положительных результатах разрывного усилия растительных тросов и тросов из синтетического волокна в целом Регистр может освободить от проведения этого испытания и разрешить определять разрывное усилие троса в целом F , N , по формуле

$$F = c(\sum_1^z \Delta F)n/z, \quad (4.2)$$

где n – число всех каболок в тросе;

z – число каболок, подвергнутых испытанию на разрыв. Это число должно быть не менее 0,5 n для тросов окружностью до 80 мм, 0,3 n для тросов окружностью от 80 до 115 мм и 0,1 n для тросов окружностью более 115 мм. Каболки должны быть взяты от всех прядей в равном количестве;

ΔF – разрывное усилие каждой каболоки, подвергнутой испытанию, N ;

c – коэффициент, определяемый на основании результатов испытаний головных образцов троса и периодически подтверждаемый.

В каболках при испытаниях должна быть сохранена первоначальная свивка.

Каболки из прядей троса для определения разрывной нагрузки отбирают раскручиванием пряди, зажатой по концам, до параллельности каболок.

Суммарную разрывную нагрузку троса по каболкам, составляющим трос, определяют испытанием на разрывную нагрузку 50 % каболок, отобранных от всех прядей.

Расстояние между зажимами на разрывной машине при испытании каболок должно быть равным 1,0 м.

Скорость движения зажимов на разрывной машине не должна превышать 300 мм/мин. Если разрыв испытуемых каболок произойдет в зажимах или результат будет ниже среднего показателя, предусмотренного технической документацией, то испытание считается недействительным.

4.3 При проведении испытания тросов из синтетического волокна одновременно определяется его относительное удлинение при разрыве.

Относительное удлинение троса при разрыве $\delta_{\text{ср}}$, %, вычисляется по формуле

$$\delta_{\text{ср}} = \frac{l_p - l}{l} \cdot 100, \quad (4.3)$$

где l – первоначальная длина испытываемого участка образца троса, см;

l_p – длина этого же участка троса под нагрузкой, равной разрывному усилию троса в целом, предусмотренному стандартом, см.

ИСПЫТАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ВЫДАЧИ СВИДЕТЕЛЬСТВА О ТИПОВОМ ОДОБРЕНИИ (СТО) НА СУДОВЫЕ СРЕДСТВА КРЕПЛЕНИЯ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ГРУЗОВ

1. Для каждого типоразмера судовых средств крепления генеральных грузов должны быть изготовлены 2 образца для испытаний пробной нагрузкой (PL) и 2 образца для испытаний разрушающей (разрывной) нагрузкой (BL) на все виды нагрузок (растяжение, сжатие и срез). Время выдержки под разрушающей (разрывной) нагрузкой (BL) – не менее 10с.

Судовое средство крепления генеральных грузов считается выдержавшим испытание, если при разрушающей (разрывной) нагрузке (BL) оба образца не разрушились; допускаются остаточные деформации, позволяющие снять судовое средство крепления генеральных грузов со штатного места.

2. При неудовлетворительных результатах испытаний образцов значение разрушающей (разрывной) нагрузки (BL) должно быть снижено, и вновь проведены испытания. В случае положительного результата испытаний, сниженная разрушающая (разрывная) нагрузка (BL) принимается исходной величиной для определения допускаемой рабочей нагрузки (SWL). Взаимозависимость между предельной и безопасной рабочей нагрузками определяется согласно табл. 6.2.1 Технических требований к размещению и креплению контейнеров международного стандарта на судах, приспособленных для их перевозок.

3. Испытанные разрушающей (разрывной) нагрузкой (BL) судовые средства крепления генеральных грузов дальнейшему использованию не подлежат.

4. Испытанию пробной нагрузкой (PL) на все виды нагрузок (растяжение, сжатие, срез) подвергаются два образца в течение не менее 5 мин.

Значение пробной нагрузки (PL) для соответствующего вида нагрузки принимается по формуле

$$PL = k \cdot SWL, \text{ кН}, \quad (1)$$

где SWL – допускаемая рабочая нагрузка;

$k = 1,25$ при $SWL \leq 400$ кН;

$k = 1,15$ при $SWL > 400$ кН.

Судовые средства крепления генеральных грузов считаются выдержавшими испытание, если после приложения пробной нагрузки (PL) оба образца не имеют остаточной деформации и других дефектов, влияющих на их работоспособность.

5. При неудовлетворительных результатах испытаний образцов должны быть проведены испытания при сниженном значении пробной нагрузки (PL'), которая при положительных результатах испытаний должна быть принята исходной величиной для уточнения ранее определенного значения допускаемой рабочей нагрузки (SWL). Окончательное значение безопасной рабочей нагрузки (SWL) определяется по формуле

$$SWL = PL' / k, \text{ кН}. \quad (2)$$

В этом случае производится также уточнение величины разрушающей (разрывной) нагрузки (BL) во всей технической документации, ранее одобренной Регистром.

4 МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ И ИЗДЕЛИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

4.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за изготовлением материалов, конструкций и изделий противопожарной защиты, перечисленных в Номенклатуре РС.

4.1.2 Настоящий раздел определяет объем и порядок технического наблюдения за изготовлением материалов, конструкций и изделий противопожарной защиты судов и охватывает:

- .1** материалы, конструкции и изделия конструктивной противопожарной защиты;
- .2** изделия систем пожаротушения, противопожарного снабжения и огнетушащие вещества.

4.1.3 Общие положения по организации технического наблюдения за изготовлением материалов, конструкций и изделий противопожарной защиты приведены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация».

4.1.4 Техническое наблюдение за изготовлением материалов, конструкций и изделий противопожарной защиты проводится на предприятии (изготовителе) при наличии заявок согласно разд. 4 части I «Общие положения по техническому наблюдению» или соглашению, заключенному между Регистром и предприятием (изготовителем).

4.1.5 Термины, определения и сокращения приведены в части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил и в части VI «Противопожарная защита» Правил классификации и постройки морских судов.

4.1.6 На материалы и изделия противопожарной защиты Регистром выдаются Свидетельства о типовом одобрении (СТО), а на противопожарные конструкции – Свидетельства о типовом одобрении противопожарной конструкции (СТПК) согласно разд. 6 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

4.1.7 При техническом наблюдении за изготовлением материалов, конструкций и изделий противопожарной защиты может применяться Руководство по альтернативным конструкциям, мерам и устройствам для противопожарной безопасности ИМО (см. 1.7 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации и постройки морских судов).

4.2 МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ И ИЗДЕЛИЯ КОНСТРУКТИВНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

4.2.1 Техническое наблюдение за изготовлением материалов и изделий конструктивной противопожарной защиты проводится с целью подтверждения их соответствия применимым требованиям разд. 1.6 и 2.1 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации и постройки морских судов и Кодекса процедур огневых испытаний с дополнениями (см. 1.2 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации и постройки морских судов).

4.2.2 Изделия конструктивной противопожарной защиты (такие как двери, заслонки противопожарные систем вентиляции, устройства автоматического закрытия противопожарных дверей) дополнительно к огневым испытаниям проверяются на работоспособность по одобренной Регистром программе.

Типовое одобрение проходов труб и кабелей, в которых используются теплочувствительные материалы, от которых требуется, чтобы они были и огнестойкими, и водонепроницаемыми и которые предназначены для установки в переборках и палубах пассажирских судов и судов специального назначения, противопожарная защита которых должна быть выполнена как для пассажирских судов, должно включать испытания образца на водонепроницаемость в соответствии с процедурой, изложенной в [приложении 1](#) к настоящему разделу.

Испытание таких проходов на огнестойкость и водонепроницаемость, предназначенных для установки в переборках и палубах грузовых судов и судов специального назначения, противопожарная защита которых должна быть выполнена как для грузовых судов, могут быть выполнены независимо друг от друга.

4.2.3 При одобрении материалов, конструкций и изделий конструктивной противопожарной защиты Регистром рассматривается, по меньшей мере, следующее:

.1 техническая документация, включая описания материала/чертежи конструкции или изделия;

.2 инструкции по применению материала/изготовлению конструкции/установке изделия;

.3 протоколы проведения огневых испытаний, выполненных в признанных РС испытательных лабораториях, либо, если лаборатория не имеет такого признания, протоколы огневых испытаний, проведенных в присутствии инспектора Регистра. Содержание протоколов испытаний должно быть таким, как указано в соответствующих методиках испытаний. Протокол испытаний, как правило, является собственностью заказчика проведения испытаний.

4.2.4 После любой существенной модификации материала/конструкции/изделия одобрение РС утрачивает силу. Одобрение материала/конструкции/изделия после существенной модификации выполняется в установленном РС порядке.

4.2.5 Изготовители материалов, конструкций и изделий конструктивной противопожарной защиты должны иметь систему контроля качества, проверенную компетентными организациями, для обеспечения постоянного соответствия условиям одобрения типа. Альтернативно Регистр может использовать процедуры окончательной проверки материала/конструкции/изделия на соответствие типовому одобрению перед их установкой на судно.

4.2.6 В отдельных случаях РС может производить разовое одобрение материала/конструкции/ изделия без выдачи СТО/СТПК. Такое разовое одобрение действительно только для конкретного судна.

4.2.7 В СТО/СТПК на материалы, конструкции и изделия конструктивной противопожарной защиты включается, по меньшей мере, следующее:

.1 наименование или торговое наименование материала/конструкции/изделия;

.2 подробное описание материала/конструкции/изделия, в частности:

.2.1 для противопожарных конструкций должно быть указано следующее:

тип, толщина, плотность и количество слоев изоляционного материала; размер, тип, материал и способы установки шпилек и шайб крепления; расстояние между шпильками крепления;

максимальные расстояния между шпильками крепления и местами стыков изоляции; величина перекрытия слоев изоляции, если перекрытие слоев применяется;

изоляция и детали ее крепления на ребрах жесткости конструкции;

размеры сетки усиления или иных элементов, в случае их применения;

номер чертежа образца конструкции, которая была испытана;

.2.2 в СТО на негорючие материалы должно быть указано содержание органических веществ;

.2.3 в СТО на отделочные материалы должно быть указано, какая основа была использована для нанесения материала, а также должна содержаться информация о цвете, содержании органических веществ и толщине материала при испытаниях, а также характеристика удельной теплоты сгорания, определенная по стандарту ИСО 1716 «Определение теплотворной способности». Область применения и ограничения должны быть определены с учетом пункта 3 дополнения 4 части 5 приложения 1 Кодекса процедур огневых испытаний, 2010 г.;

.2.4 в СТО на окна должно быть указано, какая сторона была подвержена нагреву в ходе испытания, а также должна содержаться информация о факультативных испытаниях, таких как полив из шланга и/или проверка теплоизлучения;

.3 классификация материала/конструкции/изделия и любые ограничения в его использовании;

.4 используемая(ые) методика(и) испытаний в соответствии с Кодексом процедур огневых испытаний;

.5 номер и дата выдачи протокола(ов) испытаний, наименование и адрес лаборатории, в которой проводились испытания.

4.3 ИЗДЕЛИЯ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ, ПРОТИВОПОЖАРНОГО СНАБЖЕНИЯ И ОГNETУШАЩИЕ ВЕЩЕСТВА

4.3.1 Техническое наблюдение за изготовлением изделий систем пожаротушения, противопожарного снабжения и огнетушащих веществ проводится с целью подтверждения их соответствия требованиям разд. 3 и 5 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации и постройки морских судов.

4.3.2 Техническое наблюдение за изготовлением изделий систем пожаротушения, противопожарного снабжения и огнетушащих веществ производится в соответствии с одобренной Регистром технической документацией, разработанной предприятием (изготовителем) на основании применимых международных и/или национальных стандартов в области пожарной безопасности.

4.3.3 Техническое наблюдение за изготовлением составных частей систем пожаротушения и противопожарного снабжения, таких как насосы, арматура, гибкие соединения, баллоны, электрооборудование, системы управления и др., проводится в соответствии с применимыми разделами настоящей части. В том числе проверяются характеристики изделий, подтверждающие их работоспособность в судовых условиях (стойкость к воздействию морской среды, взрывозащищенное исполнение и т. п.).

4.3.4 Испытания изделий/огнетушащих веществ проводятся по одобренной Регистром программе или по методикам ИМО ([см. табл. 4.3.6](#)) с целью подтверждения их соответствия характеристикам, приведенным в одобренной технической документации.

4.3.5 При одобрении изделий/огнетушащих веществ может быть принято во внимание наличие документов, выданных организациями, компетентными в области пожарной безопасности, или результаты испытаний, проведенных при участии данных организаций, которыми подтверждается возможность использования изделий/огнетушащих веществ для борьбы с пожарами.

4.3.6 Техническое наблюдение за изготовлением изделий/огнетушащих веществ, для которых ИМО разработаны документы, производится в соответствии с этими документами согласно [табл. 4.3.6](#) в зависимости от случая.

Таблица 4.3.6

№ п/п	Изделие/огнетушащее вещество	Документы ИМО
1	Любые	Международный кодекс по системам пожарной безопасности (резолюция MSC.98(73)) с поправками
2	Газовые системы пожаротушения, кроме углекислотных	Пересмотренное руководство по одобрению стационарных газовых систем пожаротушения, эквивалентных указанным в Конвенции СОЛАС-74, для машинных помещений и помещений грузовых насосов (циркуляр ИМО MSC/Circ.848 с поправками, внесенными циркуляром ИМО MSC.1/Circ.1267)
3	Системы водораспыления и системы пожаротушения водяным туманом	Пересмотренное руководство по проектированию и одобрению стационарных систем водяного пожаротушения для помещений ро-ро и помещений специальной категории (циркуляр MSC.1/Circ.1430/Rev.2); Пересмотренное руководство по одобрению эквивалентных водяных систем пожаротушения для машинных помещений и грузовых насосных помещений (циркуляр MSC/Circ.1165 с учетом поправок, внесенных циркулярами MSC.1/Circ.1237, MSC.1/Circ.1269, MSC.1/Circ.1385 и MSC.1/Circ.1386); Руководство по одобрению стационарных систем водораспыления и водяных систем пожаротушения для балконов кают (циркуляр MSC.1/Circ.1268)
4	Спринклерные системы	Пересмотренное руководство по одобрению спринклерных систем, эквивалентных системам, упомянутым в правиле II-2/12 Конвенции СОЛАС-74 (резолюция ИМО A.800(19)) с учетом поправок, принятых резолюциями ИМО MSC.265(84) и ИМО MSC.284(86)

№ п/п	Изделие/ огнетушащее вещество	Документы ИМО
5	Стационарные системы пожаротушения местного применения	Пересмотренное руководство по одобрению стационарных систем пожаротушения местного применения на основе воды для применения в машинных помещениях категории А (циркуляр ИМО MSC.1/Circ.1387)
6	Системы аэрозольного пожаротушения	Пересмотренное руководство по одобрению стационарных аэрозольных систем пожаротушения, эквивалентных стационарным газовым системам пожаротушения, указанным в Конвенции СОЛАС-74, для машинных помещений (циркуляры ИМО MSC.1/Circ.1270 и ИМО MSC.1/Circ.1270/Corr.1))
7	Переносные огнетушители	Пересмотренное руководство по морским переносным огнетушителям (резолюция А.951(23))
8	Пенообразователи	Пересмотренное руководство по характеристикам, критериям испытаний и освидетельствованию пенообразователей для стационарных систем пожаротушения (циркуляры ИМО MSC.1/Circ.1312 и MSC.1/Circ.1312/Corr.1), Руководство по характеристикам, критериям испытаний и освидетельствованию пенообразователей пены средней кратности (циркуляр MSC/Circ.798), Руководство по характеристикам, критериям испытаний и освидетельствованию пенообразователей пены высокой кратности (циркуляр MSC/Circ.670)
9	Системы пожаротушения пеной высокой кратности	Руководство по испытанию и одобрению стационарных систем тушения пеной высокой кратности (циркуляр ИМО MSC.1/Circ.1384), п. 3.4 резолюции ИМО MSC.327(90) «Поправки к Международному кодексу по системам пожарной безопасности»

4.3.7 Испытания по методикам в соответствии с руководствами ИМО проводятся, как правило, признанными Регистром испытательными лабораториями.

4.3.8 Испытание систем пожаротушения пробным давлением проводится в соответствии с табл. 3.13.1 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации и постройки морских судов.

4.3.9 Головные образцы лафетных стволов испытываются на кратность пенообразования и дальность подачи воды, пены или порошка при различных углах возвышения. Длина струи должна соответствовать требованиям технической документации. При испытаниях замеряются давление перед стволом и расход воды, раствора пенообразователя или порошка.

Кратность пенообразования и время дренажа пены не должны отличаться более чем на +10% от значений, определенных при типовом одобрении пенообразователя согласно [п.8 таблицы 4.3.6](#). В СТО должен быть указан пенообразователь, на котором проводились испытания.

4.3.10 При освидетельствовании спринклерных головок проверяется температура вскрытия около 3 % из партии, но не менее трех штук. Типовое одобрение распылителей систем пожаротушения водораспылением и водяным туманом осуществляется на основании результатов испытаний в соответствии с циркуляром ИМО MSC/Circ.1165 с поправками ИМО MSC.1/Circ.1269 – для распылителей открытого типа и в соответствии с Приложением I резолюции ИМО А.800(19) – для автоматических распылителей.

4.3.11 При освидетельствовании предохранительных мембран клапанов баллонов систем углекислотного пожаротушения высокого давления испытываются на разрыв 3 – 6 % мембран от партии в соответствии с требованием 3.8.2.6.1 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации и постройки морских судов.

4.3.12 Испытания головных образцов пеногенераторов пены высокой кратности проводятся в соответствии с приложениями 2 и 3 Руководства по испытанию и

одобрению стационарных систем тушения пеной высокой кратности (циркуляр ИМО MSC.1/Circ.1384).

4.3.13 При испытаниях головных образцов огнетушителей проверяются продолжительность подачи огнетушащего вещества, длина струи и огнетушащая способность при тушении модельного очага пожара соответствующего класса.

4.3.14 При испытаниях головных образцов переносных пенных генераторов проверяются расход раствора пенообразователя, давление на входе в генератор, кратность пены, дальность и высота подачи пены, заполнение пеной всего контура сетки генератора.

Каждый генератор должен быть испытан на прочность при гидравлическом давлении 0,9–1,0 МПа в течение не менее 2 мин.

Кратность пенообразования и время дренажа пены не должны отличаться более чем на $\pm 10\%$ от значений, определенных при типовом одобрении пенообразователя согласно [п.8 таблицы 4.3.6](#). В СТО должен быть указан пенообразователь, на котором проводились испытания.

4.3.15 При испытаниях головных образцов переносных пенных комплектов проверяются производительность по пене и кратность пенообразования при давлении у эжектирующего устройства около 0,3 МПа, а также дальность подачи пены при максимальном давлении.

4.3.16 При одобрении отдельных элементов комплекта снаряжения для пожарных (защитная одежда, ботинки, шлем, дыхательный аппарат) рекомендуется учитывать требование, чтобы их конструкция и комплектация обеспечивали, при одевании полного комплекта снаряжения, защиту всей поверхности кожи пожарного от тепла, излучаемого при пожаре и от ожогов огнем и паром.

ПРОЦЕДУРА ТИПОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРОХОДОВ ТРУБОПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ НА ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ

Типовое одобрение устанавливаемых в переборках и палубах проходов труб и кабелей, в которых используются теплочувствительные материалы и от которых требуется, чтобы они были и огнестойкими, и водонепроницаемыми, должно включать в себя два последовательных испытания образца прохода на водонепроницаемость в соответствии с предполагаемым местом его расположения, а именно:

1 Проход трубопровода или кабелей, испытанный на огнестойкость в соответствии с требованиями части 3 Кодекса ПИО, должен в течение не менее 30 мин подвергаться действию испытательного гидравлического давления, которое должно по меньшей мере в 1,5 раза превышать расчетное при затоплении, как оно определено в 1.3.4.1 части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов, и быть не менее 0,1 МПа. Давление должно прилагаться с той же стороны перекрытия, которое подвергалось испытанию на огнестойкость. При этом испытании не должно наблюдаться протечек.

2 После этого испытание давлением должно быть продолжено еще в течение 30 мин.

Объем протечек воды за время испытания не должен превышать 1 л.

При испытаниях на водонепроницаемость отрезок трубопровода с заглушкой и отрезки кабелей, которые подвергались испытанию на огнестойкость, должны оставаться на месте. Однако перед проведением испытания на водонепроницаемость можно удалить любую изоляцию, установленную для проведения испытания на огнестойкость.

5 МЕХАНИЗМЫ

5.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за созданием и производством механизмов, перечисленных в Номенклатуре РС.

5.1.2 Раздел устанавливает порядок технического наблюдения за изготовлением вышеуказанных объектов технического наблюдения на предприятии (изготовителе).

5.1.3 Общие положения по организации технического наблюдения за изготовлением упомянутых объектов приведены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация».

5.1.4 В настоящем разделе приняты следующие определения и сокращения.

Наружный осмотр – осмотр детали, материала, оборудования; проверка сопровождающих документов, выданных в соответствии с принятой формой наблюдения при изготовлении, и другой документации, определяющей соответствие объектов технического наблюдения одобренной технической документации, например, результаты обмеров, наличие клейм (если они предусмотрены), результаты дефектоскопии и т.п.

По результатам наружного осмотра определяется возможность продолжения процесса изготовления (обработки), монтажа, гидравлического испытания и т.п.

ДВС – двигатель внутреннего сгорания.

ГТЗА – главный турбозубчатый агрегат.

ГТУ – газотурбинная установка.

ГТД – газотурбинный двигатель.

БЗК – быстрозапорный клапан.

ДАУ – дистанционное автоматическое управление.

ДУ – дистанционное управление.

КВД – компрессор высокого давления.

КНД – компрессор низкого давления.

ТВ – турбина высокого давления.

ТН – турбина низкого давления.

ТЗХ – турбина заднего хода.

ППХ – полный передний ход.

ПЗХ – полный задний ход.

ГУП – главный упорный подшипник.

ПБУ – плавучая буровая установка.

Для газовых двигателей применяются определения, приведенные в 9.2 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

5.1.5 Все материалы, включая поковки и отливки, комплектующее оборудование и изделия, идущие на изготовление механизмов и их деталей и комплектации, должны иметь документы, подтверждающие соответствие материала и способа изготовления одобренной технической документации. Эти документы должны быть оформлены в соответствии с Номенклатурой РС.

5.1.6 Датой заявки на освидетельствование ДВС является дата любого документа, который Регистр требует/принимает как заявку, или дата заявки на освидетельствование конкретного двигателя.

5.1.7 Результаты обмеров деталей и монтажных замеров, представленные в процессе изготовления деталей и при их монтаже, должны охватывать все точки замеров, регламентируемые рабочей документацией и инструкциями по монтажу и эксплуатации механизма.

Контроль результатов замеров производится выборочно с целью определения соответствия конструкции объекта технического наблюдения, его размеров и методов проверок требованиям рабочих чертежей.

Требования настоящего пункта следует учитывать при наружном осмотре окончательно обработанных деталей.

5.1.8 На материалы (заготовки), поступившие для механической обработки, а также на комплектующее оборудование и/или детали перед монтажом предъявляются документы, указанные в [5.1.5](#).

5.1.9 При необходимости исправления дефектов на обработанных и необработанных поверхностях отливок, поковок и сварных конструкций следует руководствоваться требованиями частей XIII «Материалы» и XIV «Сварка» Правил классификации и постройки морских судов.

5.1.10 При проведении гидравлических испытаний пробное давление принимается в соответствии с требованиями 1.3 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов, а условия проведения должны отвечать действующим стандартам и следующим требованиям:

- .1** температура окружающего воздуха должна быть не ниже +5 °С;
- .2** разность температур окружающего воздуха и среды, используемой для гидравлического испытания, должна быть не более 10 °С; при этом для исключения отпотевания следует использовать среду с температурой, превышающей температуру окружающего воздуха;
- .3** запрещаются любые работы на деталях, подвергаемых гидравлическому испытанию.

5.1.11 Порядок и объем освидетельствований и испытаний объектов технического наблюдения в процессе их изготовления и монтажа на предприятии (изготовителе) определяется перечнем (см. 12.2 части I «Общие положения по техническому наблюдению»), разработанным предприятием (изготовителем) и одобренным подразделением на основании Номенклатуры РС, а также требований настоящего раздела. При составлении перечня учитываются особенности технологического процесса, принятые на предприятии (изготовителе).

5.1.12 Формы документов предприятия (изготовителя), в том числе таблицы для результатов замеров, таблицы испытаний, удостоверения о предъявлении, разрабатываются с учетом требований перечня, согласованного с инспектором.

5.1.13 Проведение испытаний и их объем, если специальные требования правил отсутствуют, определяются действующими стандартами, одобренными Регистром.

5.1.14 Инспектор, при необходимости, может осуществлять периодические проверки и освидетельствования, не указанные в перечне, но предусмотренные договором о техническом наблюдении или Соглашением об освидетельствовании, например:

- .1** проверку эффективности операций контроля;
- .2** проверку соблюдения технологического процесса;
- .3** проверку узлов, деталей, не включенных в перечень, но качество изготовления которых влияет на работоспособность механизма в целом, а проверка их на окончательной стадии изготовления изделия исключается.

Во всех случаях при обнаружении недопустимого дефекта или нарушения на любом этапе предъявления объекта технического наблюдения инспектор, при необходимости,

может потребовать проведения повторной проверки любой из предшествующих операций в объеме, необходимом для выявления причин и предупреждения возможного появления дефекта.

5.1.15 Методы контроля, инструмент и приспособления для его проведения при изготовлении и монтаже определяются предприятием (изготовителем) по согласованию с Регистром и указываются в документации технологического процесса.

5.1.16 Нормы допусков на изготовление и монтаж, не отраженные в одобренной документации на изготовление, должны быть указаны в документации технологического процесса, одобренной Регистром.

5.2 ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ МОЩНОСТЬЮ 55 КВТ И БОЛЕЕ

5.2.1 Техническое наблюдение за изготовлением двигателей внутреннего сгорания, их узлов и деталей осуществляется в соответствии с требованиями приложения 8, перечня объектов и Номенклатуры РС.

5.2.2 Фундаментные рамы ДВС.

5.2.2.1 Фундаментные рамы двигателей сварной и литосварной конструкций после предварительной обработки и всех сварочных работ (включая устранение дефектов сваркой) должны подвергаться термической обработке по одобренному технологическому процессу.

Незначительные дефекты, устранение которых сваркой не вызывает деформации рамы, по согласованию с инспектором могут быть устранены без последующей термической обработки.

5.2.2.2 При наружном осмотре окончательно обработанной фундаментной рамы ДВС следует руководствоваться положениями [5.1.7](#) и документами органа технического контроля. Выборочной проверкой следует убедиться, что рама отвечает требованиям технической документации в отношении:

- .1 ее конструкции и размеров;
- .2 выполнения сварных соединений;
- .3 выполнения соединений и фиксации ее частей между собой;
- .4 выполнения обработанных поверхностей под сопряжения со следующими

детальями:

клиньями;

станинами;

картерными стойками;

вкладышами рамовых подшипников;

другими деталями;

- .5 выполнения требуемых проверок:

дефектоскопии стальных литых, кованных деталей и сварных швов;

соосности расточек под рамовые подшипники;

положения опорных поверхностей;

положения поверхностей сопряжений;

обеспечения параллельности, перпендикулярности и концентричности поверхностей;

наличия дефектов и их характера;

шероховатости поверхностей.

5.2.3 Картеры.

5.2.3.1 При освидетельствовании картера или отдельных его частей следует руководствоваться применимыми требованиями [5.2.2](#).

5.2.3.2 На пульте управления двигателем или, предпочтительнее, на каждой съемной крышке картера с каждой стороны двигателя и на крышках смотровых лючков должна иметься предупредительная надпись с указанием, что, независимо от предполагаемой величины перегрева внутри картера, крышки не должны открываться до истечения определенного промежутка времени, достаточного для необходимого охлаждения после остановки двигателя.

5.2.3.3 Предохранительные клапаны картеров:

.1 предохранительные клапаны картеров должны иметь Свидетельство о типовом одобрении/ испытании, подтверждающее их соответствие требованиям 2.3.5 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов. Процедура типового испытания для предохранительных клапанов картеров изложена в [приложении 10](#);

.2 предохранительные клапаны картера должны быть установлены в соответствии с Руководством изготовителя по их установке и обслуживанию с учетом размера и типа клапана, предназначенного для установки на конкретном двигателе. Данное Руководство должно входить в комплект поставки предохранительных клапанов картера и содержать следующую информацию:

- описание клапана с указанием функциональных и конструктивных ограничений;
- копию Свидетельства о типовом одобрении/испытании;
- инструкцию по установке;
- инструкцию по обслуживанию и эксплуатации, включая проверку и замену всех уплотнительных устройств;
- о действиях, которые должны быть предприняты в случае взрыва в картере.

Примечание. Копия Руководства должна поставляться на судно вместе с двигателем и храниться на судне;

- .3** клапаны должны иметь маркировку, содержащую:
- наименование и адрес изготовителя;
 - обозначение и размер;
 - дату изготовления;
 - указание заданного положения для установки на двигатель.

5.2.3.4 Устройства обнаружения и сигнализации масляного тумана в картере:

.1 устройства обнаружения и сигнализации масляного тумана в картере должны быть одобрены Регистром типа и соответствовать применимым требованиям 2.3.3 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов. Процедура типовых испытаний устройств обнаружения и сигнализации масляного тумана в картере изложена в [приложении 11](#);

.2 устройства обнаружения и сигнализации масляного тумана в картере должны быть установлены в соответствии с инструкциями и рекомендациями по их установке как изготовителя ДВС, так и изготовителя этих устройств. Инструкции должны включать следующую информацию:

- схему расположения датчиков и системы сигнализации с указанием точек отбора проб из картера, а также расположение труб или кабелей, ведущих к датчику, с указанием диаметра труб;

- анализ, подтверждающий, что выбор точек отбора проб и нормы отбора (если применимо) учитывают устройство и геометрию картера, а также прогнозируемую атмосферу в местах, где может скапливаться масляный туман;

- Руководство изготовителя по обслуживанию и проверкам (испытаниям);

- сведения о типовых или эксплуатационных испытаниях двигателя совместно с системой защиты двигателя, включающей устройства обнаружения и сигнализации масляного тумана одобренного типа.

Примечание. Двигатель, устанавливаемый на судно, должен быть снабжен Руководством изготовителя по обслуживанию и проверкам (испытаниям) устройств обнаружения масляного тумана;

.3 системы устройств обнаружения и сигнализации масляного тумана в картере двигателя должны испытываться по одобренной Регистром программе, как на испытательном стенде, так и на судне, как при остановленном ДВС, так и при его работе в нормальном эксплуатационном режиме. Системы совместно с датчиками должны испытываться на испытательном стенде и на борту судна для демонстрации

функционирования. Оборудование для испытаний должно быть согласовано с Регистром.

5.2.4 Станины и стойки.

При освидетельствовании станин и стоек или отдельных их частей следует руководствоваться применимыми требованиями [5.2.2](#).

5.2.5 Блоки цилиндров.

5.2.5.1 При освидетельствовании блоков цилиндров или отдельных их частей следует руководствоваться применимыми требованиями [5.2.2](#).

5.2.5.2 Блок цилиндров или его секции после окончательной обработки подвергаются испытанию со стороны полости охлаждения пробным гидравлическим давлением в соответствии с требованиями [5.1.10](#); при этом особое внимание обращается на герметичность технологических заделок.

5.2.6 Втулки цилиндров.

5.2.6.1 При освидетельствовании втулок цилиндров следует руководствоваться применимыми требованиями [5.2.2](#).

5.2.6.2 Втулка цилиндра после окончательной обработки подвергается испытанию пробным гидравлическим давлением в соответствии с требованиями 5.1.10.

5.2.6.3 У втулок с охлаждающими буртами особое внимание следует обратить на герметичность технологических заделок сверлений или насадок, образующих полость охлаждения бурта втулки.

5.2.7 Крышки цилиндров.

5.2.7.1 При освидетельствовании крышек цилиндров или отдельных их частей следует руководствоваться применимыми требованиями [5.2.2](#).

Особое внимание следует обращать также на герметичность технологических заделок сверлений и сварных швов приварных обечаек, образующих полость охлаждения крышки цилиндра, а также вставок под установку клапанов.

5.2.7.2 Крышка цилиндра (в сборе при составной крышке) после окончательной обработки подвергается испытанию со стороны полости охлаждения пробным гидравлическим давлением в соответствии с требованиями [5.1.10](#).

5.2.8 Анкерные связи.

Кроме соответствия их размеров и материала особое внимание уделяется состоянию резьбы. При наружном осмотре анкерных связей также проверяются результаты дефектоскопии.

5.2.9 Поршни.

При наружном осмотре окончательно обработанных поршней проверяются:
параллельность плоскостей кепов между собой;
перпендикулярность плоскостей кепов к оси поршня;
перпендикулярность оси расточки под палец головного соединения к оси поршня и расположение этих осей в одной плоскости;
концентричность поверхностей, центр которых лежит на оси поршня;
результаты дефектоскопии.

5.2.10 Штоки поршней.

При наружном осмотре окончательно обработанного штока поршня проверяются:
параллельность или соосность поверхностей сопряжения между собой;
перпендикулярность или соосность поверхностей сопряжения с осью штока;
результаты дефектоскопии.

5.2.11 Шатуны.

При наружном осмотре окончательно обработанного шатуна проверяются:
параллельность поверхностей сопряжения между собой;
перпендикулярность поверхностей сопряжения к оси шатуна;
результаты дефектоскопии.

5.2.12 Крейцкопфы.

При наружном осмотре окончательно обработанного крейцкопфа проверяются:
соосность шеек;
параллельность и смещение образующих поверхностей одной шейки относительно другой;
результаты дефектоскопии и термической обработки.

5.2.13 Коленчатые валы.

5.2.13.1 При наружном осмотре окончательно обработанного коленчатого вала или его деталей проверяются:

параллельность образующих рамовых и шатунных шеек оси коленчатого вала;
отклонение шеек от цилиндрической формы;

углы заклинки кривошипов, радиусы кривошипов; перпендикулярность образующих шатунных и рамовых шеек к поверхностям щек; биение шеек, фланцев и мест под посадку шестерни или звездочки привода распределительного вала;

соблюдение радиусов и шероховатости галтелей шеек и фланцев, а также масляных каналов; результаты дефектоскопии и термической обработки;

шероховатость поверхностей рамовых и шатунных шеек.

5.2.13.2 У составных и полусоставных коленчатых валов, кроме перечисленных выше проверок, проверяются:

шероховатость обработанных поверхностей под запрессовку;

отклонения посадочных поверхностей от цилиндрической формы;

перпендикулярность осей отверстий под запрессовку шеек к боковым поверхностям щек; совпадение масляных каналов в шейках и щеках;

величина принятого натяга при запрессовке шеек в щеки.

5.2.14 Подшипники рамовые, шатунные, крейцкопфные и встроенные упорные подшипники.

При наружном осмотре окончательно обработанных вкладышей подшипников под заливку или подшипников, полностью изготовленных из антифрикционного материала, или после заливки проверяются:

концентричность сечений;

перпендикулярность торцевых поверхностей к оси расточки;

концентричность заливки;

прилегание подшипников к постелям;

обеспечение натяга при посадке (втулки-подшипники);

результаты дефектоскопии заливки;

обеспечение плотности прилегания и величины натяга (тонкостенные подшипники).

5.2.15 Болты и шпильки шатунов, рамовых подшипников, цилиндрических крышек, крепления противовесов на щеках коленчатых валов и соединений секций коленчатых валов, крепления демпферов крутильных колебаний.

При наружном осмотре окончательно обработанных болтов и шпилек проверяются:

концентричность сечений;

перпендикулярность образующих к торцевым поверхностям;

длина болта, зафиксированная на теле болта;

результаты дефектоскопии.

5.2.16 Регуляторы частоты вращения, предельные выключатели.

Окончательно собранные регуляторы частоты вращения и предельные выключатели испытываются на стенде или совместно с испытываемым механизмом при испытаниях этого механизма на стенде.

5.2.17 По окончании освидетельствования узлов и деталей ДВС осуществляется техническое наблюдение за монтажом двигателя на стенде.

Начало сборки двигателя определяет установка фундаментной рамы на стендовые балки. В процессе монтажа контролируются:

- .1 установка фундаментной рамы в горизонтальном положении в необжатом состоянии с подгонкой клиньев;
- .2 пригонка, фиксация и крепление отдельных частей рамы между собой; при этом у фундаментных рам ДВС со съёмными сварными поддонами большой длины следует обратить внимание на установку крепления поддона и его частей;
- .3 затяжка болтов и упоров с последующей проверкой горизонтальности верхней плоскости рамы;
- .4 снятие реперных линий;
- .5 проверка соосности постелей рамовых подшипников;
- .6 пригонка вкладышей рамовых подшипников по постелям и пригонка опорно-упорного подшипника;
- .7 проверка поддона на непроницаемость;
- .8 укладка коленчатого вала с проверкой прилегания рамовых шеек к подшипникам, проверка горизонтальности и разворота вала, а также боя рамовых шеек, замер расцепов;
- .9 установка зазоров рамовых, опорноупорного и упорного подшипников;
- .10 монтаж картерных стоек, станин и их частей, центровка параллелей;
- .11 монтаж и центровка блока цилиндров или отдельных блоков, проверка пригонки поверхностей соединения отдельных частей блока цилиндров между собой, их фиксация и крепление;
- .12 затяжка анкерных связей и подшипников с регламентированной затяжкой (производится по инструкции предприятия (изготовителя));
- .13 контрольная проверка расцепов после затяжки анкерных связей и установки валоповоротного устройства (маховика);
- .14 монтаж и центровка привода газораспределения и распределительного вала;
- .15 монтаж цилиндровых втулок;
- .16 установка деталей движения;
- .17 центровка движения с установкой монтажных зазоров в подшипниках;
- .18 монтаж цилиндровых крышек с арматурой и аппаратурой, прошедших испытания и регулировку;
- .19 монтаж систем двигателя;
- .20 монтаж и центровка приводных и/или газотурбинных воздухонагнетателей;
- .21 проверка стопорения деталей.

5.2.18 При проведении стендовых испытаний ДВС следует руководствоваться требованиями [5.12](#) и [приложения 7](#) с учетом следующего (что применимо и не противоречит требованиям [5.12](#) и [приложения 7](#)):

- .1 до выведения ДВС на режим проверяются системы управления, регулирования, сигнализации и защиты, а именно:
 - блокировка системы управления пуском с валоповоротным устройством;
 - количество пусков с определением расхода воздуха при различных давлениях;
 - работа регуляторов;
 - действие предельного выключателя;
 - действие системы аварийно-предупредительной сигнализации и защиты;
 - действие систем ДАУ и ДУ по программе испытаний, реверсирование на различных режимах с замером времени, работа на минимально устойчивой частоте вращения, действие устройства аварийной остановки двигателя;
- .2 проверяется работа ДВС на режимах, предусмотренных программой, включая реверсирование, при этом фиксируются следующие параметры:
 - температура и давление на входе и выходе (для системы смазки);

температура и давление воды внешнего и замкнутого контуров на входе и выходе, в том числе на воздухоохладителях (для системы охлаждения);

параметры, связанные с рабочим процессом: давление, температура и влажность окружающего воздуха, давление воздуха наддува, давление сжатия, давление сгорания, среднее эффективное давление, температура газов по цилиндрам, температура газов до и после турбонагнетателя, противодавление выпуску;

прочие: мощность, частота вращения двигателя, частота вращения турбонагнетателя;

.3 по окончании стендовых испытаний производится выборочная ревизия деталей ДВС в объеме, предусмотренном программой стендовых испытаний.

.4 проводится сборка ДВС с выборочной проверкой результатов замеров деталей, кроме ДВС, отправляемых в разобранном виде, если по результатам ревизии не требуется проведение контрольных испытаний;

.5 проводятся контрольные испытания с проверкой необходимых параметров.

5.3 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ МОЩНОСТЬЮ МЕНЕЕ 55 КВт

5.3.1 Техническое наблюдение за изготовлением вспомогательных ДВС, их узлов и деталей осуществляется в соответствии с применимыми требованиями [5.2](#) и требованиями [5.12](#).

5.4 ГЛАВНЫЕ ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ И ТУРБИНЫ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ

5.4.1 Техническое наблюдение за изготовлением главных паровых турбин, турбин электрогенераторов, их узлов и деталей осуществляется в объеме, указанном в [табл. 5.4.1](#) и в соответствии с требованиями настоящей главы.

Таблица 5.4.1

Объект технического наблюдения	Осмотр материалов, заготовок, узлов, деталей	Проверка сопровождающих документов, клейм	Дефектоскопия	Гидравлические испытания	Специальные испытания	Стендовые испытания
Главные паровые турбины и турбины электрогенераторов						+
Корпуса турбин	+	+	+	+		
Корпуса сопловых коробок и маневровых устройств	+	+		+		
Сопла	+	+				
Диафрагмы	+	+			+	
Диски	+	+	+		+	
Лопатки	+	+	+		+	
Уплотнения	+	+				
Роторы и валы	+	+	+		+	
Подшипники	+	+	+		+	
Соединительные муфты	+	+			+	
Бандажи и связующая проволока	+	+				
Болты для соединения разъемов корпусов	+	+	+			

5.4.2 Корпуса турбин.

5.4.2.1 Корпуса турбин литой, сварной и литосварной конструкций после предварительной обработки (включая все сварочные работы) подвергаются термической обработке по одобренному технологическому процессу.

5.4.2.2 При наружном осмотре окончательно обработанного корпуса турбины необходимо убедиться в следующем:

сварные соединения, обработанные поверхности под клинья, для соединения отдельных частей корпуса, под вкладыши подшипников, уплотнения, диафрагмы, сопла и направляющий аппарат выполнены согласно требованиям технической документации;

дефектоскопия сварных швов и основного материала, проверка соосности расточек постелей под уплотнения, подшипники, сопла и направляющий аппарат проведены одобренными методами;

сварные швы выполнены требуемым калибром и не имеют дефектов;

поверхности соединения отдельных частей корпуса турбины между собой пригнаны и зафиксировано их положение относительно друг друга;

отверстия под болтовые соединения соосны, а их образующие перпендикулярны к поверхностям под гайки (головки);

поверхности под подшипники, уплотнения и направляющий аппарат концентричны и не имеют конусности и эллиптичности, а их ось лежит в плоскости горизонтального разъема и перпендикулярна к торцовым поверхностям расточек.

5.4.2.3 Окончательно обработанный корпус турбины подвергается гидравлическому испытанию согласно требованиям [5.1.10](#).

5.4.3 Корпуса сопловых коробок и маневровых устройств.

5.4.3.1 При наружном осмотре окончательно обработанных корпусов сопловой коробки и маневрового устройства следует руководствоваться требованиями [5.4.2](#), при этом особое внимание обращается на запрессовку гнезд клапанов и обработку мест присоединений.

5.4.3.2 Окончательно обработанные корпуса сопловой коробки и маневрового устройства должны быть подвергнуты гидравлическому испытанию согласно требованиям [5.1.10](#).

5.4.4 Сопла.

При наружном осмотре окончательно обработанных сопел следует убедиться, что профили выполнены в соответствии с требованиями технической документации, а на поверхностях отсутствуют подрезы, трещины и другие дефекты.

5.4.5 Диафрагмы.

5.4.5.1 Все соответствующие требования [5.4.2](#) для контроля литых и литосварных корпусов относятся также к диафрагмам.

5.4.5.2 Диафрагмы (чугунные и стальные) с залитыми в них лопатками после тщательной очистки должны быть предъявлены инспектору для проверки качества заливки лопаток.

При наличии плохо залитых лопаток или лопаток с явными признаками пережога диафрагмы бракуются.

5.4.5.3 Стенки каналов должны быть ровными; при этом особое внимание обращается на места выхода лопаток из металла диафрагмы.

5.4.5.4 Инспектор должен проверить правильность заполнения паспорта обмера каналов диафрагм.

5.4.5.5 Диафрагмы в присутствии инспектора должны быть подвергнуты испытаниям на прогиб; при этом после снятия нагрузки у диафрагм не должно быть остаточных деформаций.

5.4.6 Диски.

5.4.6.1 Окончательно обработанные диски должны быть предъявлены инспектору для освидетельствования качества обработанных поверхностей, на которых не должно быть трещин, раковин и других дефектов.

Торцы втулок (ступиц), ободов, разгрузочные отверстия, отверстия втулок, места галтелей должны быть тщательно заполированы.

Диски должны быть обмерены, и результаты занесены в паспорта.

5.4.6.2 Каждый диск должен быть подвергнут дефектоскопии одобренным Регистром методом и статической балансировке до насадки на вал.

Если диски насаживаются на вал облопаченными, то первая балансировка (без облопачивания) инспектору может не предъявляться.

5.4.7 Лопатки.

5.4.7.1 При осмотре окончательно обработанных лопаток необходимо убедиться в следующем:

профили и хвостовые части под посадку выполнены в соответствии с технической документацией;

кромки лопаток скруглены и не имеют царапин или зазубрин;

полированные лопатки не имеют следов механической обработки.

Особое внимание должно быть обращено на нарезку хвостовой части лопаток, которая должна быть выполнена чисто, без задигов и обеспечивать правильную постановку лопаток по месту без слабины и излишнего натяга.

5.4.7.2 Каждая лопатка должна быть подвергнута дефектоскопии одобренным Регистром методом; при этом не допускаются к применению лопатки, имеющие трещины, раковины и подобные дефекты.

5.4.7.3 У окончательно обработанных лопаток, составленных в пакеты, должна быть проверена частота собственных колебаний.

5.4.8 Уплотнения.

При осмотре уплотнений следует убедиться, что их рабочие элементы концентричны, ось расточки перпендикулярна торцовым поверхностям, пружины имеют необходимую жесткость.

5.4.9 Роторы и валы.

5.4.9.1 При наружном осмотре окончательно обработанных роторов или валов необходимо убедиться в следующем:

дефектоскопия выполнена одобренным методом;

сечения шеек и их поверхности, радиусы всех галтелей, упорный гребень, а также обработанные поверхности под посадку дисков, лопаток, обойм уплотнений и частей муфт выполнены в соответствии с технической документацией;

все обработанные поверхности обмерены, и результаты обмеров занесены в паспорт; шероховатость обработанных поверхностей измерена и занесена в паспорт;

болтовые соединения частей составных барабанов надежно застопорены.

5.4.9.2 Особое внимание обращается на правильность расположения и обработки колодцев для замковых лопаток и проверку пригонки шпонок.

5.4.9.3 Облопаченный ротор предъявляется инспектору для наружного осмотра, при котором необходимо убедиться в следующем:

посадка дисков, обойм уплотнений, упорного гребня и других насадных частей выполнена с натягами, предусмотренными технической документацией;

лопатки установлены без слабин и излишних натягов;

бандажная лента после расклейки шипов не имеет надрывов и надежно закреплена;

связующая проволока закреплена предусмотренным способом с применением надлежащего сплава.

5.4.9.4 Окончательно собранный ротор со всеми насаженными на него деталями подвергается индицированию и динамической балансировке, результаты которых заносятся в паспорт ротора и предъявляются инспектору.

5.4.10 Подшипники.

При наружном осмотре окончательно обработанных подшипников необходимо убедиться в следующем:

обработанные под постель и шейки опорные поверхности вкладышей соответствуют требованиям рабочих чертежей;

дефектоскопия и специальные испытания (сцепление, металлография) проведены одобренными методами.

5.4.11 Соединительные муфты.

5.4.11.1 При наружном осмотре окончательно обработанных соединительных муфт необходимо убедиться, что обработанные поверхности под посадку на валы (ротор), шпоночные пазы, зубчатые венцы, отверстия под запрессовку втулок, втулки и пальцы, термическая обработка зубьев выполнены в соответствии с технической документацией.

5.4.11.2 Динамическая балансировка, а при необходимости – окончательная обработка соединительных муфт, должны производиться совместно с ротором (валом).

5.4.12 Бандажи и связующая проволока.

В дополнение к требованиям [5.4.9.3](#) контроль бандажей и связующей проволоки осуществляется также в отношении использованных материалов и соответствия их технической документации.

5.4.13 Болты и шпильки для соединения разъемов корпуса проверяются согласно требованиям [5.2.15](#).

5.4.14 По окончании освидетельствования узлов и деталей паровых турбин в процессе их изготовления осуществляется техническое наблюдение за монтажом турбины; при этом необходимо убедиться в том, что:

узлы и детали турбины, поступившие на монтаж, не имеют повреждений при транспортировке; укладка ротора произведена в соответствии с требованиями технической документации на монтаж;

кроме того, проверяются:

пригонка подшипников по постелям;

пригонка подшипников по шейкам ротора;

пригонка подушек упорного подшипника;

установка зазоров в подшипниках;

установка зазоров в скользящих опорах;

крепление эластичных опор;

установка диафрагм, уплотнений;

аксиальные и радиальные зазоры в проточной части и в уплотнениях;

фиксация и крепление разъемов корпуса турбины;

прилегание головок болтов и гаек к фланцам корпуса турбины;

центровка ротора турбины с торсионным валом или валом шестерни первой ступени редуктора с обеспечением требуемых контактов на контактных поверхностях соединительных полумуфт;

представленные результаты замеров монтажа, выполненные органом технического контроля одобренным методом.

5.4.15 При проведении стендовых испытаний паровых турбин необходимо руководствоваться требованиями [5.12](#), а также приведенными ниже требованиями.

5.4.15.1 До вывода турбины на режим следует проверить работу систем регулирования, управления и аварийно-предупредительной сигнализации и защиты. При этом проверяются:

зазоры в упорном и рамовых подшипниках с помощью штатных устройств;

блокировка валоповоротного устройства с органами управления (быстрозапорный клапан – БЗК);

осевое перемещение ротора, при котором закрывается БЗК;

открытие и закрытие быстрозапорного клапана, в том числе ручным приводом, и закрытие БЗК устройством экстренной остановки турбины;

срабатывание БЗК на закрытие при падении давления в системе смазки турбины и редуктора и в системе управления;

работа регуляторов частоты вращения;

срабатывание БЗК на закрытие при достижении турбиной частоты вращения, превышающей предельно допустимую, от измерителя скорости, бойкового выключателя;

закрывание БЗК при повышении давления в конденсаторе;

работа клапанов отбора пара.

5.4.15.2 При проверке работы турбины на режимах, предусмотренных программой, включая аварийные режимы и реверсирование, фиксируются следующие параметры:

давление пара перед соплами каждого корпуса;

давление в конденсаторе;

давление отборов;

температура пара перед соплами;

температура пара отборов;

температура конденсата;

давление пара на всех ступенях эжекторов;

- давление масла в системе смазки;
- давление масла в системе регулирования и защиты;
- температура масла в системе смазки;
- частота вращения на выходном вале редуктора;
- время реверсирования с ППХ на ПЗХ и обратно;
- время выбега турбины.

5.4.15.3 Стендовые испытания и ревизия редуктора, муфт, упорного подшипника и навешенных механизмов проводится согласно требованиям соответствующих глав настоящего раздела.

5.4.15.4 По окончании стендовых испытаний производится ревизия турбин с выборочной проверкой результатов замеров деталей, при этом, как правило, подлежат осмотру:

- ротор и его детали;
- рамовые и упорный подшипники;
- уплотнения;
- корпус и его детали.

5.4.15.5 После ревизии и устранения дефектов производится сборка турбины и контрольные испытания с проверкой необходимых параметров.

5.5 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ

5.5.1 Техническое наблюдение за изготовлением вспомогательных паровых турбин, их узлов и деталей осуществляется в объеме, указанном в [табл. 5.5.1](#), и в соответствии с применимыми требованиями [5.4](#) и [5.12](#).

Таблица 5.5.1

Объект технического наблюдения	Осмотр материалов, заготовок, узлов, деталей	Проверка сопровождающих документов, клейм	Дефектоскопия	Гидравлические испытания	Специальные испытания	Стендовые испытания
Вспомогательные паровые турбины						+
Корпуса турбин	+	+	+	+		
Корпуса сопловых коробок	+	+		+		
Сопла	+	+				
Диски	+	+	+			
Лопатки	+	+	+		+	
Роторы и валы	+	+	+		+	
Подшипники	+	+	+		+	

5.6 ГЛАВНЫЕ ГАЗОТУРБИННЫЕ ДВИГАТЕЛИ (ГТД) И ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ (ГТ) ДЛЯ ПРИВОДА ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ

5.6.1 Техническое наблюдение за изготовлением главных ГТД, ГТ для привода электрогенераторов, их узлов и деталей осуществляется в соответствии с требованиями настоящей главы в объеме, указанном в [табл. 5.6.1](#).

Таблица 5.6.1

Объект технического наблюдения	Осмотр материалов, заготовок, узлов, деталей	Проверка сопровождающих документов, клейм	Дефектоскопия	Гидравлические испытания	Специальные испытания	Стендовые испытания
Рама ГТД и его опоры	+	+	+			
Воздухоприемное устройство	+	+		+		
Корпуса турбин и компрессоров	+	+	+	+		
Сопловые аппараты	+	+	+		+	
Диафрагмы	+	+			+	
Диски и цапфы компрессоров и диски турбин	+	+				
Лопатки турбин и компрессоров	+	+	+		+	
Роторы и валы турбин компрессоров	+	+	+		+	
Валы (рессоры) соединения турбин с компрессорами	+	+	+		+	
Торсионные валы соединения турбин с зубчатыми передачами	+	+	+		+	
Лопатки спрямляющих аппаратов компрессоров и поворотные лопатки реверсивных устройств	+	+	+			
Жаровые трубы камер сгорания, регенераторы	+	+	+			
Цилиндры реверса	+	+		+		
Ленты перепуска газа, воздуха	+	+	+			
Уплотнения	+	+				
Подшипники	+	+				
Бандажи, связующая проволока	+	+				
Соединительные муфты	+	+			+	
Болты для соединения разъемов корпусов турбин и компрессоров	+	+	+			

5.6.2 При наружном осмотре фундаментной рамы ГТД после ее окончательной обработки следует руководствоваться требованиями [5.2.2](#).

5.6.3 При наружном осмотре окончательно обработанного входного устройства забора воздуха внешним осмотром и измерением определяется качество сварных швов и чистота обработки поверхностей разъемных соединений. Если внутренняя полость входного устройства используется для охлаждения и конденсации паров масла, то

входное устройство должно быть подвергнуто испытанию на непроницаемость внутренних полостей после окончания сварочных работ и механической обработки.

5.6.4 При наружном осмотре окончательно обработанных корпусов компрессоров и турбин следует руководствоваться положениями [5.4.2](#), соответственно их конструкции. Следует обращать особое внимание на чистоту обработки сопрягаемых поверхностей корпусов по их разъемам, соединяющимся при помощи болтов без применения прокладок для обеспечения газозащитной непроницаемости при работе. Такие поверхности должны проверяться на отсутствие коробления. Проверка может производиться установкой детали на проверочную плиту. Щуп размером 0,05 мм не должен проходить между плитой и проверяемой поверхностью свободно лежащей детали. Качество обработки сопрягаемых поверхностей должно быть не ниже требований чертежа.

При осмотре собранных корпусов компрессоров должно быть обращено внимание на качество монтажа металлокерамических вставок лабиринтных уплотнений, отсутствие их подвижности, качество обработки поверхности. Следует проверить качество монтажа спрямляющих аппаратов и соответствие площади проходных сечений требованиям чертежа.

5.6.5 При осмотре опорных венцов турбин ГТД должно быть обращено внимание на качество выполнения сварных швов, обработки сопрягаемых с другими узлами поверхностей, обработки посадочных мест под обоймы подшипников качения, качество выполнения клепаных соединений. Прослабление заклепок, неполное формирование головок заклепок и их перекося не должны допускаться, должна быть проверена установка жиклеров подачи смазки на подшипники и проверена их производительность, должна быть проведена проверка непроницаемости маслоподводящих и отливных труб по соединениям, а также труб подвода воздуха к лабиринтным уплотнениям.

5.6.6 При осмотре окончательно изготовленных сопловых аппаратов должно быть обращено внимание на качество выполнения сварных и клепаных соединений и обработки сопрягаемых поверхностей. При наличии литых деталей должно быть обращено внимание на качество отливок. Отливки должны отвечать требованиям одобренной документации. Особое внимание должно быть обращено на соответствие проходных сечений сопловых аппаратов требованиям чертежа и соответствие профиля и шероховатости поверхности сопел. Качество сварных швов, которыми приварены сопла, должно быть проверено неразрушающими методами контроля. Трещины и непровары не допускаются.

Сопловые аппараты с залитыми в них соплами после тщательной очистки должны быть предъявлены инспектору для проверки качества заливки. При наличии плохо залитых сопел или сопел с явными признаками пережога сопловые аппараты бракуются. Контроль отсутствия дефектов должен проводиться неразрушающими методами дефектоскопии.

При осмотре сопловых аппаратов должно быть проверено качество металлокерамических и сотовых частей уплотнений, отсутствие коробления.

Выкрашивание металлокерамики, забоины на сотах не допускаются.

5.6.7 При наружном осмотре диафрагм, спрямляющих аппаратов следует руководствоваться положениями [5.4.5](#).

5.6.8 При наружном осмотре окончательно обработанных дисков и цапф компрессоров и дисков турбин должны быть проверены обработка поверхностей, пазов для крепления лопаток, соответствие размеров деталей требованиям чертежа, результаты специальных видов контроля, термообработок, результаты динамической балансировки, если это требуется чертежом, до установки их на ротор. Кроме того, следует руководствоваться положениями [5.4.6](#).

5.6.9 При осмотре окончательно обработанных рабочих лопаток компрессоров и турбин проверяются шероховатость поверхностей профилей пера лопаток и хвостовых частей, входящих и выходящих кромок, отсутствие забоин и выполнение замковой части лопаток.

Литые охлаждаемые лопатки турбин, имеющие охлаждающие каналы, должны быть проверены на соответствие толщин стенок по всем сечениям, указанным в чертеже; при этом должны быть проверены результаты проливки каналов для определения их пропускной способности. Особое внимание следует обращать на обработку входных и выходных кромок. Лопатки, имеющие трещины, забоины, утоненные стенки по охлаждаемым каналам, входным и выходным кромкам, не могут допускаться к установке в ротор.

Литые и штампованные рабочие лопатки компрессоров и турбин должны изготавливаться по техническим условиям, одобренным Регистром. Эти технические условия должны предусматривать требования, предъявляемые:

- к материалам;
- к механическим свойствам;
- к состоянию поверхностей;
- к макро- и микроконтролю;
- к специальным видам контроля и испытаний;
- к специальным видам обработки;
- к шихтовым материалам;
- к контролю литья;
- к нормам допустимых дефектов.

Кроме того, см. также положения [5.4.7](#).

5.6.10 При наружном осмотре окончательно обработанных и облопаченных роторов турбин и компрессоров следует руководствоваться требованиями [5.4.9](#), соответственно их конструкции.

Необходимо обратить внимание на отсутствие видимых дефектов (таких, как вмятины и забоины на кромках лопаток, гребешках лабиринтовых уплотнений, резьбовых поверхностях и шлицах), а также трещин и коррозии.

При этом следует проверить:

.1 люфт рабочих лопаток, выступление их торцевой части из пазов дисков, которое по отношению к смежным лопаткам не должно быть более допустимого по чертежу;

.2 паспорта на рабочие лопатки, диски и валы; при этом должно быть обращено внимание на результаты динамической балансировки роторов и дефектоскопического контроля деталей (люминесцентного контроля рабочих лопаток, цветной дефектоскопии дисков и ультразвукового контроля валов);

.3 результаты частотного контроля и отжига в среде инертных газов, а также установку стопорных замков лопаток и крепление балансировочных грузиков.

При барабаннодисковой конструкции роторов компрессоров должны быть проверены документы, подтверждающие соблюдение температурных режимов нагрева дисков и давлений их напрессовки, а также установка фиксирующих штифтов в соединении смежных дисков и цапф с дисками.

5.6.11 При наружном осмотре окончательно изготовленных валов компрессоров и турбин следует обратить внимание на качество сварки, если валы изготавливаются сварными из отдельных заготовок. Технические условия на их изготовление, одобренные Регистром, в которых должны быть оговорены метод сварки, вид термообработки, методы контроля сварных соединений, механические свойства материала заготовок вала после термообработки и условия проведения контроля

механических свойств вала и сварного соединения. Дефекты сварных швов валов не допускаются.

Готовые валы должны быть проверены на соответствие требованиям чертежа по размерам, шероховатости поверхностей; при этом проверяются результаты динамической балансировки вала.

5.6.12 При наружном осмотре окончательно обработанных валов (рессор) соединения турбин с компрессорами и торсионных валов с зубчатыми передачами должны быть проверены результаты дефектоскопического контроля материала вала, соответствие шероховатости поверхностей, шлицев, посадочных поверхностей под обоймы подшипников качения и т. п. требованиям чертежа.

5.6.13 При наружном осмотре окончательно изготовленных лопаток спрямляющих аппаратов компрессоров и поворотного реверсивного устройства должно быть проверено их соответствие требованиям одобренных чертежей по размерам, профилю и чистоте поверхности.

5.6.14 Внешним осмотром и измерением с применением шаблонов проверяется качество выполнения сварных соединений окончательно изготовленных камер сгорания и жаровых труб; стыковые швы подлежат проверке радиографическим контролем.

Завихрители жаровых труб должны быть проверены на соответствие их проходных сечений на пропускную способность по воздуху. Результаты этой проверки отражаются в паспорте завихрителя.

Эмалированные жаровые трубы должны быть проверены на качество эмалевого покрытия поверхностей. Не допускается заплата эмалью воздухоподводящих отверстий. Свободное сечение этих отверстий должно быть не менее указанного в чертеже трубы.

Жаровые трубы должны быть проверены на отсутствие осевого коробления (биения) по каждой из обечаек. Допустимое биение должно быть указано в чертеже.

Кроме того, по камерам сгорания, жаровым трубам и регенераторам – см. также [разд. 9](#) настоящей части и разд. 5 Руководства по техническому наблюдению за постройкой судов.

5.6.15 При наружном осмотре окончательно изготовленных цилиндров реверса ГТД должно быть проверено качество обработки внутренней рабочей поверхности, результаты гидравлического испытания, а также должны быть осмотрены все детали привода управления реверсом.

5.6.16 При наружном осмотре окончательно изготовленных лент перепуска воздуха и газов должны быть проверены результаты термообработки и дефектоскопии лент, качество сварных (клепанных) соединений и отсутствие коробления полотна лент.

5.6.17 При наружном осмотре деталей уплотнения турбин должно быть проверено, что их рабочие элементы обработаны в соответствии с требованиями одобренной документации по величине зазоров и шероховатости поверхностей, а металлокерамические вставки и напыление не имеют дефектов и установлены без люфта. Выкрашивание керамики и напыленного слоя не допускается.

Состояние уплотнительных гребешков должно соответствовать требованиям чертежа.

5.6.18 При наружном осмотре подшипников качения необходимо убедиться, что их типы и размеры соответствуют требованиям чертежа узла, в который они устанавливаются. Если должны применяться термостойкие подшипники, то вместо них не могут устанавливаться обычные.

На рабочих поверхностях обойм (наружных и внутренних) сепаратора, шариков и роликов не должно быть трещин, коррозии, вмятин, сколов и других дефектов, влияющих на надежную работу подшипников.

Если в конструкции подшипникового узла применяется нагрузочное устройство, то должна быть проверена тарировка создаваемой нагрузки.

5.6.19 При осмотре соединительных и эластичных муфт необходимо убедиться, что поверхности под посадку на вал, ротор, фланцевые соединения, зубчатые венцы, шпоночные пазы, отверстия, втулки, пальцы, шлицы, эластичные муфты обработаны в соответствии с требованиями чертежа. При изготовлении деталей эластичных муфт из титановых сплавов заготовки должны соответствовать техническим условиям, одобренным Регистром. При осмотре готовых деталей из титановых сплавов следует особо обращать внимание на шероховатость обработанных поверхностей, результаты специальных видов контроля, термообработки.

После окончательной сборки соединительные и эластичные муфты должны быть динамически отбалансированы до установки в сборочный узел (ротор, вал, шестерня и т.п.) изделия.

5.6.20 Наружный осмотр трубопроводов ГТД проводится при осмотре окончательно собранного двигателя, смонтированного на фундаментной раме. При этом необходимо убедиться, что все трубопроводы (топливный, масляный, сжатого воздуха, углекислотного тушения, трубопроводы разгрузки межлабиринтных полостей и другие) смонтированы на двигателе в полном соответствии с требованиями одобренной документации, гибкие вставки топливного и масляного трубопроводов установлены без недопустимых натягов, изгибов, перекосов и тому подобного, что может привести к их повреждению; качество сварки труб, их соединения выполнены согласно требованиям чертежей; обеспечен доступ к соединениям, форсункам, арматуре и другим узлам, требующим обслуживания в эксплуатации.

5.6.21 При проведении стендовых испытаний ГТД и ГТУ необходимо руководствоваться 5.12 и следующими требованиями:

- .1** до запуска ГТУ проверяются:
 - зазоры в упорных и рамовых подшипниках штатными устройствами;
 - блокировка валоповоротного устройства со стартерами;
 - осевой сдвиг роторов, при котором срабатывает сигнализация с последующим прекращением подачи топлива;
 - сигнализация и защита по предельной частоте вращения от всех каскадов и турбин винта или привода электрогенератора;
 - сигнализация о последующем прекращении подачи топлива в случаях падения давления охлаждающей воды, повышения температуры охлаждающей воды, падения давления в системе смазки и повышения температуры рабочего тела;
 - действие противопожарного устройства;
 - сигнализация и регулировка подачи топлива по давлению воздуха на КВД;
 - работа ГТУ по схеме аварийного режима;
 - время реверсирования с НИХ на ПЗХ и обратно;
 - время выбега турбин;
 - испытание на угонную пробу;
 - готовность ГТУ к запуску;
 - .2** проверяются ложный запуск и холодная прокрутка с замерами тока стартеров, времени работы стартеров, оборотов КВД, выбегов и давления масла ГТУ;
 - .3** проверяется запуск двигателя с замером тока стартеров, времени работы стартеров и других основных параметров, характеризующих работу ГТУ при запуске.
- При работающем двигателе проверяется:
- невозможность включения электродвигателей прокрутки КНД и КВД;
 - невозможность отключения электромасляных насосов:
 - двигателя, редуктора, приводного компрессора, системы автоматики;
 - невозможность осуществления реверса и режима «стоп-винт» при работе двигателя на режиме выше допустимого для выполнения маневров (например, при нагрузке выше 0,5 номинальной мощности);

невозможность управления лентой перепуска воздуха кнопкой вручную;
невозможность включения системы зажигания;

.4 при работе ГТУ на холостом ходу проверяются все параметры, а также сигнализация:

«Маслонасос ГТУ работает»;
«Маслонасос автоматически работает»;
«Маслонасос редуктора работает»;
«Система термоограничения включена»;
«Лента перепуска воздуха открыта»;

.5 производятся проверки защит ГТД и прочие проверки:
защиты по давлению масла в двигателе;
защиты по давлению масла в приводном от ГТД механизме (редукторе, электрогенераторе, компрессоре);
защиты по давлению топлива;
срабатывания термозащиты по запуску;
системы термоограничения перед режимной работой ГТД;
системы термоограничения на рабочих режимах ГТД;
согласование измерителей температуры, выходящих газов с задатчиком регулятора температуры;

приемистости ГТУ;
срабатывания защит от разноса;
герметичности системы пускового топлива;
полярности подключения термодпар на регуляторе температуры;
страивания из межлабиринтных полостей на отсутствие выброса масла;
работы ограничителя нарастания давления топлива;
включения, отключения резервного топливного насоса;
консервативности системы реверса по падению давления воздуха;
отсутствия помпажных явлений;
режима «стоп-винт»;
защиты по давлению масла автоматики;
защиты от разноса турбины винта;

.6 проверяется работа ГТУ на режимах, предусмотренных программой, включая реверсирование. При работе ГТУ на всех режимах проверяется газозащитонепроницаемость соединений корпусов ГТУ по вертикальным и горизонтальным разъемам;

.7 проверяются остановки ГТУ:
нормальная;
экстренная;
аварийная;

.8 стендовые испытания механизмов, приводимых от ГТД, и их ревизия проводятся в соответствии с положениями [5.12](#);

.9 после окончания стендовых испытаний проводится ревизия газотурбинного двигателя с осмотром и дефектацией всех узлов и деталей двигателя. В период ревизии рабочие лопатки всех ступеней турбин и компрессоров подвергаются люминесцентному контролю, а сопловые аппараты и ступени ТВ – контролю методом цветной дефектоскопии.

В зависимости от конструктивных особенностей ГТД с подразделением Регистра должен быть согласован перечень других узлов и деталей, подвергающихся дополнительным видам контроля;

.10 после окончания ревизии производится сборка ГТД и проведение контрольных испытаний на стенде;

.11 контрольные испытания проводятся по программе, одобренной подразделением Регистра, при этом проверяются все параметры, предусмотренные программой;

.12 при положительных результатах контрольных испытаний ГТД инспектор разрешает демонтаж двигателя со стенда и выполнение его окончательной комплектации узлами и деталями, которые не должны проходить испытаний (например, теплоизоляционными кожухами, трубами пожаротушения ГТД, маркировочными табличками и т. п.);

.13 после окончательной комплектации и окраски двигатель предъявляется инспектору для наружного осмотра. При положительных результатах осмотра инспектор выдает на двигатель свидетельство Регистра.

5.7 ПЕРЕДАЧИ И РАЗОБЩИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ ГЛАВНЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

5.7.1 Техническое наблюдение за изготовлением передач и разобщительных муфт главных и вспомогательных механизмов, их узлов и деталей осуществляется в объеме, указанном в [табл. 5.7.1](#), и в соответствии с требованиями настоящей главы и [5.12](#).

Таблица 5.7.1

Объект технического наблюдения	Осмотр материалов, заготовок, узлов, деталей	Проверка сопровождающих документов, клейм	Дефектоскопия	Гидравлические испытания	Специальные испытания	Стендовые испытания
Передачи, и разобщительные муфты главных механизмов:						+
корпуса редукторов и муфт	+	+	+	+		
зубчатые колеса и шестерни	+	+	+		+	
валы редукторов и муфт	+	+	+		+	
съемные полумуфты соединений валов	+	+			+	
болты соединительные	+	+				
ведущие и ведомые детали муфт	+	+			+	
эластичные элементы муфт	+	+				
подшипники	+	+	+		+	
Передачи вспомогательных механизмов:						+
корпуса редукторов и муфт	+	+	+	+		
зубчатые колеса и шестерни	+	+	+		+	
валы редукторов и муфт	+	+	+		+	
подшипники	+	+			+	

5.7.2 Корпус редукторов и муфт.

5.7.2.1 По окончании сварочных работ и проведения термической обработки при наружном осмотре окончательно обработанных деталей корпусов редукторов необходимо убедиться в следующем:

сварные соединения, обработанные поверхности под клинья фундамента, фланцевые соединения отдельных частей корпуса и под вкладыши подшипников выполнены согласно требованиям технической документации;

дефектоскопия сварных швов, проверка соосности расточек постелей под подшипники одного вала, проверка параллельности и перекоса осей валов, находящихся в зацеплении, проведены одобренными методами;

сварные швы выполнены требуемым калибром и не имеют дефектов;

отдельные части корпуса редуктора соединены между собой требуемым числом калиброванных болтов (штифтов), фиксирующих положение отдельных частей относительно друг друга;

корпус редуктора подвергался испытанию на маслoneпроницаемость.

5.7.2.2 При наружном осмотре окончательно обработанных (после окончания сварочных работ и термической обработки) деталей корпусов муфт необходимо убедиться в следующем:

сварные соединения, обработанные поверхности фланцевых соединений отдельных частей корпуса, расточки под вкладыши подшипников и уплотнения, поверхности под клинья фундамента выполнены согласно требованиям технической документации;

дефектоскопия сварных швов, соосность расточек постелей под подшипники проведены согласованными методами;

составные части корпуса муфты соединены между собой требуемым числом калиброванных болтов (штифтов), фиксирующих положение отдельных частей относительно друг друга;

корпус гидромуфты подвергался гидравлическому испытанию на непроницаемость.

5.7.3 Зубчатые колеса и шестерни.

5.7.3.1 При наружном осмотре окончательно обработанных зубчатых колес, шестерен и их деталей необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадку, обеспечение натягов, шейки, шпоночные пазы и термическая обработка зубчатых венцов выполнены согласно требованиям технической документации;

параметры нарезки зубьев, перпендикулярность оси вала к торцовым поверхностям, радиальный бой, дефектоскопия зубьев проверены и выполнены одобренными методами;

соединение венца с ободом, обода с ребрами, ребер со ступицей и ступицы с валом выполнены в соответствии с технической документацией.

5.7.3.2 Окончательно собранное и обработанное зубчатое колесо или шестерня подвергаются динамической или только статической балансировке.

5.7.4 Валы редукторов и муфт.

5.7.4.1 При наружном осмотре окончательно обработанных валов редукторов и муфт необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадку, шейки и шпоночные пазы выполнены согласно требованиям технической документации;

радиальный бой, параллельность оси вала к образующим концентрических поверхностей, дефектоскопия проверены и проведены одобренными методами.

5.7.4.2 Окончательно собранные и обработанные валы с полумуфтами подвергаются динамической или только статической балансировке.

5.7.5 Съёмные полумуфты соединений валов.

При наружном осмотре окончательно обработанных съёмных полумуфт соединений валов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности, шпоночные пазы, зубчатые венцы, отверстия под запрессовку втулок, втулки и пальцы, отверстия под болты и посадку на вал выполнены в соответствии с технической документацией;

динамическая балансировка или только статическая и окончательная обработка производились совместно с валом, причем проведение балансировки определялось необходимостью проведения балансировки для вала, а необходимость окончательной обработки – результатами проверки в сборе с валом.

5.7.6 Болты соединительные.

При наружном осмотре окончательно обработанных болтов для соединения полумуфт необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадку, резьбовые соединения выполнены согласно технической документации;

перпендикулярность торцовых поверхностей прилегания к оси болта, резьба проверены одобренным методом.

5.7.7 Ведущие и ведомые детали муфт.

5.7.7.1 При наружном осмотре окончательно обработанных деталей муфт необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности для соединения с ведущим и ведомым валами, натяги, поверхности под уплотнения и для соединения деталей муфты выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность обработанных поверхностей, термическая обработка контактных поверхностей проверены одобренным методом.

5.7.7.2 Окончательно собранные ведущая и ведомая части муфты подвергаются динамической или только статической балансировке.

5.7.7.3 Необходимость проведения окончательной обработки определяется результатами проверки муфт в сборе с валами.

5.7.8 Эластичные элементы муфт.

При наружном осмотре эластичных элементов муфт проверяется соответствие их конструкции, материала и характеристик, определяющих их работу, рабочей документации.

5.7.9 Подшипники передач и разобщительных муфт.

5.7.9.1 Проверяются:

- .1** подшипники скольжения ([см. 5.2.14](#));
- .2** при наружном осмотре подшипников качения необходимо убедиться, что их типы и размеры соответствуют требованиям технической документации. На рабочих поверхностях обойм, сепараторов, шариков и роликов не должно быть трещин, коррозии, вмятин, сколов, и других дефектов, влияющих на надежную работу подшипников.

5.7.10 По окончании освидетельствований узлов и деталей передач главных двигателей осуществляется техническое наблюдение за монтажом передачи; при этом контролируются следующие операции монтажа:

- установка корпуса передачи (редуктора) на клиньях на фундаменте стенда с фиксацией положения; пригонка подшипников по постелям;
- пригонка подшипников по шейкам штатных валов или фальшвалов;
- проверка межцентровых расстояний;
- проверка непараллельности осей валов;
- проверка перекоса осей валов;
- проверка зазоров в зацеплении;
- установка зазоров в опорных и упорных подшипниках,
- проверка зацепления по контакту зубьев (окончательная проверка после стендовых испытаний); монтаж торсионных валов и их муфт;
- центровка редуктора к штатному приводному двигателю или двигателю стенда;
- монтаж систем, обслуживающих редуктор;
- центровка редуктора с нагрузочным устройством или через муфту.

Проверяется подача смазки к зубчатым зацеплениям и подшипникам в соответствии с требованиями 4.2.4 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

Примечание. Контроль межцентровых расстояний, непараллельности осей валов, перекоса осей и зазоров в зацеплении проводится на попарно связанных зацеплением валах.

5.7.11 По окончании освидетельствования узлов и деталей разобщительных муфт главных механизмов осуществляется техническое наблюдение за монтажом; при этом контролируются следующие операции:

- монтаж неподвижной части муфты (кожуха, корпуса) на клиньях, на фундаменте стенда; монтаж ведущей части муфты;
- монтаж ведомой части муфты;
- пригонка опорно-упорных подшипников по постелям;
- пригонка опорно-упорных подшипников по шейкам штатных ведущего и ведомого валов с проверкой их соосности или по фальшвалу;
- центровка ведущего и ведомого валов;

центровка ведущей части муфты (вала) со штатным двигателем (редуктором или двигателем) редуктором станда и ведомой части муфты (вала) нагрузочным устройством;

монтаж систем, обслуживающих муфту.

5.7.12 При проведении стендовых испытаний передачи главных механизмов необходимо руководствоваться требованиями [5.12](#), а также приведенными ниже требованиями.

5.7.12.1 Испытание передачи, как правило, проводится со штатным приводным двигателем и/или муфтой.

5.7.12.2 При проведении испытаний передачи со стендовым приводным двигателем режимы работы должны отвечать условиям работы передачи со штатным двигателем, при этом проверяются:

реверсирование приводным двигателем;

реверсирование, предусмотренное конструкцией передачи (реверс-редуктор);

реверсирование реверсмуфтами;

изменение частоты вращения приводного двигателя;

изменение частоты вращения выходного вала, предусмотренное конструкцией передачи;

изменение частоты вращения с помощью гидротрансформатора;

разобщение передачи с приводным двигателем или с нагрузкой.

5.7.12.3 Действие навешенных механизмов и их монтаж осуществляются в соответствии с требованиями настоящих Правил в зависимости от принципа действия и назначения механизма.

5.7.12.4 Режимы испытаний передач по времени и по нагрузке определяются требованиями, предъявляемыми к штатному приводному двигателю.

5.7.12.5 По окончании испытаний передача подвергается ревизии, при этом подлежат осмотру:

валы;

шестерни и колеса, встроенные муфты, подшипники,

проверяется контакт в зацеплении, пятно которого должно быть не менее 90 % по длине и 60 % по высоте зубьев, а для передач вспомогательных механизмов – не менее 70 % по длине и 50 % по высоте зубьев.

5.7.12.6 Проводится сборка передачи с выборочной проверкой результатов замеров деталей и замеров на монтаж.

5.7.12.7 Проводятся контрольные испытания с проверкой необходимых параметров.

5.7.13 При проведении стендовых испытаний разобщительных муфт главных механизмов необходимо руководствоваться требованиями [5.12](#), а также приведенными ниже требованиями.

5.7.13.1 Испытание разобщительных муфт, как правило, проводится со штатным приводным двигателем и/или редуктором.

5.7.13.2 При испытании разобщительных муфт со стендовым приводным двигателем, агрегатом «двигатель-редуктор» или редуктором режимы должны отвечать условиям работы в зависимости от штатной схемы, которая должна предусматривать:

реверсирование приводным двигателем или реверс-редуктором;

изменение частоты вращения.

5.7.13.3 В зависимости от конструкции муфты проверяются:

.1 шлицевые, кулачковые, зубчатые и фрикционные муфты –

включение и выключение муфты при неподвижном и вращающемся ведущем вале муфты: на передний ход, на задний ход, при различных режимах и частотах вращения, если это предусмотрено конструкцией и необходимо по условиям эксплуатации;

действие механизма включения муфты;
при этом фиксируются:
температура муфты;
давление рабочей среды при гидравлическом приводе механизма включения;
проскальзывание по предельному моменту, если оно предусмотрено;

.2 гидротрансформаторы, гидромуфты, электромагнитные муфты –
включение и выключение муфты при неподвижном и вращающемся ведущем вале
муфты: на передний ход, на задний ход, при различных режимах и частотах вращения,
если это предусмотрено конструкцией и необходимо по условиям эксплуатации;

заполнение и опорожнение гидромуфт и гидротрансформаторов;
изменение частоты вращения ведомого вала гидротрансформатором при
различных нагрузках, а при необходимости – переход в режим гидромуфты;
скольжение муфт.

5.7.13.4 Испытания электрической части электромагнитных муфт
осуществляются в соответствии с требованиями [разд. 10](#).

5.7.13.5 При испытаниях фиксируются следующие параметры:
температура масла на входе и выходе;
время заполнения и опорожнения муфт;
расход (подача) насосов, обслуживающих муфту, при наполнении муфт и при
пополнении утечек;
скольжение.

5.7.13.6 По окончании испытаний муфты подвергаются ревизии, при этом
подлежат осмотру:

валы;
поверхности контакта;
уплотнения;
подшипники;
насосы;
механизмы включения.

5.7.13.7 Проводится сборка муфты с выборочной проверкой результатов замеров
деталей и замеров на монтаж.

5.7.13.8 Проводятся контрольные испытания с проверкой необходимых
параметров.

5.7.14 Техническое наблюдение за изготовлением передач вспомогательных
механизмов, их узлов и деталей осуществляется в объеме, указанном в [табл. 5.7.1](#), и в
соответствии с применимыми требованиями настоящей главы и [5.12](#).

5.8 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

5.8.1 Техническое наблюдение за изготовлением перечисленных в [табл. 5.8.1](#) вспомогательных механизмов осуществляется в соответствии с требованиями настоящей главы и [5.9](#).

Таблица 5.8.1

Объект технического наблюдения	Осмотр материалов, заготовок, узлов, деталей	Проверка сопровождающих документов, клейм	Дефектоскопия	Гидравлические испытания	Специальные испытания	Стендовые испытания
Компрессоры пускового воздуха						+
Турбоагнетатели						+
Воздухоагнетатели главных котлов						+
Насосы:						
циркуляционные главных конденсаторов						+
масляные главных дизелей и турбин						+
котельнопитательные						+
конденсатные						+
форсуночные котельные						+
топливоперекачивающие						+
осушительные						+
пожарные						+
балластные						+
грузовые						+
охлаждающие главных двигателей						+
Пароструйные эжекторы конденсаторов						+
Циркуляционные насосы утилизационных котлов						+
Сепараторы топлива и масла						+
Эжекторы осушения						+
Вентиляторы (см. 5.8.5)	+	+				+
Моторы и насосы гидросистем:						+
валы, роторы	+	+				
штоки	+	+				
поршни, плунжеры	+	+				
корпуса	+	+		+		
цилиндры	+	+		+		
арматура и трубопроводы	+	+		+		
Погружные подпиточные насосы ПБУ						+
Механизмы подъема и спуска ПБУ						+
Механизмы подъема и спуска трубопроводов и погружных подпиточных насосов						+

5.8.2 Пароструйные эжекторы конденсаторов.

5.8.2.1 При наружном осмотре окончательно обработанных деталей пароструйных эжекторов необходимо убедиться в следующем:
конструкция сопел и корпуса выполнена в соответствии с рабочими чертежами;

контрольные сечения сопел проверены одобренным методом;
при монтаже эжектора проверено положение сопла в корпусе относительно камеры разрежения.

5.8.2.2 Окончательная регулировка проводится при стендовых испытаниях на спецификационных параметрах, при этом фиксируются следующие параметры:

давление пара перед соплами всех ступеней;
давление паровоздушной смеси в теплообменных аппаратах всех ступеней;
количество отсоса сухого воздуха.

5.8.2.3 Техническое наблюдение за теплообменными аппаратами, обслуживающими пароструйные эжекторы, осуществляется в соответствии с требованиями [разд. 9](#) Руководства по техническому наблюдению за постройкой судов.

5.8.3 Эжекторы осушения.

Следует руководствоваться требованиями [5.8.2](#); при этом фиксируются следующие параметры:

давление рабочей среды;
давление в камере разрежения;
давление на выходе;
расход рабочей среды;
подача отсасываемой жидкости.

5.8.4 Механизмы подъема и спуска колонн погружных насосов забортной воды ПБУ.

Техническое наблюдение за механизмами подъема и спуска колонн погружных насосов забортной воды ПБУ осуществляется в соответствии с применимыми требованиями Правил по грузоподъемным устройствам морских судов.

5.8.5 Вентиляторы машинных отделений (помещений), закрытых помещений и трюмов, предназначенных для перевозки автотранспорта и подвижной техники, охлаждаемых помещений, станций грузовых насосных помещений, ангаров для вертолетов, трюмов, приспособленных для перевозки опасных грузов, аккумуляторных помещений и ящиков.

5.8.5.1 При наружном осмотре окончательно обработанных деталей вентиляторов необходимо убедиться в следующем:

примененные материалы соответствуют технической документации;
рабочее колесо подвергнуто динамической балансировке или только статической.

5.8.5.2 При проверке соответствия монтажа вентиляторов требованиям чертежей следует убедиться в следующем:

подшипники скольжения пригнаны по постелям и шейкам с обеспечением требуемого зазора; требуемые установочные радиальные и аксиальные зазоры между рабочим колесом и корпусом установлены;

вал сцентрирован с приводным двигателем;

на выполненный монтаж органом технического контроля представлены результаты замеров деталей и замеров на монтаж;

проверки выполнены одобренными методами.

5.8.5.3 При проведении стендовых испытаний вентиляторов следует руководствоваться требованиями [5.9.5.7](#) и [5.12](#).

5.8.6 Моторы и насосы гидросистем.

5.8.6.1 Валы и роторы.

5.8.6.2 Штоки.

5.8.6.3 Поршни и плунжеры.

5.8.6.4 Корпуса.

5.8.6.5 Цилиндры.

5.8.6.6 Техническое наблюдение по [5.8.6.1 – 5.8.6.5](#) осуществляется в соответствии с требованиями [5.9](#) в зависимости от принципа действия насоса.

5.8.6.7 Окончательная проверка монтажа насосов переменной подачи и гидромоторов осуществляется при проверке в действии.

5.8.6.8 При проведении стендовых испытаний насосов переменной подачи и моторов гидросистем следует руководствоваться требованиями [5.12](#) и следующим:

.1 фиксируются следующие параметры:

потребляемая мощность;

подача от нулевой до максимальной подачи или расхода;

давление рабочей среды;

температура рабочей среды;

давление в обслуживаемых системах;

.2 испытания проводятся в режиме изменения подачи рабочей среды по направлению от максимальной одного направления до максимальной другого;

.3 по окончании испытаний проводится ревизия насоса (мотора); при этом подлежат осмотру:

опорные поверхности для плунжеров;

плунжеры;

блок цилиндров;

уплотнения;

насос, обслуживающий вспомогательные системы;

.4 проводится сборка насоса с выборочной проверкой результатов замеров деталей и замеров на монтаж;

.5 проводятся контрольные испытания с проверкой необходимых параметров.

5.9 ДЕТАЛИ МЕХАНИЗМОВ, ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ В [ТАБЛИЦЕ 5.8.1](#)

5.9.1 Насосы и компрессоры поршневые.

5.9.1.1 Блоки цилиндров.

При наружном осмотре окончательно обработанных блоков цилиндров необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадку втулок цилиндров и поверхности, сопрягаемые с картером, крышкой и между собой, выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность расточек, перпендикулярность оси расточек к торцевым поверхностям проверены согласованным методом;

блок цилиндров подвергается гидравлическому испытанию в соответствии с требованиями [5.1.10](#).

5.9.1.2 Втулки цилиндров.

При наружном осмотре окончательно обработанных втулок цилиндров необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадку в блок и сопряжение с крышкой выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность поверхностей и перпендикулярность оси расточки к плоскости бурта проверены согласованным методом;

втулки цилиндров подвергались гидравлическому испытанию в соответствии с требованиями [5.1.10](#).

5.9.1.3 Поршни.

При наружном осмотре окончательно обработанных поршней необходимо убедиться в том, что концентричность поверхностей, перпендикулярность и пересечение оси поршня с осью расточки под палец проверены согласованным методом.

5.9.1.4 Штоки поршневые.

При наружном осмотре окончательно обработанных поршневых штоков необходимо убедиться в следующем:

посадочные поверхности выполнены в соответствии с рабочими чертежами; концентричность поверхностей, перпендикулярность или соосность оси штока поверхностям сопряжения с поршнем и крейцкопфом проверены согласованным методом.

5.9.1.5 Шатуны.

При наружном осмотре окончательно обработанных шатунов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под подшипники верхней и нижней головки шатуна выполнены в соответствии с технической документацией;

параллельность осей расточек под подшипники или плоскостей под их установку и параллельность осей подшипников проверены согласованным методом.

5.9.1.6 Валы коленчатые.

При наружном осмотре окончательно обработанных коленчатых валов или их деталей в составных коленчатых валах необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности шеек и под посадку, натяги выполнены в соответствии с технической документацией;

рамовые шейки соосны, образующие шатунных шеек параллельны образующим рамовых шеек, угол заклинивания кривошипов, параллельность осей отверстий под запрессовку шеек и их перпендикулярность к торцевым поверхностям проверены одобренными методами.

5.9.1.7 Монтаж поршневых насосов и компрессоров.

При монтаже поршневых насосов и компрессоров для определения правильности монтажа, отвечающего требованиям документации, необходимо убедиться в следующем:

- цилиндры при прямодействующем насосе соосны;
- коленчатый вал уложен в пригнанные подшипники; при этом оси цилиндров перпендикулярны к осям кривошипов при нахождении их на мертвых точках (МТ) и параллельны направляющим (параллелям);
- поршни при перемещении с верхней мертвой точки (ВМТ) на нижнюю мертвую точку (НМТ) сохраняют постоянный круговой зазор по своей кромке;
- подшипники движения пригнаны и установлены с требуемыми зазорами;
- коленчатый вал сцентрирован с приводным валом;
- на выполненный монтаж органом технического контроля представлены результаты замеров; проверки выполнены согласованным методом.

5.9.1.8 При проведении стендовых испытаний компрессоров пускового воздуха необходимо руководствоваться требованиями [5.12](#), а также необходимо:

- проверить пусковые характеристики приводного двигателя;
- замерить потребляемую мощность от холостого хода до достижения предельного давления;
- проверить действие автоматических устройств пуска и остановки компрессора при заданных давлениях, продувки влагомаслоотделителя;
- проверить действие предохранительных устройств всех ступеней.

5.9.1.8.1 В процессе испытаний фиксируются следующие параметры:

- подача;
- температура воздуха на входе и выходе из компрессора;
- температура охлаждающей воды на входе и выходе;
- давление воздуха после каждой ступени компрессора.

5.9.1.8.2 По окончании испытаний проводится ревизия компрессора; при этом, как правило, подлежат осмотру втулки цилиндров, поршни, коленчатый вал, подшипники рамовые и шатунные, всасывающие и нагнетательные клапаны.

5.9.1.8.3 По окончании ревизии и устранении выявленных дефектов производится сборка компрессора с выборочной проверкой результатов замеров деталей и замеров на монтаж, после чего проводятся контрольные испытания с проверкой необходимых параметров.

5.9.1.9 При проведении стендовых испытаний приводных и прямодействующих паровых насосов следует руководствоваться требованиями [5.12](#) и приведенными ниже.

5.9.1.9.1 Проверяется действие предохранительных клапанов.

5.9.1.9.2 Фиксируются следующие параметры:

- подача;
- давление всасывания;
- давление нагнетания;
- температура перекачиваемой среды;
- число двойных ходов;
- параметры пара и расход пара;
- потребляемая мощность и характеристики приводного двигателя для приводных насосов.

5.9.1.9.3 По окончании испытания проводится ревизия насоса, при этом подлежат осмотру втулки цилиндров, поршни, всасывающие и нагнетательные клапаны и штоки, а также:

- для приводных насосов:
- коленчатый вал;

рамовые подшипники;
подшипники шатуна;
направляющие, параллели;
передачи, редукторы;
для прямодействующих насосов:
втулки паровых цилиндров;
поршни паровых цилиндров;
штоки паровых цилиндров;
золотники и золотниковые коробки.

5.9.1.9.4 Проводится сборка насоса с выборочной проверкой результатов замеров деталей и замеров на монтаж, после чего проводятся контрольные испытания с проверкой необходимых параметров.

5.9.2 Насосы, компрессоры центробежные и ротационные.

5.9.2.1 Вали.

При наружном осмотре окончательно обработанных валов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки рабочих органов насосов, полумуфт и облицовок, величины натягов и рабочей шейки выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность поверхностей, бой торцевой поверхности полумуфты проверены согласованным методом.

5.9.2.2 Рабочие колеса и роторы.

При наружном осмотре окончательно обработанных рабочих колес и роторов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадку и уплотнения выполнены в соответствии с технической документацией;

пригонка посадочной поверхности, бой торцевых поверхностей, концентричность поверхностей проверены согласованным методом;

рабочие колеса и роторы подвергаются динамической балансировке или только статической.

5.9.2.3 Корпуса.

При наружном осмотре окончательно обработанных корпусов насосов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности уплотнений и соединений выполнены и проверены в соответствии с технической документацией;

концентричность расточек, перпендикулярность оси расточек к торцевой присоединительной поверхности проверены согласованными методами;

корпус подвергается гидравлическому испытанию в соответствии с [5.1.10](#).

5.9.2.4 При монтаже центробежных и ротационных насосов и компрессоров для контроля монтажа, отвечающего требованиям документации, необходимо убедиться в следующем:

требуемые радиальные и аксиальные зазоры в подшипниках скольжения, уплотнениях, между корпусом и рабочим колесом (ротором) установлены;

вал сцентрирован с приводным двигателем;

на выполненный монтаж органом технического контроля представлены результаты замеров; проверки выполнены согласованным методом.

5.9.2.5 При проведении стендовых испытаний центробежных и ротационных насосов следует руководствоваться требованиями [5.12](#), а также необходимо:

.1 проверить пусковые характеристики приводного двигателя;

.2 зафиксировать потребляемую мощность для компрессоров от холостого хода до достижения предельного давления;

.3 проверить автоматические устройства по пуску и остановке насосов при заданных давлениях;

.4 проверить действие предохранительных клапанов;

.5 зафиксировать следующие параметры:

подачу (для компрессоров – среду при нормальных условиях);

давление всасывания и нагнетания;

температуру среды (для компрессоров – на входе и выходе);

.6 у самовсасывающих насосов проверить работу на режиме сухого всасывания с определением времени отсоса воздуха;

.7 по окончании испытаний провести ревизию механизма; при этом, как правило, осмотреть:

валы;

рабочие колеса и роторы;

корпуса;

шейки валов (при подшипниках скольжения);

.8 после окончания ревизии и устранения дефектов производится сборка механизма и проводятся контрольные испытания с проверкой необходимых параметров.

5.9.3 Насосы и компрессоры винтовые и шестеренчатые.

5.9.3.1 Валы и винты.

При наружном осмотре окончательно обработанных валов и винтов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки, термическая обработка выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность поверхностей, профили винтовой поверхности и зубьев, термическая обработка рабочих поверхностей проверены согласованными методами.

5.9.3.2 Корпусы.

5.9.3.2.1 При наружном осмотре обработанных корпусов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадку обойм, подшипников, шестерен и поверхностей соединений выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность расточек под подшипники с расточками под рабочие органы, межцентровые расстояния расточек под рабочие органы и подшипники, параллельность осей расточек и их перпендикулярность к торцевым поверхностям проверены согласованными методами.

5.9.3.2.2 Корпус подвергается гидравлическому испытанию в соответствии с требованиями [5.1.10](#).

5.9.3.3 Обоймы винтов.

5.9.3.3.1 При наружном осмотре окончательно обработанных обойм винтов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки, межцентровые расстояния расточек под винты выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность расточек, перпендикулярность их образующих к торцевым поверхностям, параллельность осей расточек между собой и общей оси и межцентровые расстояния расточек проверены согласованными методами.

5.9.3.3.2 Обоймы винтов подвергаются гидравлическому испытанию в соответствии с [5.1.10](#).

5.9.3.4 Шестерни.

При наружном осмотре окончательно обработанных шестерен необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадку и термическая обработка выполнены в соответствии с технической документацией;

форма зуба, контакт в зацеплении и термическая обработка проверены согласованными методами.

5.9.3.5 При монтаже винтовых и шестеренчатых насосов и компрессоров для определения правильности монтажа, отвечающего рабочей документации, необходимо убедиться в следующем:

требуемые радиальные и аксиальные зазоры между корпусом (обоймой) и рабочим органом (шестерни, винты) установлены;

требуемые межосевые расстояния и контакт в зацеплении выдержаны;

ведущий вал сцентрирован с приводным двигателем;

на выполненный монтаж органом технического контроля представляются результаты замеров; проверки выполнены согласованными методами.

5.9.3.6 При проведении стендовых испытаний винтовых и шестеренчатых насосов и компрессоров следует руководствоваться требованиями [5.12](#), а также:

.1 проверить действие предохранительных клапанов;

.2 зафиксировать следующие параметры:

подачу (для компрессоров – среду при нормальных условиях);

давление всасывания и нагнетания;

температуру среды (для компрессоров – на входе и выходе);

.3 при глубоком регулировании подачи винтовых насосов и компрессоров фиксируется мощность от холостого хода до предельного давления; при постоянной подаче – мощность на режиме;

.4 по окончании испытаний проводится ревизия механизма; при этом, как правило, подлежат осмотру:

валы и винты;

обоймы винтовых насосов;

рабочие полости шестеренчатых насосов;

крышки корпусов шестеренчатых насосов;

шестерни;

.5 по окончании ревизии и устранения выявленных дефектов проводится сборка механизма с выборочной проверкой результатов замеров деталей и замеров на монтаж и проводятся контрольные испытания с проверкой необходимых параметров.

5.9.4 Сепараторы топлива и масла.

5.9.4.1 Барабаны и их валы.

5.9.4.1.1 При наружном осмотре окончательно обработанных барабанов и их валов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки и соединения, в том числе резьбовые, выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность обработанных поверхностей, пригонка посадочных поверхностей, в том числе резьбовых, и дефектоскопия проверены согласованными методами.

5.9.4.1.2 Барабан в сборе и вал с ведомой шестерней совместно подвергаются динамической балансировке.

5.9.4.2 Корпусы.

При наружном осмотре окончательно обработанных корпусов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки и уплотнения выполнены в соответствии с технической документацией;

соосность расточек под подшипники каждого из валов, межосевое расстояние расточек и угол скрещивания осей проверены согласованными методами.

5.9.4.3 Шестерни.

При наружном осмотре окончательно обработанных шестерен необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности, в том числе посадки и термическая обработка, выполнены в соответствии с технической документацией;

форма зубьев, контакт зацепления, поверхности посадок и их пригонка, термическая обработка проверены согласованными методами.

5.9.4.4 При монтаже сепараторов топлива и масла для определения правильности монтажа, отвечающего требованиям технической документации, необходимо убедиться в следующем:

требуемые межосевые расстояния и контакт в зацеплении выдержаны;

собранный сепаратор легко проворачивается вручную;

ведущий вал сцентрирован с приводным двигателем;

на выполненный монтаж органом технического контроля представлены результаты замеров; проверки выполнены согласованными методами.

5.9.4.5 При проведении стендовых испытаний сепараторов топлива и масла следует руководствоваться требованиями [5.9.4.5.1 – 5.9.4.5.5](#) и [5.12](#).

5.9.4.5.1 Во время испытаний проверяются:

пусковые характеристики сепаратора;

качество сепарирования;

действие фрикционной муфты;

действие стопора тормоза;

ручная и автоматическая системы разгрузки самоочищающихся сепараторов;

работа сепаратора в автоматическом режиме по программе, одобренной Регистром;

работа сепаратора в режимах кларификации и пурификации;

расход воды.

5.9.4.5.2 Во время испытаний фиксируются:

подача насоса;

подача сепаратора;

температура обрабатываемой среды;

вязкость обрабатываемой среды;

температура промывочной воды;

уровни вибрации и шума.

5.9.4.5.3 Испытания проводятся на топливе и масле при различных вязкостях с получением рекомендуемой для принятой вязкости подачи.

5.9.4.5.4 По окончании испытаний проводится ревизия сепаратора, во время которой подлежат осмотру:

барабан и его детали, в том числе результаты дефектоскопии барабана;

вал барабана;

шестерни;

фрикционная муфта.

5.9.4.5.5 По окончании ревизии и устранения дефектов проводится сборка сепаратора с выборочной проверкой результатов замеров деталей и замеров на монтаж и проводятся контрольные испытания с проверкой необходимых параметров.

5.9.5 Газотурбонагнетатели и воздушнагнетатели.

5.9.5.1 Порядок освидетельствования, испытаний, одобрения турбонагнетателей и их компоновки с ДВС ([см. приложение 9](#)). Для других механизмов – [см. 5.9.5.2 – 5.9.5.9](#).

5.9.5.2 Валы и роторы.

При наружном осмотре окончательно обработанных валов, роторов и их деталей (рабочих колес, дисков) необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки, натяги выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность поверхностей и отсутствие дефектов проверены одобренным методом; окончательно собранный ротор подвергался динамической балансировке.

5.9.5.3 Уплотнения.

При наружном осмотре окончательно обработанных уплотнений необходимо убедиться в следующем:

поверхности под посадку и рабочая поверхность выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность поверхностей и обеспечение радиального зазора проверены согласованным методом.

5.9.5.4 Корпусы.

При наружном осмотре окончательно обработанных корпусов газотурбонагнетателей необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки, поверхности разъемов выполнены в соответствии с технической документацией;

соосность расточек, перпендикулярность оси расточек к торцевым поверхностям и обеспечение радиальных и аксиальных замеров проверены согласованным методом.

5.9.5.5 Подшипники.

При наружном осмотре окончательно обработанных подшипников скольжения необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под постель и шейки выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность обработанных поверхностей, перпендикулярность их оси к торцевым поверхностям, металлография проведены одобренным методом.

5.9.5.6 При монтаже газотурбонагнетателей для удовлетворения требованиям рабочей документации необходимо убедиться в следующем:

.1 укладка ротора произведена в соответствии с технической документацией в отношении:

пригонки подшипников по постелям;

пригонки подшипников по шейкам и установки зазоров;

проверки радиальных и аксиальных зазоров в проточной части и уплотнениях; при этом проверки выполнены одобренным методом;

.2 на выполненный монтаж органом технического контроля представлены результаты замеров.

5.9.5.7 При проведении стендовых испытаний газотурбонагнетателей следует руководствоваться требованиями [5.9.5.7.1 – 5.9.5.7.3](#) и [5.12](#).

5.9.5.7.1 Фиксируются следующие параметры:

по рабочему телу:

расход, температура и давление на входе и выходе;

время разгона при переходе с одного режима на другой (набор оборотов);

при имитации – потребляемая мощность;

по воздуху:

подача;

температура и давление на входе и выходе.

5.9.5.7.2 По окончании испытаний провести ревизию газотурбонагнетателей; при этом осмотреть:

вал и роторы;

уплотнения;
корпусы;
подшипники.

5.9.5.7.3 По окончании ревизии и устранения выявленных дефектов проводятся контрольные испытания с проверкой полученных параметров.

5.9.5.8 При массовом (серийном) производстве газотурбонагнетателей следует руководствоваться требованиями [5.9.5.8.1 – 5.9.5.8.2](#) и [5.12](#).

5.9.5.8.1 Испытания головных образцов газотурбонагнетателей для оформления СТО должны проводиться на специально оборудованном стенде в течение 1 ч при максимально допустимой эксплуатационной температуре.

В обоснованных случаях эти испытания могут быть проведены на двигателе, для которого газотурбонагнетатели предназначены, при работе его с перегрузкой не менее 10 % расчетной мощности в течение 1 ч.

5.9.5.8.2 Каждый газотурбонагнетатель должен быть подвергнут испытаниям на максимальной эксплуатационной частоте вращения в течение 20 мин.

В обоснованных случаях при положительном опыте технического наблюдения в течение длительного времени продолжительность испытаний может быть снижена до 10 мин.

Допускается проведение испытаний на двигателе, если газотурбонагнетатель является штатным или будет таковым для подобных двигателей. Продолжительность испытаний с перегрузкой двигателя не менее 10 % его расчетной мощности должна быть не менее 20 мин.

Там, где в производстве газотурбонагнетателей длительно и эффективно действует система качества, отвечающая одобренным стандартам, при определении количества испытуемых образцов в партии однотипных газотурбонагнетателей по усмотрению инспектора может быть применен принцип статистической выборки.

5.9.5.9 При проведении стендовых испытаний воздухонагнетателей следует руководствоваться требованиями [5.9.5](#) и [5.12](#) к фиксации параметров; при этом зафиксировать потребляемую мощность и характеристику двигателя.

5.10 ПАЛУБНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

5.10.1 Техническое наблюдение за изготовлением палубных механизмов проводится в объеме, указанном в [табл. 5.10.1](#), и в соответствии с требованиями настоящей главы.

Таблица 5.10.1

№ п/п	Объект технического наблюдения	Осмотр материалов, заготовок, узлов, деталей	Проверка сопровождающих документов ¹	Дефектоскопия	Гидравлические испытания	Специальные испытания	Стендовые испытания
1	Рулевые приводы (машины):						+
	румпели основного и запасного приводов	+	+	+			
	рулевые секторы	+	+				
	ползуны (ярмо баллера)	+	+				
	цилиндры	+	+		+		
	шестерни, зубчатые колеса и венцы	+	+	+			
	поршни со штоками	+	+				
	арматура и трубопроводы	+	+		+		
	валы приводные	+	+				
	соединительные пальцы привода румпеля	+	+	+			
2	Брашпили и шпили якорные:						+
	валы приводные, промежуточные и баллеры	+	+				
	звездочки цепные	+	+				
	шестерни, колеса зубчатые силовых передач	+	+	+			
	муфты разобщительные и предельного момента	+	+				
	тормоза ленточные и дисковые	+	+				
3	Шпили и лебедки швартовные:						+
	баллеры и валы грузовые	+	+				
	шестерни, колеса зубчатые силовых передач	+	+				
	муфты предельного момента	+	+				
	тормоза ленточные и дисковые	+	+				
4	Лебедки буксирные:						+
	валы грузовые и промежуточные	+	+				
	шестерни, колеса зубчатые силовых передач	+	+	+			
	устройства регулировки натяжения троса и тросоукладчики	+	+				
	тормоза	+	+				
5	Лебедки шлюпочные:						+
	валы грузовые и промежуточные	+	+				
	шестерни, зубчатые колеса силовых передач	+	+				
	тормоза автоматические и ручные	+	+				
	стопорные устройства	+	+				

¹ при проведении освидетельствования должны быть проверены следующие сопроводительные документы: акты отдела технического контроля о проведении визуально-измерительного контроля, свидетельства РС или завода-изготовителя, в зависимости от группы изделия.

5.10.2 Рулевые приводы (машины).

5.10.2.1 Румпели основного и запасного приводов. При наружном осмотре окончательно обработанных румпелей необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадку на баллер, натяги и шпоночные пазы выполнены в соответствии с технической документацией;

перпендикулярность оси расточки под посадку к торцевой поверхности;

соответствие одобренной технической документации перпендикулярности оси расточки под посадку к торцевой поверхности, параллельности осей шпоночных пазов между собой и оси расточки на посадку, для гидравлических машин – перпендикулярности оси румпеля к оси расточки под посадку.

5.10.2.2 Рулевые секторы.

При наружном осмотре окончательно обработанных рулевых секторов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадку на баллер, шпоночные пазы, поверхности под крепление зубчатых венцов, направляющие при штуртросовой передаче выполнены в соответствии с технической документацией;

соответствие одобренной технической документации перпендикулярности оси расточки под посадку к торцевой поверхности ступицы, параллельности осей шпоночных пазов между собой и оси расточки под посадку, параллельности образующих поверхностей под зубчатый венец оси баллера.

5.10.2.3 Ползуны, ярмо.

При наружном осмотре окончательно обработанных ползунов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности скольжения, поверхности соединений с плунжерами, расточки под посадку втулок цапф шарнира и втулок румпеля выполнены в соответствии с технической документацией;

соответствие одобренной технической документации соосности расточек под втулки цапф шарнира, перпендикулярности осей цапф к оси расточки под втулку румпеля, параллельности поверхностей соединения с плунжерами между собой и перпендикулярность их к поверхности скольжения ползуна.

5.10.2.4 Цилиндры.

5.10.2.4.1 При наружном осмотре окончательно обработанных цилиндров необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под уплотнения и крепление выполнены в соответствии с технической документацией;

соосность расточек, перпендикулярность оси расточек к торцевым поверхностям проверены одобренными методами.

5.10.2.4.2 Цилиндры подвергаются гидравлическому испытанию в соответствии с требованиями [5.1.10](#).

5.10.2.5 Шестерни, зубчатые колеса и венцы.

При наружном осмотре окончательно обработанных шестерен, зубчатых колес и венцов необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки, натяги и термическая обработка выполнены в соответствии с технической документацией;

соответствие одобренной технической документации формы зубьев, контакта в зацеплении, перпендикулярности оси расточки под посадку к торцевым поверхностям, термической обработки;

предусмотренная дефектоскопия проведена одобренным методом.

5.10.2.6 Поршни со штоками.

При наружном осмотре окончательно обработанных поршней со штоками необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки и уплотнения выполнены в соответствии с технической документацией;

соответствие одобренной технической документации концентричности поверхностей, пригонки посадочных поверхностей, соосности или перпендикулярности посадочных поверхностей к оси.

5.10.2.7 При монтаже рулевых машин для удовлетворения требований рабочей документации необходимо убедиться в следующем:

гидравлические цилиндры попарно установлены соосно, а их ось параллельна опорной поверхности ползуна и базовой плоскости;

опорная поверхность ползуна параллельна опорной поверхности станины;

ось румпеля параллельна, а ось расточки под головку баллера перпендикулярна к базовой плоскости;

монтаж и испытания гидросистемы выполнены в соответствии с технической документацией; предохранительные клапаны проверены и отрегулированы;

входной вал редуктора сцентрирован с приводным двигателем;

обеспечены требуемый контакт в зацеплении шестерни выходного вала редуктора с зубчатым венцом сектора и их межцентровое расстояние;

в отношении редукторов – [см. 5.7](#);

на выполненный монтаж и проверки органом технического контроля представлены результаты замеров;

проверки выполнены в соответствии с одобренной технической документацией.

5.10.2.8 При проведении стендовых испытаний рулевых машин головной образец должен испытываться в течение не менее 100 ч. Испытательный стенд должен обеспечивать работу установки, для проверки требований согласно [5.10.2.8.1 — 5.10.2.8.11](#) и [5.12](#). При разовом одобрении рулевой машины испытание проводится в объеме головного образца.

5.10.2.8.1 Питающие агрегаты испытываются без нагрузки.

5.10.2.8.2 Электрическое оборудование рулевых машин испытывается и подвергается ревизии в соответствии с требованиями [разд. 10](#) Руководства по техническому наблюдению за постройкой судов.

5.10.2.8.3 Испытание рулевой машины на холостом ходу с перекладкой румпеля (сектора) на оба борта в положения, отличающиеся друг от друга на 5°, до максимального угла перекладки и от максимального угла перекладки до нуля поочередно каждым агрегатом и при совместной работе агрегатов, если это предусмотрено, с каждого поста управления.

5.10.2.8.4 Испытание рулевой машины при 50-процентной нагрузке и максимальных углах перекладки на каждый борт поочередно каждым агрегатом с основного пульта управления, по 120 циклов.

5.10.2.8.5 Испытание рулевой машины при 100-процентной нагрузке и максимальных углах перекладки на оба борта поочередно каждым агрегатом с основного пульта управления, по 10 циклов.

5.10.2.8.6 Поставляемый в запас насосный агрегат испытывается в составе рулевой машины на следующих режимах:

без нагрузки при неработающей рулевой машине;

без нагрузки при работе рулевой машины с максимальными углами перекладки в течение 5 циклов; с полной нагрузкой по давлению.

5.10.2.8.7 При испытании рулевой машины фиксируются следующие параметры:

потребляемая мощность;
давление масла в силовой и вспомогательных системах;
температура масла и воздуха;
углы перекадки и время, необходимое для перекадки.

5.10.2.8.8 У четырехцилиндровой машины проверяется работа на двух цилиндрах по предложенной схеме.

5.10.2.8.9 При испытании рулевой машины проверяется:

сигнализация температуры масла, уровня масла и перегрузки электродвигателя;
действие предохранительных клапанов;
нулевое положение органа управления.

В период проведения испытаний не должно наблюдаться чрезмерного нагрева, вибрации или других нарушений в работе.

5.10.2.8.10 По окончании испытания проводится ревизия рулевой машины, при этом, как правило, подлежат осмотру:

у гидравлических рулевых машин:
румпель, ползуны с ярмом, цилиндры, насосы;
у электрических рулевых машин:
зубчатые венцы сектора, шестерни, редукторы, муфты (устройства) включения (переключения).

5.10.2.8.11 По окончании ревизии и устранения дефектов проводится сборка рулевой машины с выборочной проверкой результатов замеров деталей и замеров на монтаж, и проводятся контрольные испытания с проверкой необходимых параметров.

5.10.3 Брашпили и якорные шпили.

5.10.3.1 Валы приводные, промежуточные и баллеры.

При наружном осмотре окончательно обработанных приводных промежуточных валов и баллеров необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки, шейки выполнены в соответствии с технической документацией;
концентричность поверхностей посадок, шеек, пригонка поверхностей посадок проверены одобренными методами.

5.10.3.2 Звездочки цепные.

При наружном осмотре окончательно обработанных цепных звездочек необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки, контактные поверхности выполнены в соответствии с технической документацией;

концентричность поверхностей, перпендикулярность оси расточки к торцевым поверхностям, пригонка посадочных поверхностей и контактных поверхностей муфт сцепления проверены одобренными методами.

5.10.3.3 Шестерни, колеса зубчатые силовых передач.

При наружном осмотре окончательно обработанных шестерен, зубчатых колес силовых передач необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности под посадки, натяги, термическая обработка выполнены в соответствии с технической документацией;

форма зуба, контакт в зацеплении, пригонка поверхностей посадок, перпендикулярность осей расточек к торцевым поверхностям, концентричность и термическая обработка проверены одобренными методами;

предусмотренная дефектоскопия проведена одобренным методом.

5.10.3.4 Муфты разобщительные и предельного момента.

При наружном осмотре окончательно обработанных ведущих и ведомых деталей разоблицительных муфт и муфт предельного момента необходимо убедиться в следующем:

обработанные поверхности посадок, поверхности контакта ведущих и ведомых деталей муфт выполнены в соответствии с технической документацией;

пригонка поверхностей контакта и посадочных мест, концентричность расточек и перпендикулярность их осей к торцевым поверхностям проверены одобренными методами.

5.10.3.5 Тормоза ленточные и дисковые.

При наружном осмотре окончательно обработанных деталей тормозов необходимо убедиться в следующем:

материал фрикционной ленты (или накладок), конструкция, детали натяжения, поверхности контакта выполнены в соответствии с технической документацией;

поверхности контакта, их пригонка и регулировка проверены одобренными методами;

привод тормозных лент легко вращается усилием одного человека и имеет устройство для регулировки прилегания тормозной ленты к барабану.

Все освидетельствования и испытания датчиков и исполнительных механизмов в зависимости от принципа действия рассмотрены в соответствующих частях настоящих Правил.

5.10.3.6 При монтаже брашпиль и якорных шпилей необходимо убедиться в следующем:

валы уложены в подшипники, пригнанные по постелям и шейкам;

оси валов, попарно связанные зубчатым зацеплением, параллельны и обеспечивают требуемое межцентровое расстояние, включая ведущий вал редуктора с ведущей шестерней;

требуемый контакт в зубчатом зацеплении обеспечен;

ведущий вал редуктора сцентрирован с приводным двигателем;

звенья якорной цепи правильно размещены в гнездах звездочки;

муфта предельного момента отрегулирована на допустимый момент;

в разоблицительных муфтах обеспечен требуемый контакт, фиксированы положения «включено» и «выключено»;

образующие поверхности охватывающих или торцевых частей неподвижной части тормоза параллельны образующим охватываемых или торцевых поверхностей вращающихся частей тормоза;

на выполненный монтаж и проверки органом технического контроля представлены результаты замеров;

проверки выполнены одобренным методом.

5.10.3.7 При проведении стендовых испытаний брашпиль и якорных шпилей следует руководствоваться требованиями [5.12](#), а также необходимо следующее:

.1 испытание без нагрузки. Брашпиль должен проработать без нагрузки с номинальной частотой вращения в каждом направлении в общей сложности 30 минут. Если брашпиль оборудован переключением передач, необходимо провести дополнительный прогон в каждом направлении в течение 5 минут на каждой передаче.

.2 испытание под нагрузкой. Брашпиль должен быть испытан для проверки величин непрерывного тягового усилия, перегрузочной способности и скорости выгибания в соответствии с пунктом 6.3 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов;

Если на предприятии (изготовителе) отсутствуют необходимые условия, такие испытания, в том числе и регулировка защиты от перегрузки, могут быть проведены на борту судна. В таком случае проверка работоспособности на предприятии

(изготовителе) должна быть проведена без нагрузки, а информация об этом указана в Свидетельстве/акте;

.3 проверка тормозной способности. Определение держащей силы тормоза должно проводиться посредством испытаний или расчетов.

5.10.4 Шпили и лебедки швартовные.

5.10.4.1 Баллеры, валы грузовые.

5.10.4.2 Шестерни, колеса зубчатые.

5.10.4.3 Муфты предельного момента.

5.10.4.4 Тормоза ленточные и дисковые.

5.10.4.5 Техническое наблюдение по [5.10.4.1 – 5.10.4.4](#) осуществляется в соответствии с требованиями [5.10.3](#) в отношении деталей одноименных наименований, монтажа и стендовых испытаний.

5.10.5 Лебедки буксирные.

5.10.5.1 Валы грузовые и промежуточные.

5.10.5.2 Шестерни, колеса зубчатые.

5.10.5.3 Тормоза.

5.10.5.4 Техническое наблюдение по [5.10.5.1 – 5.10.5.3](#) осуществляется в соответствии с [5.10.3](#) в отношении деталей одноименных наименований, монтажа и стендовых испытаний.

5.10.5.5 Устройства регулировки натяжения троса, тросоукладчики.

При наружном осмотре окончательно обработанных деталей устройств натяжения троса и тросоукладчиков необходимо убедиться в следующем:

поверхности контакта и их термическая обработка выполнены в соответствии с технической документацией;

все освидетельствования датчиков и исполнительных механизмов устройств регулировки натяжения троса рассмотрены, в зависимости от принципа действия, в соответствующих частях Правил;

окончательная проверка в действии при испытании механизма.

5.10.6 Лебедки шлюпочные.

5.10.6.1 Валы грузовые и промежуточные.

5.10.6.2 Шестерни, зубчатые колеса силовых передач.

5.10.6.3 Тормоза автоматические и ручные.

5.10.6.4 Техническое наблюдение по [5.10.6.1 – 5.10.6.3](#) осуществляется в соответствии с [5.10.3](#) в отношении деталей одноименных наименований, монтажа и стендовых испытаний.

5.10.6.5 Стопорные устройства.

Окончательная проверка в действии осуществляется при стендовых испытаниях механизма.

Лебедки должны быть испытаны приложением к ним статической нагрузки, в 1,5 раза превышающей максимальную рабочую нагрузку, которая должна удерживаться с помощью тормозов.

5.11 ТЕЛЕГРАФЫ МЕХАНИЧЕСКИЕ

5.11.1 При наружном осмотре деталей механических телеграфов и телеграфов в сборе следует убедиться, что их конструкция и размеры выполнены в соответствии с технической документацией с обеспечением фиксированного положения рукояток и указателей. При освидетельствовании телеграфы подвергаются стендовым испытаниям.

5.12 СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

5.12.1 Стендовые испытания проводятся по программе, одобренной Регистром. До начала проведения стендовых испытаний инспектору должны быть предъявлены:

.1 документ органа технического контроля о готовности стенда к испытаниям механизма на стенде и о тарировке нагрузочного устройства;

.2 схема оборудования стенда, согласованная с инспектором (системы, механизмы, устройства и приборы, обслуживающие стенды);

.3 документ органа технического контроля о проведении на предприятии (изготовителе) испытаний с представлением результатов по контролируемым параметрам;

.4 документ о проверке контрольно-измерительных приборов стенда или штатных приборов;

.5 техническая документация на изготовление и поставку изделия;

.6 программа испытаний;

.7 методика испытаний;

.8 описание и инструкция по обслуживанию, чертежи, результаты обмеров деталей и замеров на монтаж, обоснование отступлений от рабочих чертежей;

.9 формуляр (паспорт) на механизм;

.10 документация на комплектующее оборудование при его установке на стенд с механизмом, подлежащим испытанию.

5.12.2 Как правило, перерыв в стендовых испытаниях более 15 мин вследствие неисправностей влечет за собой, в зависимости от причины, как минимум, повторение прерванного режима, а при замене деталей, являющихся объектами технического наблюдения Регистра, – повторение испытаний.

По результатам анализа причин перерыва в испытаниях должно быть сделано заключение о мероприятиях, исключающих повторное появление неисправностей, если они не являются случайными.

При необходимости продолжительность стендовых испытаний может быть увеличена.

5.12.3 Методика проведения испытаний согласовывается с инспектором с учетом инструкции по эксплуатации и оборудования стенда. Все монтажные и демонтажные работы также выполняются по инструкциям.

5.12.4 Предусмотренный программой объем ревизии может быть изменен инспектором в зависимости от результатов испытаний и характера дефектов, обнаруженных при ревизии.

5.12.5 Контрольные испытания после ревизии проводятся в режиме номинальной нагрузки, если номинальные режимы и параметры являются основными в эксплуатации механизма.

5.12.6 Как правило, завершающим этапом освидетельствования объекта технического наблюдения являются контрольные испытания с оформлением документов в соответствии с Номенклатурой РС.

В случае положительных результатов стендовых испытаний и ревизии по согласованию с Регистром контрольные испытания могут не выполняться.

5.12.7 Предусмотренная программой продолжительность контрольных испытаний может быть изменена инспектором в зависимости от результатов стендовых испытаний и ревизии.

5.12.8 Комплектующее оборудование и параметры его работы проверяются в степени, необходимой для стендовых испытаний объекта наблюдения, если комплектующее оборудование само не является предметом стендовых испытаний. Проверка осуществляется в соответствии с требованиями Правил.

5.12.9 На каждый объект наблюдения должны быть предъявлены все данные, необходимые для оформления документов Регистра на объект (документы предприятия (изготовителя) на материал, детали, комплектующее оборудование, результаты замеров и т. п.).

5.12.10 Если объект технического наблюдения предъявлен инспектору для проведения стендовых испытаний, все работы на механизме и на стенде должны производиться по согласованию с инспектором.

5.12.11 Испытания законченного изготовлением объекта проводятся, как правило, в следующем порядке:

- .1 стендовые испытания и ревизия;
- .2 контрольные испытания.

Удовлетворительные результаты испытаний являются основанием для выдачи документов Регистра.

5.12.12 При проведении стендовых испытаний двигателей внутреннего сгорания и турбин, в зависимости от их назначения, должны учитываться следующие особенности:

.1 главные двигатели внутреннего сгорания и турбины, предназначенные для работы на винт фиксируемого шага (ВФШ), испытываются по винтовой характеристике свободного хода судна.

Методика вывода на винтовую характеристику и перехода с режима на режим подлежит согласованию с инспектором;

.2 главные двигатели (турбины), предназначенные для работы на винт фиксируемого шага и крыльчатые движители (КД), могут испытываться по винтовой характеристике и по нагрузочной (регуляторной) характеристике с выходом на номинальную мощность при постоянной частоте вращения;

.3 при наличии конструктивных особенностей в комплексе ВРШ – двигатель (редуктор, разобщительная муфта и т.п.), влияющих на проведение испытаний, порядок проведения испытаний должен быть согласован с Регистром;

.4 двигатели (турбины), предназначенные для приведения в действие генераторов, компрессоров, насосов и тому подобных механизмов, должны испытываться на нагрузочной характеристике с выходом на номинальную мощность при постоянной частоте вращения;

.5 при проверке действия режимных регуляторов должно обращать внимание на обеспечение стабильного поддержания частоты вращения на установившихся режимах, а также отклонения частоты вращения и время ее стабилизации при сбросах и набросах нагрузок, которые не должны выходить за пределы норм, установленных Правилами классификации и постройки морских судов;

.6 при проверке действия предельного выключателя или устройства, предотвращающего превышение предельной допустимой частоты вращения, обращается внимание на частоту вращения, при которой предельный выключатель или устройство вступают в действие.

5.12.13 Стендовые испытания должны проводиться в условиях, близких к эксплуатационным, т. е. при нормальном давлении рабочей среды перед турбинами, нормальном давлении вспышки и сгорания топлива для двигателей внутреннего сгорания, при различных нагрузках агрегата, для чего стенд должен быть оборудован устройствами, обеспечивающими получение необходимых характеристик испытываемого агрегата.

Одновременно с испытанием турбин и двигателей внутреннего сгорания испытываются все штатные обслуживающие их вспомогательные механизмы: насосы, холодильники, фильтры и т.п.

Серийные турбины и ДВС могут испытываться без штатных вспомогательных механизмов и оборудования, кроме случаев, когда эти механизмы и оборудование навешены на турбину или ДВС или являются неотъемлемой частью систем турбины или ДВС в пределах механизма. Стендовые вспомогательные механизмы и оборудование в этом случае должны иметь характеристики, аналогичные штатным.

5.12.14 При испытании инспектор должен убедиться, что все части турбин и двигателей внутреннего сгорания работают без ненормальных нагревов, стуков, вибрации; все соединения и стыки плотны и прочны.

5.12.15 Требования по продолжительности и условиям проведения стендовых испытаний ДВС (заводских приемочных испытаний) приведены в приложении 7.

Продолжительность испытаний турбин устанавливается в соответствии с указаниями [табл. 5.12.15](#).

Таблица 5.12.15

Характеристики режима	Продолжительность испытаний турбин, ч, при расчетной мощности, кВт					
Мощность в % от расчетной	более 10000	до 10000	до 5000	до 1000	до 500	до 200
110	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
100	16,0	12,0	8,0	6,0	4,0	2,0
75	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
50	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
25	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Холостой ход	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
Задний ход	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Испытания регулятора и независимой защиты от разнота	+	+	+	+	+	+
Испытания «стоп-устройства»	+	+	+	+	+	+

5.12.16 При проведении контрольных испытаний продолжительность работы на расчетной мощности должна составлять не менее 25 % времени, указанного в [табл. 5.12.15](#), но во всех случаях не менее 30 мин.

5.12.17 При испытаниях механизмов на стенде совместно с системами ДУ и ДАУ следует руководствоваться также указаниями [разд. 12](#) с проведением испытаний по программе для ДУ или ДАУ.

5.12.18 Объем испытаний, приведенный в настоящей главе, относится к испытаниям механизмов при установившемся производстве.

Головные образцы механизмов должны испытываться на стенде по программе, одобренной Регистром.

Объем и продолжительность испытаний устанавливаются в каждом конкретном случае в зависимости от степени доводки механизма.

Объем и продолжительность типовых испытаний ДВС для оформления СТО отражены в [приложении 6](#) к настоящему разделу.

5.12.19 Головные образцы двигателей, предназначенных для установки на спасательные шлюпки, при испытании на стенде, помимо требований, предъявляемых к стендовым испытаниям [5.12](#), должны быть проверены на соответствие требованиям 6.13.6 и 6.15.4 части II «Спасательные средства» Правил по оборудованию морских судов.

5.12.20 Объединение испытаний.

Для двигателей с электронной системой управления объединенные испытания должны подтвердить, что характеристика комплекта механической, гидравлической и электронной частей системы является такой, как прогнозировалось для работы во всех эксплуатационных режимах и испытаниях системы, выполняемых на заводе-изготовителе. Если такие испытания невыполнимы в заводских условиях, они могут быть проведены во время ходовых испытаний судна. Объем этих испытаний должен быть согласован с Регистром для выбранных ситуаций, основанных на анализе характера и последствий отказов, требуемого 1.2.3.1 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

5.12.21 На судах, контракт на постройку или переоборудование которых заключен 01.07.2020 или после этой даты, изготовитель дизель-генератора, отвечающий за его сборку, должен установить на дизель-генераторе информационную табличку, на которой указана, по крайней мере, следующая информация:

- .1 марка либо наименование изготовителя дизель-генератора;
- .2 серийный номер дизель-генератора;
- .3 дата (месяц и год) изготовления;
- .4 номинальная мощность (в кВт и в кВА) с уточнением ее характера в соответствии со стандартом ИСО 8528-1:2018: **COP** (номинальная длительная мощность), или **PRP** (мощность первичного двигателя) или **LTP** (ограниченная во времени мощность). Значение **LTP** допускается указывать только для дизель-генератора аварийного назначения;
- .5 коэффициент мощности;
- .6 номинальная частота (Гц);
- .7 номинальное напряжение (В);
- .8 номинальная сила тока (А);
- .9 масса (кг).

5.13 ДОКУМЕНТЫ РЕГИСТРА

5.13.1 При положительных результатах освидетельствования изделий на стенде предприятия (изготовителя) оформляются документы Регистра согласно Номенклатуре РС.

5.13.2 О результатах испытаний опытного или головного образца инспектором составляется акт Регистра, в котором дается заключение о возможности допуска изделия на судно и при необходимости указываются условия допуска данных изделий на суда при дальнейшем их изготовлении согласно положениям [разд. 1](#).

5.14 ДОКУМЕНТЫ РЕГИСТРА ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ И ОДОБРЕНИЯ ДВС

5.14.1 Датой заявки на одобрение ДВС считается дата любого документа, который Регистр потребовал/принял в качестве заявки на одобрение и оформление документов для каждого ДВС.

5.14.2 Объем требований.

В 1.2.3.1 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов приведены перечни документации, представляемой Регистру для рассмотрения одобрения с целью подтверждения соответствия конструкции ДВС требованиям Правил и используемой в процессе их производства и монтажа.

В [приложении 2](#) к настоящему разделу представлен перечень документации, которая должна быть представлена инспектору Регистра при освидетельствовании ДВС, его узлов и систем на предприятии изготовителя и представлен порядок рассмотрения и прохождения документации между проектантом, Регистром (и его подразделениями), изготовителем/лицензиатом, а также подразделением Регистра, осуществляющим техническое наблюдение за изготовлением ДВС.

5.14.3 Определения.

Определения, относящиеся к одобрению ДВС приведены в [приложении 1](#).

5.14.4 Общие положения.

5.14.4.1 Порядок одобрения.

.1 Свидетельство о типовом одобрении ДВС (СТО).

На каждый тип ДВС, заявленный на типовое одобрение, проектантом должно быть получено СТО (форма 6.3.8-1). Порядок оформления СТО приведен в [5.14.5](#).

Процесс состоит из следующих этапов:

- одобрение технической документации ДВС;
- подтверждения соответствия производства;
- одобрение программы испытаний;
- типовые испытания ДВС;
- рассмотрение полученных результатов типовых испытаний;
- освидетельствование оборудования изготовителя;
- оформление СТО при условии выполнения требований правил Регистра.

.2 Свидетельство на ДВС.

Каждый ДВС изготовленный для применения на судне с классом РС должен иметь собственное Свидетельство (форма 6.5.30 или форма 6.5.31) при наличии СО (см. гл. 4.5 части II «Общие положения по техническому наблюдению» Правил). Порядок оформления Свидетельства приведен в [5.14.4.2.2.8](#) Процесс состоит из одобрения технической документации, представляемой изготовителем/лицензиатом ДВС с учетом особенностей его назначения, представления перечня соответствия рабочих чертежей ранее одобренной проектной документации в процессе типового одобрения ([см. 5.14.4.1.1](#)), представление соответствующих рабочих чертежей и перечня соответствия инспектору Регистра на предприятии изготовителя и судоверфи, при необходимости, проведении испытаний и оформлении Свидетельства при подтверждении соответствия требованиям Правил Регистра.

5.14.4.2 Порядок прохождения документов для одобрения ДВС.

.1 порядок прохождения документов для оформления СТО:

.1.1 для каждого нового типа ДВС проектант подготавливает документацию в соответствии с требованиями 1.2.3.1 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов и направляет в Регистр для рассмотрения в соответствии с согласованным порядком одобрения (сроки рассмотрения, стоимость, ознакомление с

Общими условиями оказания услуг Российским морским регистром судоходством, гарантией оплаты, количество копий и т.д., см. также [5.14.4.2.4](#);

.1.2 после рассмотрения и одобрения представленной документации она возвращается проектанту с письмом-заключением;

.1.3 проектант организует участие инспектора Регистра в типовых испытаниях и в случае удовлетворительных результатов испытаний оформляется СТО;

.1.4 порядок прохождения документов для оформления СТО представлен на схеме ([см. рис. 1 в приложении 2](#));

.2 порядок прохождения документов для оформления Свидетельства на ДВС:

.2.1 на ДВС данного типа должно быть оформлено СТО. Для первого серийного ДВС данного типа процедура типового одобрения и одобрения серийного ДВС может быть совмещена (см. 5.7 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил);

.2.2 если ДВС предназначены для случаев особого применения или исполнения (специального назначения), когда требуется внесение изменений в конструкцию, откорректированная документация направляется проектантом/лицензиаром ДВС изготовителю/лицензиату для разработки рабочей документации для производства изделий в соответствии с [табл. 1 приложения 2](#);

.2.3 изготовитель/лицензиат разрабатывает перечень изменений рабочей документации в сравнении с документацией, перечисленной в 1.2.3.1 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов и направляет в Регистр для рассмотрения. Пример перечня приведен в приложении 4. Если имеется расхождение в техническом содержании чертежей и рабочей документации лицензиата и соответствующих документах лицензиара, лицензиат должен получить документальное согласие лицензиара на такие изменения, используя образец формы в [приложении 5](#).

Если согласие проектанта не подтверждается, двигатели должны рассматриваться как отдельный тип, для которого лицензиатом заново должна быть полностью выполнена процедура типового одобрения;

.2.4 изготовитель ДВС/лицензиат представляет Регистру перечень изменений рабочей документации согласно порядку рассмотрения/одобрения;

.2.5 Регистр возвращает документацию изготовителю/лицензиату с подтверждением одобрения конструкции. Подтверждение осуществляется постановкой соответствующих штампов на документах (см. 1.2.3.1 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов) и письмом-заключением;

.2.6 инспектор РС, участвующий в техническом наблюдении на предприятиях изготовителя/ лицензиата/субподрядчика, оформляет необходимые Свидетельства на компоненты по результатам положительных результатов их освидетельствования и испытаний;

.2.7 изготовитель ДВС / лицензиат осуществляет сборку и испытания ДВС в присутствии инспектора РС. Свидетельство на ДВС оформляется инспектором на основании положительных и полностью завершенных результатов сборки и испытаний;

.2.8 порядок процесса оформления получения Свидетельства на ДВС приведен на схеме ([см. рис. 2 в приложении 2](#));

.3 одобрение компонентов двигателя.

Компоненты, разработанные проектантом двигателя, на которые распространяется действие СТО на ДВС соответствующего типа, рассматриваются как одобренные независимо от того, произведены они изготовителем ДВС или субподрядчиком. Для компонентов, разработанных субподрядчиком (например, турбоагрегаты, воздухоохладители и т.п.), необходимо получение одобрения соответствующим поставщиком;

.4 форма представления документации.

Документация представляется в электронном виде с учетом требований разд. 3 и 5 части II «Техническая документация».

5.14.5 Порядок типового одобрения.

Порядок типового одобрения должен соответствовать требованиям [5.14.4](#). Схема прохождения документов приведена на [рис. 1 в приложении 2](#).

Документация, применимая к конкретному типу двигателя, должна представляться Регистру на рассмотрение проектантом/лицензиаром в соответствии табл. 1.2.3.1-1 – 1.2.3.1-3 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

5.14.5.1 Документация, представляемая для информации.

В табл. 1.2.3.1-1 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов перечислены основные документы, содержащие общую информацию о ДВС, с описанием конструкции, характеристик и исполнения. Дополнительно приводятся сведения о требованиях для используемых вспомогательных устройств, включая детали установки ДВС, диапазон мощностей, техническую спецификацию, руководство по обслуживанию и эксплуатации ДВС.

5.14.5.2 Документация для одобрения и выполнения проверочных расчетов.

В табл. 1.2.3.1-2 и 1.2.3.1-3 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов перечислена документация, которая подлежит одобрению Регистром.

5.14.5.3 Одобрение и оценка конструкции.

Одобрение и оценка соответствия конструкции требованиям правил Регистра (одобрение технической документации) действительно до внесения существенных изменений в конструкцию, влекущих изменение типа (см. также разд. 9 и 10 части II «Техническая документация» Правил). При внесении значительных изменений действие одобрения может быть возобновлено на основании документального подтверждения, что конструкция соответствует действующим правилам РС и другим нормативным документам (например, СОЛАС-74 и МАРПОЛ 73/78) ([см. также 5.14.5.6](#)).

5.14.5.4 Типовые испытания.

Типовые испытания должны выполняться в соответствии с требованиями [приложения 6](#) при техническом наблюдении Регистра.

Производственное предприятие, на котором проводятся типовые испытания двигателя, должно быть освидетельствовано в соответствии с требованиями приложения 8.

5.14.5.5 Свидетельство о типовом одобрении.

После выполнения всего объема требований [5.14.5.1 – 5.14.5.4](#) с положительными результатами оформляется СТО.

5.14.5.6 Изменения конструкции.

После первоначального одобрения Регистром ДВС данного типа, только те документы из перечисленных в табл. 1.2.3.1-1 – 1.2.3.1-3 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов, которые подверглись значительным изменениям, должны быть вновь представлены на рассмотрение Регистру.

5.14.5.7 Продление/возобновление типового одобрения (без проведения испытаний).

Должна быть представлена следующая информация:

.1 измененные или новые документы, содержащие существенные изменения или выпускаемые взамен представленных ранее документов для одобрения конструкции; или

.2 подтверждение отсутствия значительных изменений, внесенных с момента последнего одобрения конструкции.

5.14.5.8 Условия срока действия СТО.

Регистр вправе ограничивать или приостанавливать срок действия СТО. СТО утрачивает силу, если были выполнены значительные изменения конструкции, процесса изготовления или организации процесса, а также характеристик применяемых материалов, если это не было заранее одобрено Регистром.

5.14.5.9 Рассмотрение и одобрение документации.

.1 представление документов для информации согласно 1.2.3.1 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов не исключает возможности выставления замечаний и комментариев со стороны Регистра;

.2 при необходимости Регистр может запросить дополнительную документацию. Она может включать документы, подтверждающие существующее типовое одобрение или предложения по программе типовых испытаний в соответствии с [приложением 6](#).

5.14.6 Процесс технического наблюдения и оформления документов.

Процесс технического наблюдения состоит из этапов, перечисленных в [5.14.6.1 – 5.14.6.5](#). Схема процесса приведена в приложении 2, [рис. 2](#) и описывает прохождение документов между следующими участниками процесса:

- проектант/лицензиар ДВС;
- изготовитель/лицензиат ДВС;
- изготовители компонентов ДВС (субподрядчики);
- главное управление или Центры по одобрению документации РС;
- подразделения РС (филиалы, представительства и т.д.).

При отсутствии соглашения между лицензиаром и лицензиатом, под проектантом понимается предприятие, имеющее права на проектирование данного типа ДВС или уполномочено изготовителем на внесение изменений в конструкцию ДВС.

5.14.6.1 Порядок прохождения документации при производстве ДВС.

До начала процесса технического наблюдения за изготовлением ДВС должно быть выполнено одобрение конструкции каждого типа ДВС согласно [5.14.5.1 – 5.14.5.3](#).

Проектант/лицензиар подготавливает документацию, перечисленную в табл. 1.2.3.1-1 – 1.2.3.1-3 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов и разрабатывает, при необходимости, дополнительную специальную документацию для использования изготовителем/ лицензиатом при разработке рабочей документации для производства ДВС.

При внесении значительных изменений в конструкцию, соответствующая документация должна быть представлена на рассмотрение Регистру ([см. 5.14.5.6](#)).

5.14.6.2 Документация, разрабатываемая для освидетельствования и испытаний ДВС.

В [табл. 1](#) приложения 2 перечислена рабочая документация, согласованная с проектантом/ лицензиаром, которая должна быть представлена изготовителем (лицензиатом) ДВС для использования инспектором Регистра при освидетельствовании в процессе производства и испытаний ДВС и их компонентов ([см. 5.14.4.2.2.3 – 5.14.4.2.2.6](#)).

5.14.6.3 Альтернативное исполнение.

При расхождении технического содержания рабочей документации лицензиата и соответствующих чертежей лицензиара лицензиат должен представить Регистру документальное подтверждение лицензиаром изменений, внесенных лицензиатом. Документ должен быть одобрен лицензиатом и подписан обеими сторонами. Изменения, вносимые лицензиатом, должны обеспечиваться применимыми требованиями качества. Образец документального подтверждения лицензиаром изменений, внесенных лицензиатом, находится в приложении 5.

5.14.6.4 Освидетельствование производства изготовителя.

Регистр осуществляет оценку соответствия производства применимым требованиям (см. разд. 12 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил), а также проверку оборудования, процессов, инструмента, обеспечения качества, испытательного оборудования и т.д. ([см. приложение 8](#)).

Результаты отражаются в соответствующих актах (формы 6.3.18 и 6.3.19) и других применимых к данному производству документах РС.

5.14.6.5 Доступ к документам изготовителя.

В дополнение к документации, перечисленной в [приложении 2](#), изготовитель/лицензиат обязан по запросу инспектора Регистра, выполняющего освидетельствование, обеспечить доступ к соответствующим детальным рабочим чертежам, описанию процесса управления качеством продукции и критериям приемки.

5.14.6.6 Сборка и испытания ДВС.

Все процессы сборки и испытаний, содержащиеся в требованиях Регистра, за исключением альтернативной процедуры освидетельствования при наличии СО (см. гл. 4.5 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил), должны выполняться при техническом наблюдении Регистра.

5.14.7 В случае применения устройств для уменьшения выбросов NO_x как компонента судового дизельного двигателя и/или системы мониторинга отработанных газов NO_x, техническое наблюдение за системами должно производиться в соответствии с [разд. 17](#).

**ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАЗДЕЛУ 5
«МЕХАНИЗМЫ» (ПРИВЕДЕНЫ В СТРОГОМ СООТВЕТСТВИИ С
ПРИЛОЖЕНИЕМ 1 «ГЛОССАРИЙ» УТ МАКО M44 (REV.10 FEB 2021))**

Термин	Определение
Критерии приемки	Набор параметров или критериев, которым должны соответствовать конструкция, изделие, услуга или процесс при рассмотрении соответствия
Признание	Состояние конструкции, изделия, услуги или процесса, которые были признаны соответствующими критериям приемки
Альтернативная процедура освидетельствования	См. 4.5 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил (Соглашение об освидетельствовании) Термины, применяемые для данной процедуры (Унифицированное требование (УТ) МАКО Z26 (Feb 2015) (документ доступен на сайте МАКО (www.iacs.org.uk)) КО – членами МАКО: ABS: Product Quality Assurance BV: Alternative Survey Scheme CCS: Type Approval-A CRS: system Examination of the manufacturing process and quality assurance DNV-GL: Manufacturing Survey Arrangement IRS: IRS Quality Assurance Scheme KR: Quality Assurance System LR: LR Quality Schemes NK: Approval of Manufacturers RINA: Alternative Survey Scheme
Оценка	Оценивание уполномоченным органом
Одобрение	Предоставление допуска конструкции, изделия, услуги или процесса для заявленных целей при условии их одобрения
В сборе	Узел или система, составленная из компонентов или отдельных деталей
Давать оценку	Определять степень соответствия конструкции, изделия, услуги, процесса, системы или устройства определенным техническим требованиям, Правилам РС, стандартам и другим нормативным документам
Проверка	Планомерное систематизированное и независимое исследование для установления документального подтверждения действий, применения задокументированных действий и результатов, соответствующих поставленным целям
Проверяющий	Лицо, обладающее квалификацией и опытом для проведения проверки
Свидетельство	Формализованный документ, подтверждающий соответствие конструкции, изделия, услуги или процесса критериям приемки
Освидетельствование	Процедура согласно которой осуществляется одобрение конструкции, изделия, услуги или процесса в соответствии с критериями приемки
Класс	Сокращенное обозначение классификационного общества (Регистр, РС)
Одобрение класса	Одобрение классификационным обществом
Классификация	Особый вид освидетельствования, определяемый Правилами соответствующего классификационного общества
Уполномоченный орган	Признанная организация, имеющая соответствующую компетенцию и опыт в определенной области
Компонент	Часть (деталь, узел) оборудования или системы
Соответствие	Доказанное выполнение необходимых требований для конструкции, изделия, процесса или услуги
Контракт	Соглашение между двумя и более сторонами, вовлеченными в сферу оказания услуги
Подрядчик	см. Поставщик
Клиент, заказчик	Сторона, получающая товары или услуги от других сторон

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

120

Термин	Определение
Проект (конструкция)	Все применимые чертежи, документы, расчеты, описывающие производство, сборку и обработку изделия
Анализ проекта (конструкции)	Методика исследования, выбранная для оценки проекта (конструкции)
Оценка проекта	Оценивание всех чертежей, расчетов и документов, относящихся к проекту (конструкции)
Рассмотрение проекта	Часть процесса одобрения проекта (конструкции) для оценки особенностей проекта (конструкции)
Одобрение документации	Часть процесса рассмотрения для оценки чертежей и другой технической документации
Оборудование	Устройство, состоящее из узлов и деталей
Эквивалентность	Приемлемая, но не менее эффективная замена, отвечающая установленным критериям
Обследование	Систематическое проведение экспертизы для определения степени в которой конструкция, изделие, услуга или процесс удовлетворяют установленным критериям
Экспертиза	Оценка лицом соответствующей квалификации соответствия требованиям
Осмотр	Экспертиза конструкции, изделия, услуги или процесса инспектором
План осмотра	Перечень задач, подлежащих выполнению инспектором
Установка	Сборка и окончательное размещение узлов, оборудования и вспомогательных систем для обеспечения работы объекта
Изготовитель	Сторона, отвечающая за производство и качество изделия
Процесс изготовления	Систематизированная последовательность операций, применительно к изготовлению объекта
Процедура процесса одобрения	Одобрение процесса производства, разработанного изготовителем для изготовления данного изделия
Материал	Продукция, поставляемая одним изготовителем другому, подлежащая в дальнейшем формированию или обработке для получения нового изделия
Модификация	Незначительное изменение, которое не влияет на действующее одобрение
Извещение об изменении	Информация об изменении конструкции с указанием номера изменения или нового номера чертежа, заменяющего предыдущий
Эксплуатационное испытание	Техническая операция для определения определенных эксплуатационных параметров
Производитель	См. Изготовитель
Продукция	Результат, получаемый в процессе производства
Испытание головного (опытного) образца	Исследования первого или одного из первых ДВС нового типа для оптимизации и точной регулировки параметров и подтверждения заданного процесса работы
Обеспечение качества	Все планируемые и систематизированные действия, включенные в систему качества, и демонстрирующие все необходимое для подтверждения, что предприятие будет обеспечивать все требования качества согласно ИСО 9001:2015
Предписание	Постановление или указ исполнительного органа или регулирующего органа правительства, имеющие силу закона
Ремонт	Восстановление первоначального или близкого к нему состояния после износа, повреждения или разрушения изделия или в процессе эксплуатации
Требование	Установленные характеристики для оценки процесса
Информация	Дополнительные технические данные или подробности дополняющие техническую документацию, представляемую для одобрения
Изменение	Задокumentированные изменения одного или нескольких проектных чертежей или технической спецификации (технических условий)
Спецификация (технические условия)	Технические данные или особенности, применяемые для установления пригодности материалов, изделий, узлов или систем для обеспечения их использования по назначению
Существенные или значительные изменения	Изменения конструкции, которые ведут изменению нагрузок, процесса работы, ресурса или влияют на другие компоненты или существенные параметры работы, такие, как выбросы в атмосферу
Субпоставщик/субподрядчик	Поставщик материалов, согласно контракту, другому поставщику

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

121

Термин	Определение
Поставщик	Субъект, который согласно контракту поставляет материалы или проект, изделия, услуги или компоненты заказчику или пользователю (владельцу)
Испытание	Технический процесс, состоящий из определения одного и более параметров или производительности данного изделия, материала, оборудования, организма физического явления, процесса или услуги в соответствии в соответствии с предписанной процедурой для установления соответствия установленным требованиям
Прослеживаемость	Возможность отследить обратный порядок действий в процессе проектирования и изготовления для установления соответствия исходному состоянию
Процедура типового одобрения	Оценка допустимости продукции путем выполнения систематизированных действий: 1. Оценка конструкции (проекта) в соответствии с техническими требованиями 2. Освидетельствование производства и испытания продукции для установления соответствия технической спецификации 3. Оценка производственного оборудования для подтверждения возможности устойчивого производства изделий в соответствии с технической спецификацией
Типовые испытания	Заключительный этап процедуры типового одобрения в соответствии с одобренной программой (см. приложение 6)
Подтверждение (доказательство)	Конкретное физическое представление в ходе испытаний с возможностью записи, дающее доказательство результата

ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПРОХОЖДЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ

Документация, требуемая для освидетельствования узлов и систем ДВС при их производстве и испытаниях применительно к назначению двигателя приведена в таблице ниже. Идентичность конструкции и назначения двигателей определяются с учетом [1.2](#), [3.3](#) и [3.4](#) Приложения 6.

Таблица 1
Документация, представляемая для освидетельствования узлов и систем ДВС¹

№	Наименование документов
1	Основные сведения о ДВС (технические данные и общая информация, см. приложение 3)
2	Спецификация материалов основных деталей с указанием методов неразрушающего контроля и условий гидравлических испытаний ²
3	Рама фундаментная и картер сварной конструкции с указанием сварных узлов и технических требований по сварке ³
4	Опорная плита сварной конструкции упорного подшипника с указанием сварных узлов и технических требований по сварке ³
5	Станина/стойки/корпус передачи сварной конструкции с указанием сварных узлов и технических требований по сварке ³
6	Коленчатый вал в сборе и узлы коленчатого вала
7	Чертежи упорного или промежуточного вала, если встроены в двигатель
8	Болты соединительные секций коленчатых валов
9	Болты и шпильки рамовых подшипников
10	Болты и шпильки цилиндрических крышек и выхлопного клапана (для двухтактных двигателей)
11	Болты и шпильки шатунов
12	Анкерные болты
13	Принципиальные схемы (в пределах двигателя) или аналогичная документация для ⁴ :
14	системы воздушного пуска
15	топливной системы
16	системы смазочного масла
17	системы водяного охлаждения
18	системы гидравлики
19	гидравлической системы управления клапанами двигателя
20	системы управления, регулирования и защиты двигателя
21	Чертежи защиты топливных трубопроводов высокого давления в сборе ⁵
22	Чертежи аккумуляторов масляной и топливной системы
23	Чертежи топливных насосов высокого давления и топливных форсунок ⁶
24	Чертежи предохранительных клапанов и их расположения (см. 2.3.4 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов) ⁷
25	Схема системы обнаружения и сигнализации масляного тумана в картере и/или равноценного устройства (см. 2.3.3.8 – 2.3.3.22 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов)
26	Крышка цилиндра
27	Блок-картер, блок цилиндров
28	Втулка цилиндра
29	Противовесы (если не являются частью коленчатого вала) с деталями крепления
30	Шатун с крышкой

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

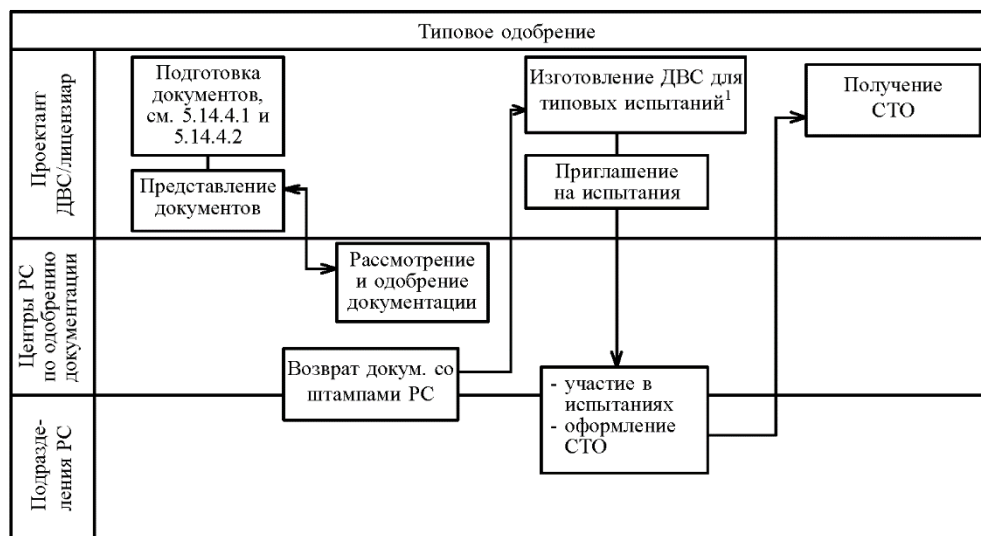
123

№	Наименование документов
30	Крейцкопф
31	Шток поршня
32	Поршень в сборе ⁷
33	Головка поршня
34	Привод распределительного вала в сборе ⁸
35	Маховик
36	Чертежи установки на фундамент (только для главных двигателей)
37	Топливный насос высокого давления
38	Изоляция и зашивка газовыхлопных трубопроводов и других частей двигателя с высокой температурой поверхности, на которые может попасть топливо при повреждении топливной системы в сборе
39	Документация по устройству и установке демпферов Для двигателей с электронной системой управления должны быть представлены сборочные или компоновочные чертежи:
40	клапанов управления
41	насосов высокого давления
42	привода насосов высокого давления
43	корпусов клапанов, если применимо
44	Руководство по обслуживанию и эксплуатации ⁹
45	Программа испытаний с учетом анализа отказов и их последствий для системы управления, контроля и защиты ¹⁰
46	Технические условия процессов литья и сварки (производственный цикл)
47	Типовое одобрение элементов системы управления (климатические испытания) ¹¹
48	Требования к качеству производства ДВС
¹ По газовым ДВС – см. дополнительно табл. 1.2.3.1-3 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов. ² Для сравнения с требованиями Регистра для материалов, методов неразрушающего контроля и гидравлических испытаний, что применимо. ³ Для одобрения сварочных материалов и технических требований по сварке. Технология процесса сварки должна содержать сведения по термообработке деталей до и после сварки, требования к сварочным материалам, параметрам и условиям проведения сварки. ⁴ Данные по системам, как они представлены изготовителем двигателя: основные размеры, рабочие среды и максимальное давление. ⁵ Все двигатели. ⁶ Документация должна содержать сведения по давлению, размеру труб и материалам. ⁷ Только для двигателей с диаметром цилиндра 200 мм и более или объемом картера 0,6 м ³ и более. ⁸ С указанием номеров чертежей компонентов. ⁹ Руководство по эксплуатации и обслуживанию должно содержать информацию для обеспечения технического обслуживания и ремонта, включая описание используемых специальных инструментов, приспособлений и средств измерений с указаниями по их настройке и требованиями проведения проверок (поверок) на весь период технического обслуживания. ¹⁰ Требуется только для двигателей, работа которых зависит от гидравлических, пневматических или электронных систем управления впрыском топлива и/или клапанами. ¹¹ Документация с внесенными изменениями конструкции проектантом/лицензиаром для ДВС предназначенных для особого применения или исполнения (специального назначения) представляется Регистру для одобрения или информации, что применимо (см. 5.14.4.2.2.2).	

На [рис. 1](#) представлена схема прохождения документов для процедуры типового одобрения ДВС.

Схема прохождения документов (см. [рис. 1](#)) предназначена для всех сторон, вовлеченных в процесс освидетельствования ДВС для распределения их функций и ответственности. Изменения в представленной схеме могут выполняться в особых условиях выпускаемых изделий с учетом различных факторов, связанных с местоположением, доступностью комплектующих частей и возможностью

освидетельствования. В любом случае текст требований Правил имеет приоритет над представленной схемой.



¹ Может также изготавливаться лицензиатом.

Рис. 1
Схема прохождения документов для процедуры типового одобрения ДВС

На [рис. 2](#) представлена схема прохождения документов для проведения стендовых испытаний.

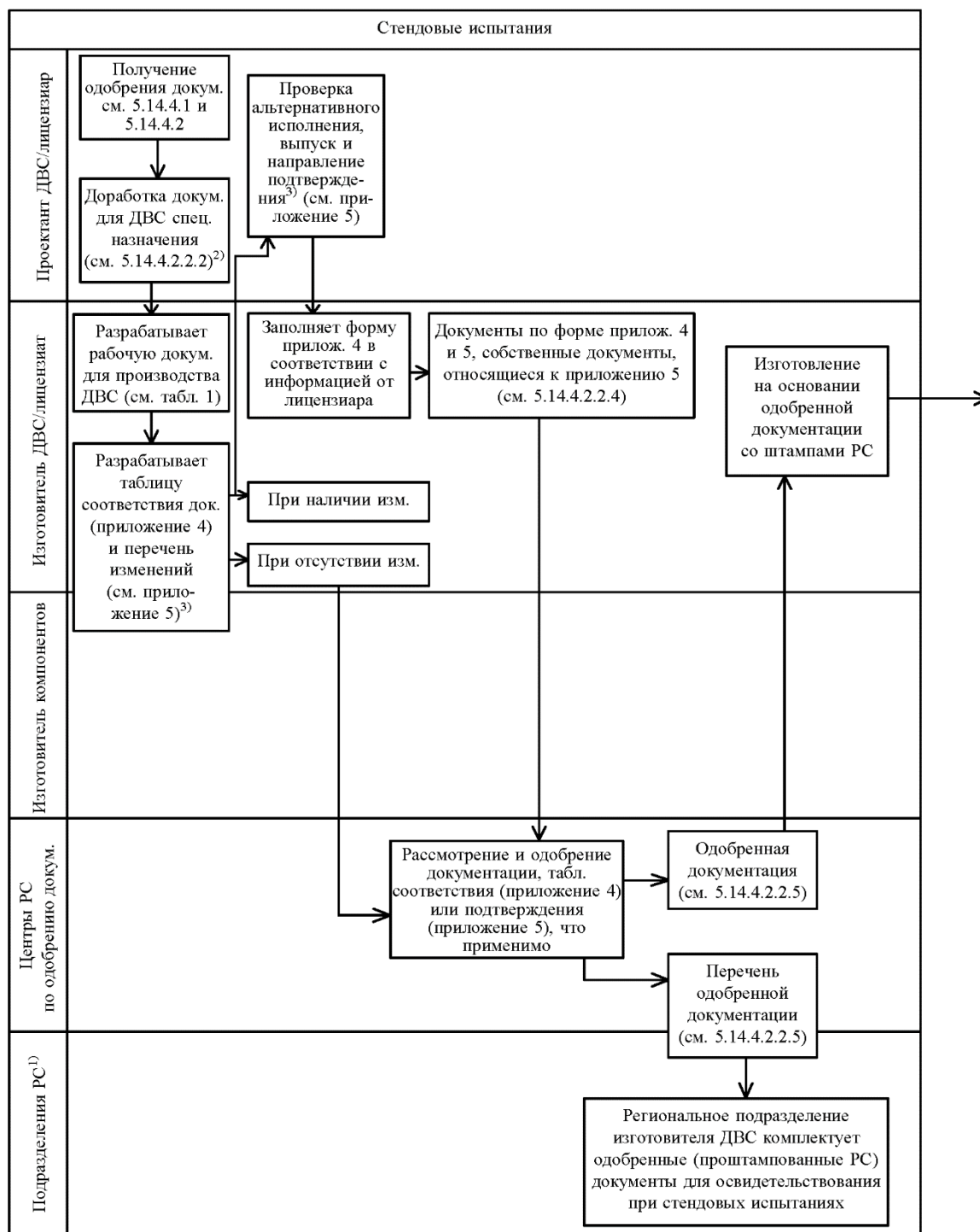


Рис. 2
Схема прохождения документов для проведения стендовых испытаний

- 1) Региональные Подразделения РС, в чьей зоне деятельности находятся изготовители ДВС и компонентов;
- 2) Для альтернативного исполнения (см. 5.14.6.3);
- 3) При необходимости выполнении требования 5.14.4.2.2.3.

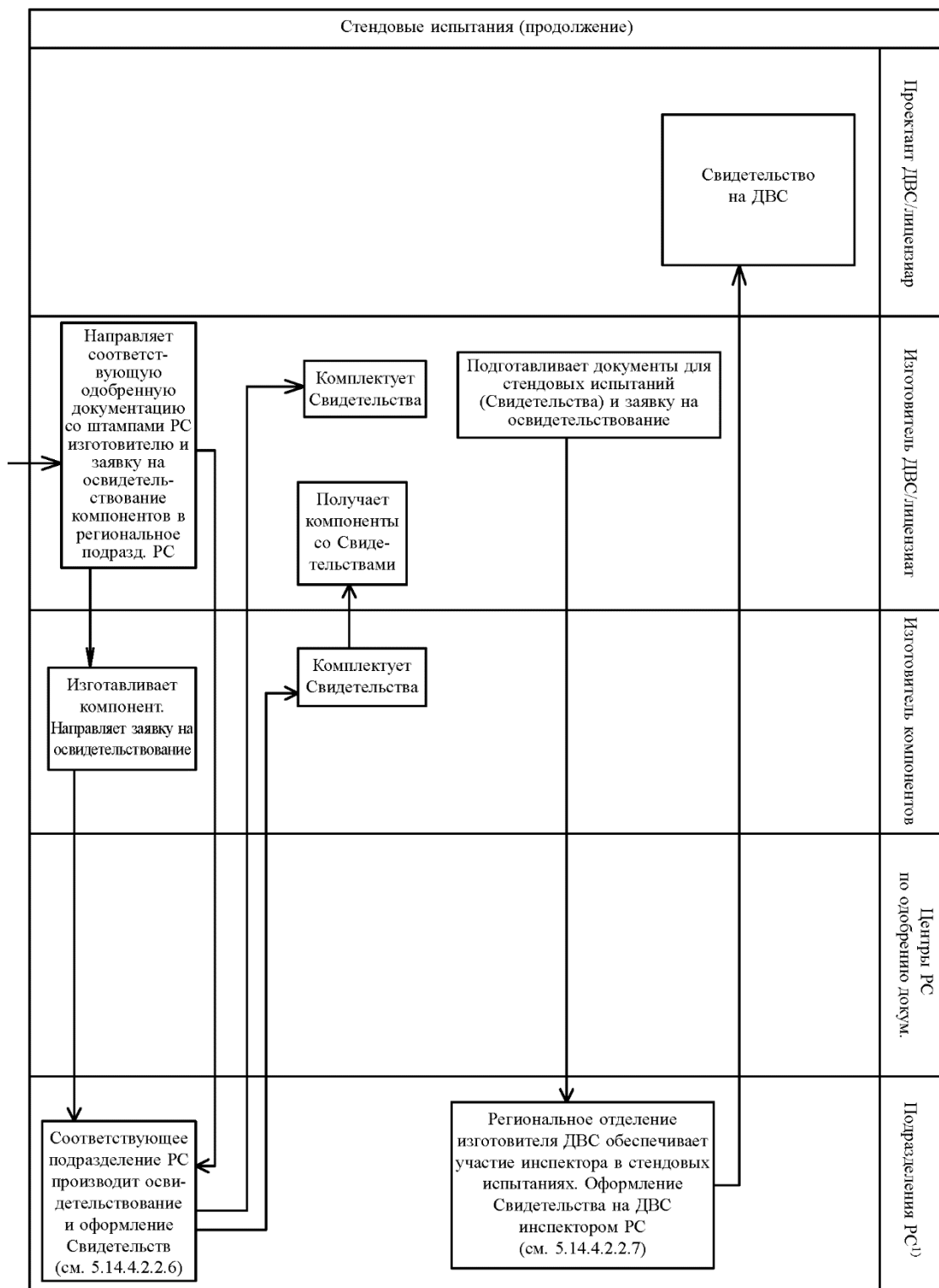


Рис. 2

Схема прохождения документов для процедуры стендовых испытаний ДВС (продолжение)

**ФОРМА ЗАЯВКИ НА ТИПОВОЕ ОДОБРЕНИЕ ДВС И ОСНОВНЫЕ
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ (В СООТВЕТСТВИИ С ПРИЛОЖЕНИЕМ 3
К УТ МАКО М44 (Rev.10 FEB 2021))**

**UR M44 (Rev.10 FEB 2021) – APPENDIX 3 – Internal Combustion Engine Approval
Application Form and Data Sheet**

№ заявки в базе данных Регистра:

Class Application number:

№ заявки изготовителя ДВС (если применимо):

Engine Manufacturer's Application Identification Number:

Общие данные General Data	
Проектант ДВС Engine Designer: _____ Контактное лицо: _____ Должность: _____ Contact Person: _____ Position: _____ (ФИО/Name) Адрес: _____ Address: _____ _____ _____	Изготовитель(ли) ДВС, лицензиат(ы) и/или сайт изготовителя _____ Страна _____ Engine Manufacturers), Licensee(S) and/or Manufacturing Sites*Name _____ Country _____

1. Назначение документа (выбрать 1 а или 1 в) Document purpose (select options from either 1a or 1b)	
1.a. Типовое одобрение/Type Approval Application	
Запрашиваемая услуга Service Requested ☐ Новое типовое одобрение (TO) New Type Approval ☐ Возобновление ТО Renew of Type Approval ☐ Изменение ТО Amend Type Approval ☐ Заключение по проекту Design Evaluation ☐ Обновление приложения Update TA Supplement ☐ Иное: Other: _____	Необходимые мероприятия [†] Required activities [†] • ОП – Оценка проекта ТИ – Типовые испытания ОСП – Оценка соответствия производства • DA – Design Appraisal TT – Type Test CoP – Conformity Of Production • ОСП / CoP, если в проект вносятся изменения или оформление нового Свидетельства должно быть следствием этого / if design change then amended or new Certificate process to be followed • ОП и ОСП / DA & CoP, Далее – ТИ, если предварительно одобренный ДВС был существенно модифицирован / Further-TT, if previously approved engine has been substantively modified (как требуется UR M71 / as required by UR M71) • ОП, ТИ / DA, TT, для случая, когда разработчик не имеет собственного производства СТО запрашивается для конкретного изготовителя когда ОСП было завершено / applicable where designer does not have production facilities, Type Approval to be granted to specific production facility once associated CoP has been completed • Изменения в Приложении только для случая незначительных изменений, не влияющие на СТО Update to Supplement, only for minor changes not affecting the Type Approval Certificate • Например, национальные/конвенционные требования МА т.е. MSC.81 (70) с поправками для двигателей, используемых в качестве аварийного привода / e.g. National / Statutory Administration requirements i.e. MSC.81 (70), as amended for emergency engines
Для изменения СТО или Приложения указать какие именно данные подлежат изменению For TA Cert amendments or Supplement updates, details of what is to be changed: _____	
Для "Иное" уточнение требований, подлежащих рассмотрению For "Other", Details of the requirements to be considered: _____	
1b. Дополнительно для стендовых испытаний и оформления Свидетельства для отдельного двигателя Addendum for Individual Engine FAT and Certification	
Отдельные ДВС подлежат стендовым (заводским приемочным) испытаниям с оформлением сертификата только когда параметры двигателя отличаются от данных, указанных в оригинальной заявке на типовое одобрение. При этом должен быть заполнен Раздел 3b. В случае внесения изменений в другие Разделы может быть затребовано оформление нового СТО. ☐ Individual engine requiring FAT and Certification, only where the performance data for the engine being certified differs from the details provided on the original Type Approval Application. Only section 3b requires completion. Where changes to other sections are necessary, a new Type Approval Application may be required.	

**Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)**

128

Ссылка на № ранее оформленного СТО и письма-заявки на его оформление Reference number of Internal Combustion Engine Approval Application Form (Letter of enquiry) previously submitted and reference number of the Type Approval Certificate.		(Копия заявки д.б. приложена к настоящей Форме) (Copy of original application form to be attached to this document)	
2. Имеющаяся документация Existing documentation			
Ранее оформленное СТО или Письмо об одобрении (если применимо) Previous Class Type Approval Certificate No. or related Design Approval No. (if applicable)			
Выдается документация для двигателя (Например: предыдущие протоколы испытаний типа, отчеты в обслуживании опыт обоснование и т.д.) Formerly issued documentation for engine (E.g. previous type test reports, in-service experience justification reports, etc.)		Кем выдано: Issuing Body:	Вид документа: Document Type:
			Документ № Document No.:
Имеющаяся сертификация Свидетельство соответствия СК ИСО 9001: 2015 и т.д.) Existing Certification (E.g. Manufacturer's quality certification ISO 9001: 2015 etc.)		Кем выдано: Issuing Body:	Вид документа: Document Type:
			Документ № Document No.:
3. Модель (отметьте все подходящие варианты) Design (mark all that apply)			
3а. Описание двигателя: Engine Particulars:			
Назначение Application	☐ Главный с передачей мощности на гр.винт Direct drive Propulsion	☐ Вспомогательный привод Auxiliary	☐ Аварийный привод Emergency
	☐ Одномашинная установка Single engine	☐ Многомашинная установка Multi-engine installation	☐ Для вспомогательных нужд Aux-Services
			☐ Для электродвижения Electric Propulsion
Тип двигателя Engine Type		Число поставленных двигателей морского исполнения*: Number of delivered marine engines*:	
Изготовление с [†] Manufactured Since [†] :			
Конструктивное исполнение Mechanical Design		☐ Двухтактный 2-strok	☐ Четырехтактный 4-strok
		☐ Рядный In-line	☐ V-образн. V-angle (____°)
		☐ Крейцкофный Cross-head	☐ Тронковый Trunk-piston
		☐ Реверсивный Reversible	☐ Нереверсивный Nonreversible
		Диаметр цилиндра, мм Cylinder bore (mm)	
		Ход поршня (мм) Legth of piston stroke (mm)	
Наддув Supercharging		☐ Без наддува Without of supercharging	
		☐ С наддувом With supercharging	
		☐ Без охлаждения наддувочного воздуха Without charge air cooling	☐ С охлаждением воздуха наддува With charge air cooling
		☐ Система наддува с постоянным давлением Constant-pressure charging system	☐ Система импульсного наддува Pulsating pressure charging system
Работа клапанов Valve operation		☐ Управление кулачковым р/валом CAM control	☐ Электронное управление Electronic control
Впрыск топлива Fuel Injection		☐ Непосредственный впрыск Direct injection	☐ Непрямой впрыск Indirect injection
		☐ Управляемый впрыск через р/вал CAM controlled Injection	☐ Электронно-управляемый впрыск Electronically controlled injection

**Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)**

129

Тип топлива (по ИСО 8216-1:2017) Fuel Types (in acc.to ISO 8216-1:2017)		☐ Морское тяжелое топливо Marine residual fuel ☐ Морское дистиллятное топливо Marine distillate fuel ☐ Морское дистиллятное топливо Marine distillate fuel ☐ Топливо с низкой температурой вспышки Low flashpoint liquid fuel ☐ Газ Gas ☐ Другие Other ☐ Двухтопливный Dual fuel		cSt при/at 500 DMA, DMB, DMC DMX	
3b. Данные о параметрах (при барометрическом давлением 1.000 мбар; Температуре воздуха 450, относительной влажности 60 %, температуре заборной воды 320) Performance Data (Related to: Barometric pressure 1.000 mbar; Air temperature 450; Relative humidity 60 %; Seawater temperature 320)					
Ссылка на модель No.(если применимо) Model reference No.(if applicable)					
Макс. длит.мощность Max. continuous rating	кВт/цил kW/cyl				
Расчетная частота вращения Rated speed	об/мин 1/min				
Ср.индикаторное давление Mean indicated pressure	МПа MPa				
Ср.эффективное давление Mean effective pressure	МПа MPa				
Максимальное давление сгорания Max.firing pressure	МПа MPa				
Давление наддува Charge air pressure	МПа MPa				
Степень сжатия Compression ratio	–				
Ср.скорость поршня Mean piston speed	м/с m/s				
3с. Коленчатый вал Crankshaft					
Исполнение/конструкция Design	☐ Цельный (сплошной) Solid		☐ Полу составной Semi-built		☐ Составной Built
Способ изготовления Method of Manufacture	☐ Литье Cast	☐ Ковка Forged ☐ Ковка из сляба Slab forged	☐ Горячая объемная штамповка Open die forged		☐ Ковка с высадкой Continuous grain flow process
Заявленное предприятие по ковке/наименование работ: State approval forge/works name:					
Применяется ли поверхностное упрочнение коленчатого вала одобренным методом, включая галтели рамовых и шатунных шеек? Is the crankshaft hardened by an approved process, which includes the fillet radii of crankpins and journals?					☐ Да Yes ☐ Нет No
Свойства материала к/вала Crankshaft material specification					
Предел прочности (Н/мм²) U.T.S. (N/mm²)		Предел текучести (Н/мм²) Yield strength (N/mm²)			
Твердость (по Брюнеллю/Виккерсу) Harness value (Brinell/Vickers)		Относительное удлинение (%) Elongation (%)			
Данные измерений Dimensional Data					
Допустимые значения натяга в случае прессового соединения щек и шеек коленчатого вала (мм) If shrink on webs, state shrinkage allowance (mm)		Предел текучести материала щеки коленчатого вала (Н/мм²) Yield strength of crankweb material (N/mm²)			
Расположение центра тяжести шатуна от центра нижней головки шатуна (мм) Centre of gravity of connecting rod from large end centre (mm)		Радиус вращения центра шатунной шейки (мм) Radius of gyration of connecting rod (mm)			
Масса каждой щеки кривошипа (кг) Mass of each crankweb (kg)		Центр тяжести щеки кривошипа от оси шатунной шейки (мм) Centre of gravity of web from journal axis (mm)			
Масса каждого противовеса (кг) Mass of each counterweight (kg)		Расположение центра тяжести каждого противовеса от оси шатунной шейки (мм) Centre of gravity of each counterweight from journal axis (mm)			

130[illegible]

**Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)**

131

4с. Защита по превышению максимальной частоты вращения Overspeed protection				
Независимая защита по превышению максимальной частоты вращения имеется ☐ Да ☐ Нет Режим работы: _____ Independent overspeed protection available Yes No Mode of operation: _____				
Изготовитель/тип, если электронный: Manufacturer/type, if electronic:			№ СТО _____ Type approval certificate No.	
4d. Электронные системы Electronic systems				
Системы контроля и управления двигателя <i>Примечание: используйте раздел «Примечания» для случаев, когда иная система управления ДВС будет использоваться для типового испытания.</i> Engine control and management systems Note: use «Remarks» section to identify when a different engine control system will be used for Type Test				
Оборудование: Изготовитель и модель: Hardware: Manufacturer & Model: _____		Свидетельство о типовом одобрении № _____ Type approval Certificate No.		
Программное обеспечение: Название и версия: Software: Name & Version: _____		Свидетельство соответствия № _____ Software conformity certificate No.		
Дополнительная электронная система 1: Изготовитель и тип: _____ Additional electronic system 1: Manufacturer & type: _____		Функционирование системы: _____ System function: _____ Свидетельство о типовом одобрении № _____ Type approval Certificate No.		
Дополнительная электронная система 2: Изготовитель и тип: _____ Additional electronic system 2: Manufacturer & type: _____		Функционирование системы: _____ System function: _____ Свидетельство о типовом одобрении № _____ Type approval Certificate No.		
Дополнительная электронная система 3: Изготовитель и тип: _____ Additional electronic system 3: Manufacturer & type: _____		Функционирование системы: _____ System function: _____ Свидетельство о типовом одобрении № _____ Type approval Certificate No.		
4е. Система пуска Starting system				
Тип: _____				
Туре: _____				
4f. Устройства защиты / (функционирование) Safety devices / functions				
Пламегаситель или предохранительное устройство установлены в системе пускового воздуха A flame arrestor or a bursting disk is installed in the starting air system		до каждого пускового клапана ☐ Да ☐ Нет before each starting valve Yes No		
Предохранительные клапаны картера имеются Crankcase relief valves available		☐ Да ☐ Нет Yes No		
Свидетельство о типовом одобрении № _____ Type approval Certificate No.		Изготовитель / тип: _____ Manufacturer/type:		
Номер цилиндра No. of cylinder	Общий объем картера (м³) incl. attachments (m³)	Тип и размер (мм) предохранительного клапана Type & size (mm) of relief valve	Площадь предохранительной части клапана (мм²) Relief area per relief valve (mm²)	Число предохранительных клапанов No. of relief valves
Использованный метод для обнаружения потенциально взрывоопасные условия в картере ДВС: Method used for detection of potentially explosive crankcase condition:				
☐	Детектор масляного тумана: Изготовитель / тип: Oil mist detector: Manufacturer / type:		Свидетельство о типовом одобрении № Type approval Certificate No.	
☐	Альтернативный метод: (отметить что применимо) Alternative method: (mark all that apply)	☐ Контроль давления среды в картере Crankcase pressure monitoring	☐ Контроль температуры подшипников Bearing temperature monitoring	☐ Другое Other
	☐ Контроль температуры разбрызгиваемого масла Oil splash temperature monitoring	☐ Устройства рециркуляции Recirculation arrangements		
Устройство сигнализации превышения давления в цилиндре имеется ☐ Да ☐ Нет Cylinder overpressure warning device available Yes No				

**Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)**

132

4g. <u>Навешенное вспомогательное оборудование (отметить что применимо)</u> <u>Attached ancillary equipment (mark a/i that apply)</u>			
Приводные насосы (навешанные) Engine driven pumps			
☐ Главный насос смазочного масла Main lubricating oil pump	☐ Насос морской охлаждающей воды Sea cooling water pump	☐ Насос пресной охлаждающей воды (низкой температуры) LT-fresh cooling water pump	☐ Другое Other
☐ Циркуляционный насос пресной охлаждающей воды (выс. темп) HT-fresh cooling water pump	☐ Топливный насос бустера Fuel oil booster pump		☐ Насос гидравлического масла Hydraulic oil pump
<u>Навешенные на ДВС насосы с собственным приводом</u> <u>Engine attached motor driven pumps</u>			
☐ Лубрикатный насос Lubricating oil pump	☐ Насос охлаждения пресной воды Cooling fresh water pump	☐ Топливный насос бустера Fuel oil booster pump	
☐ Насос гидравлического масла Hydraulic oil pump	☐ Другое Other		
Навешанные охладители или нагреватели Engine attached cooler or heater			
☐ Охладитель смазочного масла Lubricating oil cooler	☐ Подогреватель Lubricating oil heater	☐ Охладитель топливного клапана Fuel oil valve cooler	
☐ Охладитель масла гидравлики Hydraulic oil cooler	☐ Охладитель пресной воды охлаждения Cooling fresh water cooler		
Фильтр на ДВС: Engine attached filter:			
☐ Фильтр смазочного масла Lubricating oil filter	☐ Одиночный Single	☐ Сдвоенный Duplex	☐ Автоматический Automatic
☐ Фильтр топлива Fuel oil filter	☐ Одиночный Single	☐ Сдвоенный Duplex	☐ Автоматический Automatic
5. <u>Предельные углы наклона (работа ДВС гарантируется в следующих пределах)</u> <u>Inclination limits (engine operation is safeguarded under the following limits)</u>		Крен Athwartships	Дифферент Fore-and-aft
		Статический Static	Динамический Dynamic
Главный и вспомогательный привод Main & Auxiliary machinery		☐ 15.0° ☐ 22.5°	☐ 5.0° ☐ 7.5°
Аварийный привод Emergency machinery		☐ 22.5° ☐ 22.5°	☐ 10.0° ☐ 10.0°
ДВС для аварийного привода на судах для перевозки сжиженного газа и жидких химикатов Emergency machinery on ships for the carriage of liquefied gas and liquid chemicals		☐ 30.0° ☐ 30.0°	
6. <u>Работа главного двигателя в аварийном режиме</u> <u>Main engine emergency operation</u>			
При выходе из строя одного вспомогательного нагнетателя, двигатель может быть запущен и работать при частичной нагрузке At failure of one auxiliary blower, engine can be started and operated at partial load		☐ Да Yes	☐ Нет No
При выходе из строя одного ГТН, работа двигателя может быть продолжена At failure of one turbocharger, engine operation can be continued		☐ Да Yes	☐ Нет No
7. <u>Ссылки: Дополнительная информация прилагаемая к Заявке</u> <u>References: Additional Information Attached to Application</u>			
Документ/ идентификация Document Name/Number	Краткое описание о содержащейся информации в документе Summary of information contained in document		
8. <u>Примечания</u> <u>Further Remarks</u>			

**Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)**

133

Примечания:

Notes:

- * Все составляющие, которые влияют на окончательно собранный двигатель (например, производство, модификации, настройки) должны быть перечислены. Для всех мест, где такая работа проводится может потребоваться полная оценка производства (ОСП).
All parties that affect the final complete engine (e.g. manufacture, modify, adjust) are to be listed. All sites where such work is carried out may be required to complete CoP assessment.
- ‡ ОП = Оценка проекта, ТИ = Типовые испытания, ОСП = Оценка соответствия производства. См «Определения» в конце этой формы для получения дополнительной информации.

DA = Design Appraisal, TT = Type Test, CoP = Assessment Of Conformity of Production. See «Definitions» at the end of this application form for more information.

- ‡ Только в случае расширения типового одобрения.
Only in case of TA Extension.

- § См «Определения» в конце этой формы для получения дополнительной информации.
See «Definitions» at the end of this application form for more information.

Заполнено:
Completed By:

Подпись:
Signature:

Компания:
Company:

Должность:
Job Title:

Дата:
Date:

Печать:
Stamp:

Определения

Definitions:

Оценка проекта (ОП) – оценивание всех чертежей, расчетов и документов, относящихся к проекту (конструкции) в соответствии с техническими требованиями Регистра и МАКО, включая вспомогательное оборудование и системы, служащие для надежной работы двигателя в целом. Оценка проекта указывается в приложении к СТО.

Design Appraisal: Evaluation of all relevant plans, calculations and documents related to the design to determine compliance with the IACS and Register's technical requirements. This includes requirements for all associated ancillary equipment and systems essential for the safe operation of the engine i.e. the Complete Engine. The Design Appraisal is recorded on a Supplement to the Type Approval Certificate.

Типовые испытания – испытания, удовлетворяющие полному объему проверок окончательно собранного двигателя на соответствие требованиям одобренной Регистром Программы испытаний на основе, как минимум, требований Прилож.6 к разд.5 «Механизмы» настоящей части (УТ МАКО М71). Типовые испытания проводятся только для головного образца.

Серийные образцы подлежат заводским приемочным испытаниям и испытаниям на судне в соответствии УТ МАКО М51 (в соответствии с Прилож.7 к разд. 5 «Механизмы» настоящей части).

Type Testing requires satisfactory completion Of testing of the Complete Engine against the requirements of the Register's applicable engine Type Testing programme (according to the requirements of Annex 6 to Sec.5 "Machinery", of the Part of the Rules based on minimum requirements of IACS UR M71). Type testing is only applicable to the first in series. All engines are to complete factory acceptance and shipboard trials as defined by IACS UR M51 (in accordance with Annex 7 to Sec. 5 «Machinery» of the Part of the Rules).

Оценка конструкции для оформления Свидетельства – оценка выполняется на основе удовлетворительных результатов полного объема оценки проекта и типовых испытаний.

Design Evaluation Certification may be granted upon satisfactory completion of Design Appraisal and Type Testing.

Оценка соответствия производства (ОСП) – оценка обеспечения качества, средств производства, методов и средств испытаний для подтверждения способности изготовителя регулярно производить комплектные двигатели соответствующие одобренной и испытанной типовой конструкции.

Assessment of Conformity of Production means the assessment of quality assurance, manufacturing facilities and processes and testing facilities, to confirm the manufacturer's capability to repeatedly produce the complete engine in accordance with the approved and type tested design.

Оформление СТО – СТО выдается на основе удовлетворительных результатов полного объема оценки проекта, типовых испытаний и оценки производства полностью собранных двигателей. Свидетельство о типовом одобрении содержит результаты оценки проекта, типовых испытаний и оценку соответствия производства.

Type Approval Certification will be granted upon satisfactory completion of Design Appraisal, Type Testing and assessment of Conformity of Production of the complete engine. The Type Approval Certificate will incorporate outputs from the Design Appraisal, the Type Test and the Assessment of Conformity of Production.

Комплектный двигатель – двигатель с системой управления, всеми вспомогательными устройствами и системами в соответствии с требованиями правил, которые обеспечивают безопасную работу двигателя и на которые распространяются требования правил. Перечень таких компонентов может включать (но не ограничиваться):

Complete Engine includes the control system and all ancillary systems and equipment referred to in the Rules that are used for safe operation of the engine and for which there are rule requirements, this includes systems allowing the use Of different fuel types. The exact list of components/items that will need to be tested in together with the bare engine will depend on the specific design of the engine, its control system and the fuel(s) used but may include, but are not limited to, the following:

- (a) Турбоагнетатель(и) / Turbocharger(s)
- (b) Устройства предотвращения взрыва в картере /Crankcase explosion relief devices
- (c) Устройства обнаружения и сигнализации масляного тумана в картере / Oil mist detection and alarm devices
- (d) Трубопроводы / Piping
- (e) Системы мониторинга технического состояния (техническое и программное обеспечение) / Electronic monitoring and control system(s) – software and hardware
- (f) Системы управления подачи топлива (для двухтопливных ДВС) / Fuel management system (where dual fuel arrangements are fitted) (g) Навешанные насосы / Engine driven pumps (h) Навешанные фильтры / Engine mounted filters

Вид топлива: все виды топлива, для работы на которых спроектирован двигатель, должны быть указаны в заявке на одобрение, поскольку это может влиять на требования по оценке конструкции и объему типовых испытаний. Если двигатель работает в двухтопливном режиме, должно быть детализировано сочетание топлив. Например, природный газ + морское дистиллятное топливо, природный газ + мазут (конкретные данные каждого вида топлива указываются в соответствующих позициях раздела 3а «Вид топлива».

Fuel Types: All fuels that the engine is designed to operate with are to be identified on the application form as this may have impact on the requirements that are applicable for Design Appraisal and the scope of the tests required for Type Testing. Where the engine is to operate in a Dual Fuel mode, the combinations of fuel types are to be detailed. E.g. Natural Gas + DMA, Natural Gas + Marine Residual Fuel, the specific details of each fuel are to be provided as indicated in the relevant rows of the Fuel Types part of section 3a of this form.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

**ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ И ДАННЫХ ПО ДВС
ЛИЦЕНЗИАРА И ЛИЦЕНЗИАТА**

Лицензиат _____ Лицензиар _____
Номер ДВС _____ Тип ДВС _____

№	Название компонента или системы	Лицензиар			Лицензиат		Изменение выполнено лицензиатом		Если изменение выполнено лицензиатом, следует представить информацию	
		№ и название документа	№ изменения	Дата одобрения или рассмотрения Регистром	№ документа	№ изменения	да	нет	Подтверждение одобрения лицензиаром (см. Прилож. 5)	Дата одобрения или рассмотрения Регистром
1										
2										
...										
n										

Я подтверждаю правильность и точность вышеприведенной информации.

Ответственное лицо от имени лицензиата:

Имя: _____

Подпись: _____

Дата: _____

ОБРАЗЕЦ ФОРМЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ЛИЦЕНЗИАРОМ ИЗМЕНЕНИЙ КОНСТРУКЦИИ ДВС, ВЫПОЛНЕННЫХ ЛИЦЕНЗИАТОМ

Альтернативные предложения лицензиата по изменению конструкции лицензиара			
Информация, представляемая лицензиатом			
Лицензиат		Регистрационный № лицензиата	
Описание		№ информационного письма	
Тип двигателя			
Серийный № двигателя		Название предприятия (изготовителя)	

Изменения конструкции ☐ общие ☐ специальные (указать № документации)			
Конструкция лицензиара	Указать соответствующие компоненты или №№ чертежей, приложить фрагменты чертежей или эскизы, (представить дополнительную пояснительную информацию, при необходимости)	Альтернативные технические решения, предлагаемые лицензиатом	
		Пример: – изменение формы и размеров – изменение процесса работы (функционирования) – изменение материала – изменение способа упрочнения – состояние поверхности – применение альтернативных норм и стандартов – технологические указания на чертежах лицензиата – изменения процессов сварки и литья и т.д.	
Обоснование: ☐ Особенности условий производства лицензиата ☐ Особенности условий производства субпоставщиков ☐ Удешевление производства ☐ Особенности применяемого инструмента и оснастки	Взаимозаменяемость с конструкцией лицензиара ☐ да ☐ нет	Отчет о несоответствиях (ОН) или выполненных исследованиях, анализах, оценках (ИАО) ☐ ОН ☐ ИАО	Подтверждаю (от имени лицензиата) ФИО: Дата:
Комментарии лицензиара			
Результат анализа (ИАО) ☐ Принимается как альтернативное исполнение (лицензиар принимает ответственность) ☐ Нет возражений ☐ Неприемлемо (лицензиат принимает ответственность)		(ОН) ☐ одобрено ☐ одобрено с замечаниями ☐ отклонено	Подтверждаю (от имени лицензиата) ФИО: Дата:
№ лицензиара		Дата	
№ лицензиата		Дата	

ТИПОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДВС И РЕКОМЕНДУЕМОЕ СОДЕРЖАНИЕ СТО

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1.1 Процедура типового одобрения ДВС состоит из одобрения технической документации (чертежей, спецификации, требуемых расчетов), проверки соответствия производства, одобрения программы типовых испытаний, проведения типовых испытаний в соответствии с программой, рассмотрения полученных результатов и оформления Свидетельства о типовом одобрении. Максимальный срок действия Свидетельства о типовом одобрении составляет 5 лет, но не более срока действия одобрения документации. Требования по процессу одобрения документации для ДВС (см. [приложение 2 — 5](#)).

1.2 В настоящих требованиях применяются следующие определения для ДВС в зависимости от частоты вращения (см. также 2.3.4.8 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов):

малооборотные двигатели — двигатели с расчетной частотой вращения коленчатого вала $n_p < 300$ об/мин;

среднеоборотные двигатели — двигатели с расчетной частотой вращения коленчатого вала ($300 \leq n_p < 1400$) об/мин;

высокооборотные двигатели — двигатели с частотой вращения коленчатого вала $n_p \geq 1400$ об/мин.

Примечание. Для газовых двигателей применяются определения, приведенные в 9.2 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

2. НАЗНАЧЕНИЕ ТИПОВЫХ ИСПЫТАНИЙ.

2.1 Типовые испытания проводятся с целью демонстрации нагрузочных режимов, предполагаемых при дальнейшей эксплуатации, заявленных изготовителями, а также для определения необходимых границ запаса по нагрузкам с учетом возможных ухудшений факторов, влияющих на эксплуатацию.

2.2 Цели, перечисленные в [2.1](#), прежде всего относятся

к деталям, подвергаемым значительным циклическим нагрузкам, таким как шатуны, кулачки и ролики распределительного вала, пружинные демпферы, где повышенные напряжения могут возникать вследствие увеличения давления впрыска, максимального давления в цилиндре и т.д.;

к деталям с низкой циклическостью нагрузок, но подвергаемым значительным частым температурным перепадам при быстром изменении нагрузки от режима мощности холостого хода до полной мощности и обратно;

к определению границ эксплуатационных параметров двигателя, определяемых системой защиты и сигнализации, таких как работа при максимальной мощности и минимально допустимом давлении смазочного масла и/или максимально допустимой температуре масла на входе в двигатель.

3. ПРИМЕНИМОСТЬ ТРЕБОВАНИЙ.

3.1 Проведение типовых испытаний требуется для каждого нового типа двигателя, предназначенного для установки на судах, подлежащих классификации.

3.2 Результаты типовых испытаний, выполненных для конкретного типа двигателя в любом месте его производства, действительны для всех двигателей данного типа, изготавливаемых лицензиатами или лицензиарами, если каждое место производства будет освидетельствовано Регистром и найдено удовлетворяющим условиям изготовления этого типа ДВС.

3.3 Характеристики, определяющие тип ДВС:

диаметр цилиндра и ход поршня;
способ впрыска топлива (непосредственный или с форкамерой);
способ управления клапанами и впрыском топлива (распределительным валом или электронной системой управления);
вид топлива (жидкое, газообразное, двухтопливный ДВС);
рабочий цикл (4-тактный, 2-тактный);
способ наддува (импульсный или при постоянном давлении);
система охлаждения наддувочного воздуха (с промежуточным охлаждением или без); расположение цилиндров (рядное, V-образное)¹;
цилиндровая мощность, частота вращения, давление в цилиндре²;
способ подачи газа у газовых двигателей (непосредственный впуск в цилиндр, впуск в ресивер наддувочного воздуха или смешивание с воздухом перед турбонагнетателем);
вид управления клапаном подачи газа у газовых двигателей (механическое или электронное);
тип системы воспламенения у газовых двигателей (использование запального топлива, искровое зажигание, применение свечи накаливания или самовозгорание газа);
вид управления воспламенением топлива у газовых двигателей (механическое или электронное управление).

При наличии документального подтверждения успешного опыта эксплуатации при 100 % нагрузке может быть допущено увеличение рабочих параметров ДВС без новых типовых испытаний в следующих пределах:³

- 5 % максимального давления сгорания, или
- 5 % среднего эффективного давления, или
- 5 % расчетной частоты вращения.

Допускается увеличение максимальной мощности не более, чем на 10%, без проведения новых типовых испытаний при условии представления технического анализа и опыта успешной эксплуатации в схожих условиях применения (даже, если применение не классифицируется) или результатов внутренних испытаний при условии, что отличие параметров от ранее полученных при типовых испытаниях составляет не более, чем:

¹ Одно типовое испытание достаточно для ДВС одного типоряда с различным числом цилиндров, но результаты испытаний рядного ДВС не всегда могут быть применимы к V-образным ДВС. Проведение отдельных типовых испытаний может быть потребовано для ДВС V-образного исполнения. Результаты испытаний ДВС V-образного исполнения распространяются на рядные ДВС той же размерности, если нет превышения величины среднего эффективного давления.

Выбор двигателя из одного типоряда производится с учетом осевых колебаний коленчатого вала, крутильных колебаний распределительного и коленчатого вала и других показателей, и может значительно варьироваться в зависимости от количества цилиндров ДВС данного типа.

² Типовое одобрение оформляется по результатам испытаний для значений частоты вращения и давления в цилиндре, соответствующим максимальной длительной мощности (100 %).

³ при условии одобрения документации на коленчатый вал, если были изменения.

10 % максимального давления сгорания, или
10 % среднего эффективного давления, или
10 % частоты вращения.

3.4 Дефорсированные двигатели

Если конструкция двигателя одобрена и имеется протокол заводских испытаний (этап А – см. [5.1](#)) при мощности большей, чем при типовых испытаниях, типовое одобрение может быть расширено на большие значения мощности, среднего эффективного давления и частоты вращения при условии представления протокола расширенных испытаний на следующих режимах (см. диаграмму режимов на [рис. 8.5](#)):

режим повышенной частоты вращения – новое значение (только в случае, если значение было увеличено);

режим номинальной мощности (100 % расчетной мощности при 100 % вращающего момента и 100 % частоты вращения согласно режимам нагрузки по точке 1, два измерения с интервалом между измерениями должен не менее часа;

режим максимального допустимого момента (обычно 110 %) при 100 % частоты вращения (точка 3) или максимально допустимой мощности и частоты вращения, соответствующей номинальной винтовой характеристике (точка 3а) – 0,5 ч;

режим 100 % мощности и соответствующей максимальной частоты вращения (точка 2) – 0,5 ч.

3.5 Объединение испытаний (см. [5.12.20](#)).

Для двигателей с электронной системой управления объединенные испытания должны подтвердить, что характеристика комплекта механической, гидравлической и электронной частей системы является такой, как прогнозировалось для работы во всех эксплуатационных режимах и испытаниях системы, выполняемых на заводе-изготовителе. Если такие испытания невыполнимы в заводских условиях, они могут быть проведены во время ходовых испытаний судна. Объем этих испытаний должен быть согласован с Регистром для выбранных ситуаций, основанных на анализе характера и последствий отказов, требуемого 1.2.3.1 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.

4.1 Перед началом любого вида испытаний изготовитель/судоверфь обеспечивает соответствующие средства защиты для участников испытаний, а все оборудование для безопасного проведения испытаний должно быть исправно и проверено на функционирование

4.2 Особое внимание следует уделять средствам защиты от взрыва в картере, защиты от превышения частоты вращения и всех других защит, требующих остановку двигателя.

4.3 Проводится проверка защиты топливных трубок высокого давления и надлежащее экранирование соединений трубопроводов.

4.4 При наличии валоповоротного устройства проводится проверка блокировки его включения при пуске двигателя.

4.5 До запуска газового двигателя должны быть проведены измерения, подтверждающие, что трубопровод подачи газового топлива двигателя является газонепроницаемым.

5. ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ.

5.1 Типовые испытания делятся на 3 этапа:

.1 этап А – заводские испытания, включающие некоторые виды испытаний, выполненные в процессе изготовления ДВС, функциональные испытания, представление результатов измерения параметров и регистрации времени этих испытаний. Результаты испытаний, требуемые Регистром, или предусмотренные изготовителем должны быть представлены на рассмотрение перед началом следующего этапа В;

.2 этап В – испытания, проводимые в присутствии инспектора Регистра;

.3 этап С – освидетельствование компонентов двигателя, в объеме, требуемом Регистром.

5.2 Программа испытаний в полном объеме должна быть представлена на одобрение Регистру. Степень присутствия инспектора Регистра для каждого этапа согласовывается в каждом отдельном случае, но оно необходимо, по крайней мере, на этапах В и С.

5.3 Объем испытаний, предшествующих этапам В и С (в присутствии инспектора РС) также рассматривается, как часть программы типовых испытаний.

5.4 После выполнения всей программы испытаний (этапы А – С) Регистру должен быть представлен на рассмотрение отчет о проведенных испытаниях. Отчет должен содержать:

полную информацию об испытаниях, выполненных на этапе А. Задokumentированные результаты должны храниться в службе (отделе) качества изготовителя для представления Регистру;

подробное описание нагрузочных и функциональных испытаний, выполненных на этапе В; результаты освидетельствования компонентов на этапе С.

5.5 В соответствии с требованиями [разд. 2](#) типовые испытания должны подтверждать соответствие конструкции и ее соответствие для назначенных условий эксплуатации. Специальные испытания, например, испытания при работе на тяжелом топливе, на длительную работу, как правило, проводятся в течение этапа А.

5.6 Высокооборотные судовые двигатели, как правило, должны быть подвергнуты испытанию на длительную работу в течение 100 ч при полной нагрузке. Исключение может быть сделано для известных типов, хорошо зарекомендовавших себя в эксплуатации общепромышленных и транспортных двигателей массового производства, при выполнении их типового одобрения для морского применения (в превышение требований [разд. 3](#)).

Пропульсивные ДВС для высокоскоростных судов, которые при эксплуатации подвергаются частым изменениям нагрузки от холостого хода до полной мощности, как правило, должны быть испытаны по меньшей мере на 500 циклов изменения нагрузки (холостой ход – полная мощность – холостой ход) при ступенчатом нагружении, в соответствии с настройкой системы управления (или руководством по эксплуатации при отсутствии ДАУ). Продолжительность каждого цикла должна быть достаточной для достижения стабильных температур горячих частей.

Для двухтопливных двигателей при работе на газовом топливе параметры нагрузочных режимов, требуемых в [7.2](#) и [8.4](#), должны быть определены с учетом максимальной длительной мощности двигателя при работе на газовом топливе (см. 9.13 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов).

Проведение испытаний двухтопливных двигателей с мощностью 110 % при работе на газовом топливе не требуется.

В ходе этапа **В** для газовых двигателей не требуется подтверждения влияния метанового числа и низшей теплотворной способности газового топлива на результаты

испытаний. Однако, это влияние должно быть определено проектантом двигателя в ходе заводских испытаний или расчетов и задокументировано в протоколе типовых испытаний.

6. ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ.

6.1 Во время всех испытаний должны регистрироваться условия окружающей среды (температура воздуха, атмосферное давление и влажность).

6.2 Как минимум должны быть измерены и зарегистрированы следующие параметры:

- частота вращения коленчатого вала двигателя;
- крутящий момент;
- максимальное давление сгорания в каждом цилиндре¹;
- среднее индикаторное давление¹;
- давление и температура наддувочного воздуха;
- температура выхлопных газов;
- положение топливной рейки или аналогичный показатель применительно к нагрузке двигателя; частота вращения турбоагрегата;
- все параметры двигателя требуемые для системы защиты, контроля и управления в зависимости от системы управления (главный, вспомогательный, аварийный);
- соотношение газового и дизельного топлива (или эквивалентный показатель) для газовых двигателей;
- давление и температура газового топлива при подаче в газовый двигатель;
- концентрация газа в картере газовых двигателей.

Данные о калибровке приборов, используемых для сбора и регистрации параметров, перечисленных выше, должны быть представлены инспектору Регистра.

В зависимости от оценки конструкции могут быть потребованы дополнительные измерения.

7. ЭТАП А. ЗАВОДСКИЕ ИСПЫТАНИЯ.

7.1 В период заводских испытаний двигатель должен работать на режимах нагрузки важных для проектанта с регистрацией соответствующих рабочих параметров. Условия испытаний на этих режимах также должны включать испытания, указанные в программе типовых испытаний.

7.2 Как минимум испытания должны выполняться для следующих вариантов работы: нормальная работа. Нагрузочные режимы 25 %; 50 %; 75 %; 100 % и 110 % максимальной длительной мощности для продолжительной работы выполняются по теоретической винтовой характеристике при постоянной частоте вращения для главных двигателей (если применим такой режим работы, например, для установок с ВРШ) и при постоянной частоте вращения для приводных двигателей дизельгенераторов, включая работу без нагрузки при расчетной частоте вращения;

¹ Для двигателей, у которых стандартное исполнение конструкции крышки цилиндра не приспособлено для таких измерений, может быть использована специально изготовленная крышка на период проведения испытаний. В этом случае такие испытания могут быть отнесены на этап А и соответствующим образом задокументированы. Там, где это может быть признано целесообразным, например, для двухтопливных двигателей, измерения максимального давления сгорания и среднего индикаторного давления могут быть выполнены при помощи не прямых методов, обеспечивающих не меньшую достоверность, что должно подтверждаться соответствующим документом.

ограничительные точки допустимых рабочих диапазонов (определяются изготовителем);

для высокооборотных ДВС 100 часовой режим полной нагрузки и малоцикловой усталости применяются в связи с одобрением конструкции;

специфические виды испытаний узлов двигателя (по требованию Регистра или определяемые проектантом).

7.3 Двухтопливные двигатели должны быть испытаны, с учетом их конструктивных особенностей, в соответствии с [7.2](#) при работе в режимах работы и на газовом и на дизельном топливе (с работой и без работы системы подачи запального топлива).

Для двухтопливных двигателей, допускающих при работе изменение соотношения дизельного и газового топлива испытания должны быть проведены при различных допускаемых соотношениях дизельного и газового топлива (от наименьшего до наибольшего значения).

Для двухтопливных двигателей должна быть проверена смена режимов работы (между работой на дизельном и газовом топливе) при различных нагрузочных режимах.

8. ЭТАП В. ИСПЫТАНИЯ, ПРОВОДИМЫЕ В ПРИСУТСТВИИ ИНСПЕКТОРА РЕГИСТРА.

8.1 Перечисленные ниже испытания должны выполняться в присутствии инспектора Регистра. Полученные результаты должны быть задокументированы и заверены подписью инспектора после завершения типовых испытаний.

8.2 Испытания при повышенной частоте вращения выполняются для подтверждения отсутствия повреждений двигателя при действительном превышении частоты вращения до срабатывания системы защиты и остановки двигателя при достижении установленного значения превышения расчетной частоты вращения.

8.3 Режимы нагрузок.

Работа двигателя должна осуществляться в соответствии с диаграммой «мощность – частота вращения» ([см. рис. 8.5](#)). Данные должны измеряться и регистрироваться для всех режимов нагрузки в объеме, указанном в [разд.6](#). Время работы на каждом режиме зависит от размеров двигателя (т.е. времени достижения устойчивого состояния параметров) и от времени, необходимого для выполнения измерений и регистрации значений параметров. Как правило время работы 0,5 ч принимается достаточным для каждого режима нагрузки, однако это время должно быть достаточным для осуществления визуального контроля инспектором.

8.4 Нагрузочные режимы ([см. рис. 8.5](#)):

максимальная длительная мощность, т.е. 100 % нагрузки при 100 % крутящего момента и 100 % частоты вращения, соответствующей точке 1, как правило 2 ч с регистрацией параметров с интервалом в 1 ч. Если требуется проверка параметров срабатывания системы защиты и сигнализации двигателя по установленным пределам (например, по уровню давления смазочного масла и температуры охлаждающей воды на входе), эти виды испытаний выполняются на данном режиме;

100 % мощности при максимальной частоте вращения в соответствии с точкой 2;

максимально допустимый крутящий момент (не менее 110 %) при 100 % расчетной частоты вращения, соответствующий нагрузке в точке 3, или максимально допустимая мощность (не менее 110 %) при 103,2 % расчетной частоты вращения по винтовой характеристике в соответствии с точкой 3а. Нагрузочный режим по точке 3а применяется только к ДВС, работающим на винт фиксированного шага или водомет. Нагрузочный режим по точке 3 применяется для всех остальных случаев;

частичные нагрузки 75 %, 50 % и 25 % номинальной мощности при частоте вращения в соответствии с винтовой характеристикой (т.е. 90,8 %; 79,3 % и 62,9 %, соответственно) по точкам **6**, **7** и **8** или при постоянном значении расчетной частоты вращения по точкам **9**, **10** и **11** в зависимости от предполагаемого применения двигателя;

крейскопфные двигатели, не ограниченные применением с винтами регулируемого шага, должны быть испытаны без нагрузки при максимально допустимой частоте вращения двигателя;

двухтопливные двигатели должны быть испытаны на режимах работы как на газовом, так и на дизельном топливе по применимости к типу двигателя в соответствии с определениями проектировщика двигателя ([см. 5.6](#)), включая требуемые испытания при повышенной частоте вращения;

для двухтопливных двигателей, допускающих при работе изменение соотношения дизельного и газового топлива испытания должны быть проведены при различных допускаемых соотношениях дизельного и газового топлива (от наименьшего до наибольшего значения).

8.5 Характеристики двигателя на всех точках нагрузки должны быть в пределах значений, указанных в одобренной документации.

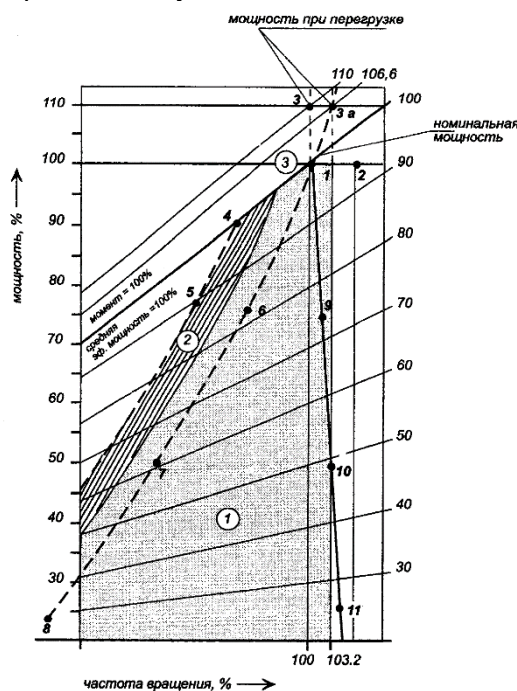


Рис. 8.5

Диаграмма режимов:

- 1 – диапазон длительных режимов работы; 2 – диапазон эпизодических режимов;
- 3 – диапазон режимов при кратковременной перегрузке

8.6 Режим работы при неисправном турбонагнетателе.

Для двухтактных двигателей, предназначенных для работы в составе пропульсивной установки, должна быть определена достижимая длительная мощность, при повреждении (отключении) турбонагнетателя.

Двигатели одномашинных установок, работающие на винт фиксированного шага, должны обеспечивать длительную работу при частоте вращения 40 % расчетной по винтовой характеристике при отключении одного турбонагнетателя. Испытания могут

выполняться либо в обход турбонагнетателя, либо при зафиксированном роторе, либо при снятом роторе.

8.7 Функциональные испытания:

определение наименьшей устойчивой частоты вращения двигателя в соответствии с винтовой характеристикой по значению, установленному проектантом (даже при работе на гидротормоз). При этом не должно быть срабатывания сигнализации;

пусковые испытания для нереверсивных двигателей и/или пусковые и реверсивные испытания для реверсивных двигателей (проводятся с целью определения минимального давления и расхода пускового воздуха);

для двухтопливных двигателей должна быть определена наименьшая частота вращения при работе на дизельном и газовом топливе;

для двухтопливных двигателей переключение между режимами работы на газовом и дизельном топливе должно быть проверено при различных нагрузках;

для газовых двигателей должна быть проверена эффективность вентиляции для системы газовых трубопроводов с двойными стенками;

для газовых двигателей имитируется утечка газа в клапане подачи газа в цилиндр; испытания регулятора частоты вращения (см. 2.11 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов).

При этом газовые двигатели, предназначенные для привода генераторов, должны быть дополнительно испытаны в соответствии с требованиями 2.11.3.2 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов с учетом требований 2.11.3.5 и 2.11.3.6 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов и того, что для двухтопливных двигателей допустим переход с газового топлива на жидкое в процессе испытаний. Для двигателей, работающих на газовом топливе и двигателей с предварительным смесеобразованием, влияние метанового числа, низшей теплотворной способности газового топлива и условий окружающей среды на результаты испытаний быть определено теоретически и указано в отчете о проведении испытаний. Для двигателей, работающих на газовом топливе и двигателей с предварительным смесеобразованием, должна быть проведена оценка допустимости полученных результатов испытаний с учетом ограничений, указанных в 9.12.1.2 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

8.8 Объединение испытаний.

Для двигателей с электронной системой управления объединенные испытания должны подтвердить, что характеристика комплекта механической, гидравлической и электронной частей системы является такой, как прогнозировалось для работы во всех эксплуатационных режимах. Объем этих испытаний должен быть согласован с Регистром для выбранных ситуаций, основанных на анализе рисков, характера и последствий отказов согласно 1.2.3.1 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

При этом для газовых двигателей испытания должны включать в себя, как минимум, следующее:

отказ системы воспламенения топлива (системы подачи запального топлива, либо свечей зажигания/накаливания) как отдельного цилиндра, так и всей системы в целом;

отказ клапана подачи газа к цилиндру двигателя;

пропуски при сгорании газа, либо ненадлежащее его сгорание (должны определяться по пропускам воспламенения, детонации, отклонениям температуры выпускных газов и т. д.);

ненадлежащее давление газа;

ненадлежащая температура газа (значение параметра может быть проверено имитацией).

8.9 Требования пожарной безопасности.

Должна быть выполнена проверка требований применительно к топливным трубопроводам высокого давления, экранирования соединений трубопроводов, содержащих горючие жидкости и изоляции нагреваемых поверхностей ($>220\text{ }^{\circ}\text{C}$):

двигатель должен быть проверен на выполнение защиты топливных трубопроводов высокого давления, включая систему обнаружения протечек и наличие надлежащего экранирования трубопроводов, содержащих горючие жидкости;

надлежащая изоляция горячих поверхностей должна быть проверена во время работы двигателя при 100 % нагрузке, а также при предельно допустимой кратковременной нагрузке. Показания температуры поверхностей должны быть получены с помощью термосканирующего инфракрасного оборудования. Другое эквивалентное оборудование может применяться по согласованию с Регистром. Полученные показания должны выборочно сверяться с показаниями контактных термометров.

9. ЭТАП С. ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ДВИГАТЕЛЯ, В ОБЪЕМЕ, ТРЕБУЕМОМ РЕГИСТРОМ.

9.1 Должны быть измерены раскепы коленчатого вала по установленной проектантом методике (исключением являются двигатели, для которых условия выполнения измерений не установлены).

9.2 Высокооборотные двигатели морского исполнения должны быть разобраны для полного освидетельствования после типового испытания.

9.3 Для всех остальных двигателей детали одного цилиндра рядных и двух цилиндров

V-образных ДВС должны быть представлены для освидетельствования в следующем объеме (для двигателей общепромышленного назначения, имеющих длительный опыт эксплуатации, объем разборки/вскрытия может быть уменьшен):

выемка поршня с разборкой;

подшипник крейцкопфа в разобранном виде;

направляющие планки;

подшипники шатунов (нижняя и верхняя головка шатуна) в разобранном виде (особое внимание уделить состоянию зубчатого разъема и фреттинг-коррозии на поверхностях контакта с тыльной стороны подшипника);

рамовый подшипник в разобранном виде;

втулка цилиндра (без выема);

крышка цилиндра с выемом клапанов;

механизм привода распределительного вала и цепного привода, распределительный вал и картер двигателя через открытые крышки/лючки (данный осмотр проводится с проворачиванием при помощи валоповоротного устройства);

клапан подачи газа к цилиндру газового двигателя (включая предкамерное пространство, при его наличии);

воспламенитель топлива двигателя, работающего на газовом топливе;

устройство подачи запального топлива двухтопливного двигателя.

9.4 Для освидетельствования V-образных двигателей цилиндро-поршневые группы должны выбираться из каждой группы цилиндров по сторонам двигателя для разных кривошипов.

9.5 В случае необходимости инспектор может потребовать дополнительную разборку двигателя для ревизии деталей.

10. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ УКАЗАНИЯ В СТО НА ДВС

В СТО на ДВС рекомендуется указывать данные и информацию приведенные ниже в табл. 10. При этом в разделе «Данные по ДВС» не должны указываться данные, отнесенные изготовителем к конфиденциальной информации, например, максимальное давление сгорания. В этом случае в СТО делается соответствующее примечание «не указано по запросу изготовителя», но данная конфиденциальная информация должна быть приведена в документации, представляемой на рассмотрение Регистру в целях типового одобрения.

Таблица 10

Рекомендуемое содержание СТО(как дополнение к форме СТО 6.8.3- 1)Свидетельство о типовом одобрении ДВС Type Approval Certificate of Internal Combustion Engine

Настоящим подтверждается, что ниже упомянутые ДВС, Изготовитель / Лицензиат и место изготовления получили одобрение в соответствии с применимыми требованиями Процедуры типового одобрения Регистра.

This is to certify that the undernoted Internal Combustion Engine, Builders/Licensees and Places of Production have been approved in accordance with the relevant requirements of the RS' Type Approval Procedure.

Описание Свидетельства / Certificate Description

Номер СТО Certificate Number	:	Дата первоначального одобрения Initial Approval date	:
		Номер одобрения Approval number	:
Проектант ДВС Engine Designer	:		

Данные ДВС / Engine Particulars

Тип ДВС Engine Type			
Назначение Application	☐ Главный Propulsion ☐ Вспомогательный Auxiliary	☐ Одномашинная установка Single engine ☐ Аварийный Emergency	☐ Многомашинная установка Multi-engine installation
Количество цилиндров Number of Cylinders			
Расположение цилиндров Cylinder arrangement	☐ Рядный / In-line ☐ V-образный / Vee (Угол развала / V-angle°) ☐ Другое Other (указать)		
Диаметр цилиндра, мм Cylinder Bore (mm)	:		
Ход поршня, мм Stroke (mm)	:		
Расчетная мощность (кВт/цил) Rated Power (kW/cyl.)	:		
Расчетная частота вращения (об/мин) Rated Speed (1/min.)	:		
Mean Indicated Pressure (bar, MPa, etc.)	:		
Ср. индикаторное давление (МПа) Mean Effective Pressure (MPa)	:		
Макс. давление сгорания (МПа) Max Firing Pressure (MPa)	:		
Впрыск топлива Fuel injection	Непосредственный Direct	С форкамерой Indirect	

**Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)**

147

	Механическое управление впрыском Cam controlled injection	Электронное управление впрыском Electronically controlled injection
Система впрыска Injection System	☐ Насос+трубки+фосунки Pump+Pipe+Injector ☐ Другое/Other (указать)	☐ Коммон-рэйл / Common rail
Управление клапанами Valve operation	☐ Механическое/ Cam control	☐ Электронное / Electronic
Вид топлива Kind of fuel	☐ Жидкое / Liquid	☐ Двухтопливный/ Dual-fuel ☐ Газ / Gaseous
Тактность Working cycle	☐ 4-тактный / 4-stroke	☐ 2-тактный / 2-stroke
Система наддува Turbocharging system	☐ Импульсная Pulsating ☐ Одноступенчатая Single-stage	☐ При постоянном давлении Constant pressure ☐ Двухступенчатая Two stage ☐ Без наддува None
Система охлаждения наддувочного воздуха Charge air cooling system	☐ С промежуточным охлаждением / With intercooler ☐ Без промежуточного охлаждения / Without intercooler	
Другие особенности Miscellaneous features		

Свидетельство действительно до [дата] / This Certificate is valid until [Date]

Место выдачи [] Дата выдачи [] Issued at [] on [Date].

Подпись / Signature

[Печать / Stamp]

Инспектор
ФИО, должность / Name, Position

Должностное лицо
ФИО, должность / Name, Position

Условия одобрения (ограничения) / Approval condition (service restriction)

Применимые Правила и Нормативные документы / Rules, Standards

Перечень признанных изготовителей / Лицензиатов и мест производства

List of Class approved Builders/Licensees and Places of Production

Дополнительная информация / Additional Information

Примечание. Дополнительно могут быть указаны данные по вспомогательным устройствам, установленным на ДВС, таких как турбонагнетатели, предохранительные клапаны картера, система управления, программное обеспечение.

Note. Details of the integrated ancillaries, such as turbochargers, crankcase explosion relief valves, controller hardware and software, etc., may be included.

Перечень приложений / List of Appendices

(По запросу Регистра, например сведения об одобрении документации, данных типовых испытаний, специальном оборудовании и др.)

(At the request of Register, e.g. Type Approval Documentation, TAT details, Specific Equipment, etc.)

Приложение А / Appendix A

Приложение В / Appendix B

.....

и т.д. / etc.

СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ (ЗАВОДСКИЕ ПРИЕМОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ) И ИСПЫТАНИЯ ДВС ПОСЛЕ УСТАНОВКИ НА СУДНЕ

1. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.

1.1 Перед началом любого вида испытаний судоверфь обеспечивает соответствующее защитное оборудование необходимое для безопасного проведения испытаний, а участников всеми необходимыми средствами индивидуальной защиты.

1.2 Особенное внимание следует уделять средствам защиты от взрыва в картере, защиты от превышения частоты вращения и всех других защит, требующих остановку двигателя.

1.3 Ограничитель частоты вращения должен быть отрегулирован на значение, не превышающее необходимое при типовых испытаниях этого двигателя. Установка регулятора должна быть проверена инспектором Регистра.

1.4 До запуска газового двигателя должны быть проведены измерения, подтверждающие, что трубопровод подачи газового топлива двигателя является газонепроницаемым.

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

2.1 Перед началом испытаний по программе двигатель должен быть подготовлен к работе в соответствии с указаниями изготовителя.

2.2 Стендовое оборудование должно соответствовать требованиям [3.3](#). Все жидкости, используемые при испытаниях (топливо, смазочное масло, охлаждающая вода) должны соответствовать тем требованиям, для которых они предназначены, например, подвергаться очистке, подогреву, если необходимо, и не повреждать узлы и системы двигателя. Это относится ко всем жидкостям, применяемым временно или повторно, только для целей испытаний.

2.3 Требования по проведению швартовых и ходовых испытаний приведены в [разд. 4](#).

2.4 Производится освидетельствование двигателя по следующим показателям:

отсутствие протечек топлива из трубопроводов высокого давления и работоспособность системы сигнализации о протечках;

экранирование соединений трубопроводов, содержащих горючие жидкости;

эффективность изоляции нагреваемых поверхностей путем выборочного снятия температурных показателей и сравнения с аналогичными данными типовых испытаний, которые проводятся при расчетной мощности двигателя. Допускается применение контактных термометров по усмотрению инспектора. Если после проведения типовых испытаний были выполнены изменения конструкции изоляции, Регистром может быть потребовано проведение температурных испытаний в соответствии с 8.9 приложения 6 разд. 5 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий».

2.5 Стендовые (заводские приемочные) испытания должны выполняться изготовителем в присутствии инспектора в объеме [разд. 3](#). По согласованию с Регистром они частично могут быть перенесены на этап швартовых и ходовых испытаний после установки на борту судна ([см. разд. 4](#)).

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ.

3.1 Цели испытаний.

Стендовые испытания предназначены для проверки и подтверждения технических показателей, таких как мощность, защита от возгорания, соответствие одобренным ограничениям параметров (например, максимальное давление), работоспособность, а также для установления соответствующих значений и базовых показателей применимых при дальнейшей эксплуатации двигателя.

3.2 Регистрируемые показатели.

3.2.1 Должны быть зарегистрированы следующие показатели:

температура окружающего воздуха;

атмосферное давление;

влажность воздуха.

3.2.2 Для каждого режима нагрузки должны быть зафиксированы, как правило, следующие показатели:

мощность и частота вращения;

индекс топливной рейки (или эквивалентный показатель);

максимальное давление сгорания (если конструкция крышки цилиндра позволяет выполнить такое измерение);

температура выхлопных газов перед турбиной и на выходе из каждого цилиндра (в соответствии с требованиями [приложением 9](#) и гл. 4.2 части XV «Автоматизация» Правил классификации и постройки морских судов);

температура наддувочного воздуха;

давление наддувочного воздуха;

частота вращения турбокомпрессора (в соответствии с [приложением 9](#));

соотношение газового и дизельного топлива (или эквивалентный показатель) для газовых двигателей;

давление и температура газа газового двигателя.

3.2.3 По запросу инспектора должны быть представлены сведения о поверке и калибровке приборов и оборудования стенда.

3.2.4 Изготовитель должен осуществлять регистрацию всех рабочих параметров на всех этапах проводимых испытаний двигателя. Результаты заносятся изготовителем в протокол испытаний двигателя. Там же указываются сведения о раскепах коленчатого вала, если это оговорено проектантом.

3.2.5 Все измерения на различных степенях нагрузки должны выполняться при установившемся режиме работы двигателя и иметь продолжительность, необходимую для снятия инспектором визуальных показателей. На режиме максимальной длительной мощности при 100 % нагрузке и соответствующей ей частоте вращения показания должны фиксироваться не менее двух раз с интервалом в 30 мин.

3.3 Режимы испытаний.

3.3.1 В настоящей главе приводятся требования по режимам испытаний в зависимости от назначения двигателя. Дополнительно объем испытаний может быть расширен в зависимости от особенностей применения двигателя, опыта эксплуатации или других факторов.

Испытания двухтопливных двигателей должны проводиться как при работе на дизельном, так и на газовом топливе, насколько это применимо. При этом для двухтопливных двигателей при работе на газовом топливе параметры нагрузочных режимов, требуемых в [3.3.2 – 3.3.6](#) должны быть определены с учетом максимальной длительной мощности двигателя при работе на газовом топливе (см. 9.12 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов).

Проведение испытаний двухтопливных двигателей с мощностью 110 % при работе на газовом топливе не требуется.

Примечание. Альтернативные предложения изготовителя по некоторым режимам испытаний могут быть рассмотрены и согласованы Регистром, если весь объем испытаний будет признан эквивалентным требованиям [3.3](#).

3.3.2 Главные двигатели, работающие на гребной винт (или импеллер).

.1 100 % максимальной длительной мощности при соответствующей расчетной частоте вращения (n_p): не менее 60 мин;

.2 110 % мощности при частоте вращения $1,032 n_p$: регистрация производится через 15 мин после выхода на режим или после установления режима, что меньше (однократное измерение для каждого варианта компоновки двигателя с турбонагнетателем);

.3 режимы периодических кратковременных перегрузок (согласно одобрению конструкции двигателя, если применимо): продолжительность согласовывается с изготовителем;

.4 90 % (или длительная мощность, соответствующая спецификационному экономичному ходу судна), 75 %, 50 % и 25 % мощности по винтовой характеристике. Последовательность режимов определяется изготовителем;

.5 режим реверса (если применимо).

Примечание. После проведения стендовых испытаний система подачи топлива должна быть отрегулирована таким образом, чтобы при дальнейшей эксплуатации не допускалась перегрузка двигателя, за исключением одобренных режимов периодических кратковременных перегрузок. В последнем случае система подачи топлива должна быть отрегулирована на эти значения.

3.3.3 Главные двигатели для привода генераторов (для дизель-электрических пропульсивных установок).

.1 100 % максимальной длительной мощности при соответствующей частоте вращения n_p : не менее 60 мин;

.2 110 % мощности при частоте вращения n_p : 15 минут после достижения установившегося режима;

.3 проверка работы регулятора частоты вращения и защиты от разноса;

.4 75 %, 50 % и 25 % мощности и работа на холостом ходу. Последовательность режимов определяется изготовителем.

Примечание. После стендовых испытаний, система подачи топлива должна быть отрегулирована таким образом, чтобы обеспечивался запас 10% от полной мощности для обеспечения переходных процессов регулирования в эксплуатации после установки на судне. Способность работы при кратковременной перегрузке должна обеспечиваться таким образом, чтобы требуемые кратковременные регуляторные характеристики реализовывались при 100 % нагрузки, и при этом система защиты системы распределения электроэнергии включалась до остановки двигателя.

3.3.4 Двигатели в составе вспомогательных дизель-генераторов.

Испытания должны проводиться в объеме требований [3.3.3](#).

3.3.5 Главные двигатели с отбором мощности на генераторы.

.1 100 % максимальной длительной мощности при соответствующей расчетной частоте вращения n_p : не менее 60 мин;

.2 110 % мощности при расчетной частоте вращения n_p : 15 мин после достижения установившегося режима;

.3 Режимы периодических кратковременных перегрузок (согласно одобрению конструкции двигателя, если применимо): продолжительность согласовывается с изготовителем;

.4 90 % (или длительная мощность, соответствующая спецификационному экономичного хода), 75 %, 50 % и 25 % мощности при различной частоте вращения по нагрузочной характеристике. Последовательность режимов определяется изготовителем.

Примечание. После стендовых испытаний, система подачи топлива должна быть отрегулирована таким образом, чтобы обеспечивался запас полной мощности плюс запас для обеспечения переходных процессов регулирования в эксплуатации после установки на судне. Способность работы при кратковременной перегрузке должна обеспечиваться таким образом, чтобы электрическая защита нижестоящих компонентов системы была активирована до остановки двигателя. Данный запас может составлять 10 % мощности двигателя, но не менее 10 % отбора мощности на генераторы.

3.3.6 Вспомогательные двигатели.

.1 100 % максимальной длительной мощности при соответствующей расчетной частоте вращения n_p : не менее 30 мин;

.2 110 % мощности при расчетной частоте вращения n_p : 15 мин после достижения установившегося режима;

.3 Режимы периодических кратковременных перегрузок (согласно одобрению конструкции двигателя, если применимо): продолжительность согласовывается с изготовителем;

.4 75 %, 50 % и 25 % мощности при различной частоте вращения по нагрузочной характеристике. Последовательность режимов определяется изготовителем.

Примечание. После проведения стендовых испытаний система подачи топлива должна быть отрегулирована таким образом, чтобы при дальнейшей эксплуатации не допускалась перегрузка двигателя, за исключением одобренных режимов периодических кратковременных перегрузок. В последнем случае система подачи топлива должна быть отрегулирована на эти значения.

3.4 Турбонагнетатели, установленные на двигателе

3.4.1 Диаграмма компрессора.

Характеристика компрессора турбонагнетателя двигателя должна обеспечивать работу без помпажа при всех условиях эксплуатации в течение всего срока службы.

При неспецификационных, но допустимых, режимах эксплуатации (например, отключение цилиндра двигателя, мгновенный сброс нагрузки) помпаж не должен быть продолжительным.

В настоящей главе приняты следующие определения для помпажа и продолжительного помпажа:

помпаж – физическое явление, приводящее к высокому уровню пульсации воздушного потока с высоким уровнем шума или схлопывания в районе продувочных полостей двигателя;

продолжительный (непрерывный) помпаж – неоднократный, повторяющийся помпаж.

3.4.2 Подтверждение запаса на помпаж.

3.4.2.1 Турбонагнетатели категории С главных двигателей проверяются на запас по помпажу во время заводских испытаний двигателя в соответствии с требованиями,

приведенными ниже. Эти испытания могут быть опущены, если ранее были получены удовлетворительные результаты испытаний при идентичной компоновке двигателя и турбоагнетателя (включая воздухозаборник).

3.4.2.2 Четырехтактные двигатели.

Должны быть выполнены следующие режимы без признаков помпажа:
от максимальной длительной мощности (100 %) при снижении частоты вращения при постоянном крутящем моменте (индексе топливной рейки) до 90 % мощности;
при 50 % мощности и 80 % расчетной частоты вращения (по винтовой характеристике для ВФШ) снижение частоты вращения до 72 % при постоянном моменте (индексе топливной рейки).

3.4.2.3 Двухтактные двигатели.

Запас по помпажу должен быть продемонстрирован одним из следующих методов:

.1 рабочие характеристики двигателя, установленные при заводских испытаниях, должны быть занесены в диаграмму компрессора турбоагнетателя (установленного на испытательном стенде).

Должно быть не менее 10 % запаса по помпажу при полной нагрузке, то есть рабочий поток воздуха должен быть на 10 % больше теоретического (массового) потока при ограничении помпажа (при отсутствии колебаний давления);

.2 внезапное прекращение подачи топлива по крайней мере в один из цилиндров не должно приводить к продолжительному помпажу и турбоагнетатель должен стабилизироваться при новой нагрузке в течение 20 с. При наличии двух и более турбоагнетателей отключение подачи топлива должно выполняться на ближайшем к каждому турбоагнетателю цилиндре (первому по потоку).

Испытания должны выполняться при двух следующих режимах нагрузки:

максимальная мощность достижимая при отключении одного цилиндра;

при нагрузке, соответствующей давлению наддувочного воздуха 0,6 бар (без участия вспомогательных воздуходувок);

.3 отсутствие продолжительного помпажа и стабилизация работы турбокомпрессора в течение 20 с при резком снижении мощности с 100 % до 50 %.

3.5 Объединение испытаний.

Для двигателей с электронной системой управления объединенные испытания должны подтвердить, что характеристика комплекта механической, гидравлической и электронной частей системы является такой, как прогнозировалось для работы во всех эксплуатационных режимах и испытаниях системы, выполняемых на заводе. Если такие испытания невыполнимы в заводских условиях, они могут быть проведены во время ходовых испытаний судна. Объем этих испытаний должен быть согласован с Регистром для выбранных ситуаций, основанных на анализе рисков, характера и последствий отказов, 1.2.3.1 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

При этом для газовых двигателей испытания должны включать в себя, как минимум, следующее (отказы могут быть проверены имитацией, либо другими способами, согласованными с Регистром):

отказ системы воспламенения топлива (системы подачи запального топлива, либо свечей зажигания/накаливания) отдельного цилиндра;

отказ клапана подачи газа к цилиндру двигателя;

пропуски при сгорании газа, либо ненадлежащее его сгорание (должны определяться по пропускам воспламенения, детонации, отклонениям температуры выпускных газов и т.д.);

ненадлежащее давление газа;

ненадлежащая температура газа.

3.6 Освидетельствование компонентов.

После окончания заводских испытаний должны быть выборочно (на усмотрение Регистра) представлены компоненты для осмотра инспектором.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ДВС ПОСЛЕ УСТАНОВКИ НА СУДНЕ

4.1 Цели испытаний

Назначением испытаний ДВС, установленных на борту судна, является подтверждение соответствия передаваемой мощности ее потребителям в составе механической установки, регулирование систем ДВС и вспомогательных систем, обслуживающих двигатель, а также согласования систем управления двигателем и судном и других видов испытаний, которые не могли быть выполнены при проведении стендовых испытаний.

4.2 Пусковые испытания

Пусковые испытания выполняются для подтверждения достаточного запаса энергии системы пуска для обеспечения требуемого количества попыток пусков.

4.3 Системы контроля и сигнализации

Системы контроля и сигнализации должны быть проверены в полном объеме для всех двигателей, за исключением тех пунктов, которые были проверены во время стендовых испытаний.

4.4 Нагрузки для испытаний

4.4.1 В настоящей главе приводятся требования по нагрузкам для испытаний в зависимости от назначения двигателя. Дополнительно объем испытаний может быть расширен в зависимости от особенностей применения двигателя, опыта эксплуатации или других факторов. Кроме этого могут быть потребованы испытания для подтверждения требований резолюций ИМО, международных конвенций, требований морских администраций и других законодательных актов.

4.4.2 Должна быть продемонстрирована эксплуатационная пригодность двигателя для работы на топливе, предназначенном для его эксплуатации.

Для двухтопливных двигателей испытания должны производиться на всех режимах работы (как при работе на дизельном, так и на газовом топливе).

Для двухтопливных двигателей режимы испытаний, указанные в [4.4](#) должны быть проведены при работе на газовом топливе при соответствующих долевых нагрузках относительно максимальной длительной мощности двигателя при работе на газовом топливе (см. 9.13.1.1 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов).

Проведение испытаний двухтопливных двигателей с мощностью 110 % при работе на газовом топливе не требуется.

4.4.3 Главные двигатели, работающие на гребной винт фиксированного шага (ВФШ) или импеллер:

А) 100 % максимальной длительной мощности при расчетной частоте вращения (n_p): не менее 4 ч;

Б) 110 % мощности при частоте вращения двигателя $1,032n_p$, если позволяет регулировка двигателя ([см. 3.3.1](#)): 30 мин;

В) при одобренных периодических кратковременных перегрузках (если применимо): продолжительность согласовывается с изготовителем;

Г) определение минимально устойчивой частоты вращения двигателя;

Д) режим реверса (для реверсивных ДВС).

При выполнении испытаний тормозных характеристик судна (см. резолюцию ИМО MSC.137(76)) см. также [4.5.1](#) в случае наличия запретных зон частот вращения.

4.4.4 Главные двигатели, работающие на гребной винт регулируемого шага (ВРШ):

А) при расчетной частоте вращения (n_p) и шаге ВРШ, соответствующем максимально длительной мощности двигателя (или максимально достижимой мощности, если не обеспечивается 100 % максимальной длительной мощности): не менее 4 ч.;

Б) при одобренных периодических кратковременных перегрузках (если применимо): продолжительность согласовывается с изготовителем;

В) при шаге ВРШ, соответствующем заднему ходу, если имеются запретные зоны частоты вращения ([см. 4.5.1](#));

4.4.5 Двигатели для привода генераторов в составе гребных электрических установок и/или генераторов, используемых в качестве основного источника электрической энергии:

А) при 100 % мощности (номинальной электрической мощности генератора): не менее 60 мин;

Б) при 110 % мощности (номинальной электрической мощности генератора): не менее 10 мин.

Примечание. Каждый двигатель должен испытываться при 100 % электрической мощности генератора не менее 60 мин и при 110 % электрической мощности генератора – не менее 10 мин. Испытания на этих нагрузках могут быть выполнены при проведении испытаний ГЭУ, которую требуется испытывать при 100 % пропульсивной мощности (то есть полной пропульсивной мощности гребного электродвигателя) при распределении мощности между несколькими генераторами при наличии такой возможности. Продолжительность этих испытаний должна быть достаточной для достижения установившихся значений рабочих температур всех вращающихся механизмов или не менее 4 ч. Если отдельные дизель-генераторы не могут быть испытаны из-за недостатка времени испытаний пропульсивной установки, как указано выше, эти испытания могут быть выполнены отдельно;

В) должна быть продемонстрирована возможность регулирования нагрузки первичных двигателей генераторов и регуляторов частоты вращения двигателя согласно 2.11.2 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

4.4.6 Главные двигатели с отбором мощности на генераторы:

А) 100 % максимальной длительной мощности при расчетной частоте вращения (n_p): не менее 4 ч.;

Б) 100 % пропульсивной мощности, передаваемой на гребной винт при расчетной частоте вращения двигателя (n_p), если не входит в режим А: 2 ч.;

В) 100 % отбора мощности при расчетной частоте вращения двигателя (n_p): не менее 1 ч.

4.4.7 Двигатели для приводов вспомогательных механизмов:

А) 100 % максимальной длительной мощности при расчетной частоте вращения (n_p): не менее 30 мин;

Б) при одобренных периодических кратковременных перегрузках: согласно одобренной продолжительности.

4.5 Крутильные колебания

4.5.1 Запретные зоны частоты вращения.

В случае назначения расчетных запретных зон частоты вращения должно быть продемонстрировано их прохождение как при увеличении, так и при снижении частоты вращения двигателя. Прохождение должно быть продемонстрировано (с учетом конструкции судна) как при ручном, так и при автоматическом управлении; осадка и

скорость судна, а также шаг винтов регулируемого шага (при их наличии) должны быть зафиксированы.

Время прохождения должно быть зарегистрировано и должно быть равным или меньше указанного в одобренной документации, если оно в ней оговорено. Это же относится к режиму заднего хода, особенно при испытаниях на остановку судна при помощи заднего хода.

Двигатель должен быть выведен на режим устойчивой работы (по параметру установки индекса топливной рейки), как для нижней, так и для верхней границы запретной зоны. Установившееся состояние индекса топливной рейки означает, что отклонение не превышает $\pm 5\%$ действующего хода рейки (т.е. положения указателя от холостого до полного хода).

Дополнительные требования приведены в разд. 8 части VII «Механические установки» Правил классификации и постройки морских судов.

ПОРЯДОК ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ НА КОМПОНЕНТЫ ДВС

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1.1 Изготовитель ДВС должен иметь систему контроля качества, которая применима к типам двигателей, подлежащих одобрению Регистром. Кроме этого, система контроля качества также должна применяться для всех субпоставщиков. Регистр вправе рассматривать положения системы контроля качества или ее разделов. Материалы и компоненты должны производиться в соответствии со всеми применимыми инструкциями по производству и качеству, определенными производителем ДВС. По требованию Регистра, годность определенных компонентов после их освидетельствования должна быть подтверждена соответствующими документами: Свидетельствами РС (С/СЗ или копией СТО – в Соответствии с Номенклатурой, и др.), Протоколами испытаний, заводскими сертификатами качества или другими поставочными документами, что применимо.

1.2 Свидетельства Регистра (СР) – это документы, выдаваемые РС и устанавливающие (подтверждающие) соответствие готового изделия или образцов материалов (отобранных при изготовлении изделия) требованиям Правил РС и нормативно-технической документации (см. разд. 3 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил), что изделия (образцы) освидетельствованы инспектором РС, испытания и др. проверки произведены в его присутствии или в соответствии с Соглашением об освидетельствовании (СО) в случае оформления СЗ (см. 4.5 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил).

Форма выдаваемого Свидетельства определяется в соответствии с Номенклатурой объектов технического наблюдения (см. прилож.1 к части I «Общие положения по техническому наблюдению»).

1.3 Заводской сертификат качества (W) – это документ, подписанный (заверенный) уполномоченным представителем изготовителя и подтверждающий соответствие следующим требованиям:

испытания и проверки были проведены на готовом сертифицируемом изделии, или на образцах материалов, используемых для его производства (отобранных при изготовлении изделия);

испытания выполнены уполномоченным представителем изготовителя или квалифицированным персоналом в его присутствии.

Заводской сертификат качества может считаться эквивалентным Свидетельству Регистра и быть заверен если:

испытания были произведены в присутствии инспектора РС или при наличии СО между РС и изготовителем или поставщиком материалов; или

испытания выполнены признанным РС предприятием (лабораторией) независимым от изготовителя или поставщика материала.

1.4 Протокол испытаний (ПИ) – это документ, подписанный изготовителем и подтверждающий следующее:

соответствие изделия/материала требованиям;

испытания и проверки были проведены на образцах производства, отобранных из текущей партии изделий/материалов.

1.5 Вышеуказанные документы применяются как в качестве рабочей документации изделия, так и для отдельных видов проверок, таких как дефектоскопия, проверка размеров и др. По согласованию с Регистром документация по отдельным видам испытаний и освидетельствований, может быть включена в контрольный лист сопровождения изделия в течение всего процесса производства.

1.6 ПИ и W подлежат рассмотрению инспектором РС на соответствие одобренным техническим условиям (требованиям). Оформление СР требует непосредственного присутствия инспектора РС при испытаниях или наличия СО.

1.7 Изготовитель обязан также, по запросу инспектора, представить любые дополнительные сведения о выполненных испытаниях изделия (если они применимы), даже если это не входит в комплект обязательной документации.

Производственный процесс и применяемое оборудование должны быть настроены и поддерживаться таким образом, чтобы все материалы и компоненты могли быть последовательно изготовлены в соответствии с нормативами их производства. Это включает в себя производственные и сборочные линии, обрабатывающие станки, специальные инструменты и приспособления, сборочные и испытательные стенды, а также все подъемные и транспортные устройства.

2. СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ КОМПОНЕНТОВ ДВС.

2.1 Перечень компонентов, на которые оформляются соответствующие документы, зависит от типа двигателя, размерности и ответственности назначения компонента (что применимо в соответствии с конструкцией данного ДВС).

2.2 Применимые условные обозначения приведены в [таблице 2.2.1](#). Краткий перечень необходимой документации для компонентов ДВС указан в [таблице 2.2.2](#) (применимо только в целях данного приложения).

Таблица 2.2.1

Условное обозначение	Описание
X	химический состав
ДН	дефектоскопия (магнитопорошковая, цветная или люминесцентная)
КД	крейцкопфный двигатель
Д	диаметр цилиндра (мм)
СЧ	серый чугун литой
ЧШГ	чугун с шаровидным графитом литой
СЛ	сталь литая
М	механические свойства
СР ¹	Свидетельство Регистра ¹
ПИ	Протокол испытаний
УЗ	ультразвуковая дефектоскопия
W	Заводской сертификат качества
О	визуальный осмотр доступных поверхностей инспектором
¹ СР – в соответствии с Номенклатурой объектов технического наблюдения.	

2.3 Компоненты и материалы, не указанные в [табл. 2.2.2](#), рассматриваются Регистром в полном объеме представленной изготовителем информации.

Таблица 2.2.2

Сопроводительные документы для компонентов ДВС

№	Компонент (деталь) ^{1,2,3,4,5}	Свойства материалов ⁶	Неразруша- ющий ⁷ контроль	Гидравли- ческие испытания ⁸	Проверка размеров и состояния поверхности	Визуальный осмотр инспектором	Применимость к ДВС	Доку- мент
1	Фундаментная рама сварная	W (X+M)	W (Y3+ДН)			при сборке и после сварки	все	СР
2	Опорная плита упорного подшипника (СЛ)	W (X+M)	W (Y3+ДН)			X	все	СР
3	Картер сварной	W (X+M)	W (Y3+ДН)			при сборке и после сварки	все	СР
4	Блок цилиндров (СЧ)			W ⁹			мощность > 400 кВт/цил.	
5	Блок цилиндров (ЧШГ)			W ⁹			мощность > 400 кВт/цил.	
6	Блок цилиндров сварной	W (X+M)	W (Y3+ДН)			при сборке и после сварки	КД	СР
7	Картер (СЧ)			W ⁹			мощность > 400 кВт/цил.	
8	Картер (ЧШГ)	W (M)		W ⁹			мощность > 400 кВт/цил.	
9	Втулка цилиндра	W (X+M)		W ⁹			Д > 300 мм	
10	Крышка цилиндра (СЧ)			W			Д > 300 мм	
11	Крышка цилиндра (ЧШГ)			W			Д > 300 мм	
12	Крышка цилиндра (СЛ)	W (X+M)	W (Y3+ДН)	W		X	Д > 300 мм	СР
13	Крышка цилиндра кованая	W (X+M)	W (Y3+ДН)	W		X	Д > 300 мм	СР
14	Головка поршня (СЛ)	W (X+M)	W (Y3+ДН)			X	Д > 400 мм	СР
15	Головка поршня кованая	W (X+M)	W (Y3+ДН)			X	Д > 400 мм	СР
16	Коленчатый вал цельный	CP (X+M)	W (Y3+ДН)		W	галтели и масляные отверстия выборочно	все	СР
17	Коленчатый вал полусоставной (крифошип, шейки рамовых подшипников кованые шейки с фланцами)	CP (X+M)	W (Y3+ДН)		W	галтели и посадку выборочно	все	СР
18	Механизм подъема газовыпускного клапана			W			КД	
19	Шток поршня	CP (X+M)	W (Y3+ДН)			выборочно	Д > 400 мм КД	СР
20	Крейцкопф	CP (X+M)	W (Y3+ДН)			выборочно	КД	СР
21	Шатун с крышкой	CP (X+M)	W (Y3+ДН)		W	выборочно, все поверхности, в частности после дробеструйной обработки	все	СР
22	Соединительные болты коленчатого вала	CP (X+M)	W (Y3+ДН)		W	Посадку выборочно	все	СР
23	Болты и шпильки рамовых подшипников	W (X+M)	W (Y3+ДН)				Д > 300 мм	
24	Болты и шпильки крышек цилиндров	W (X+M)	W (Y3+ДН)				Д > 300 мм	
25	Болты и шпильки шатунных	W (X+M)	W (Y3+ДН)		ПИ нарезки резьбы		Д > 300 мм	
26	Анкерная связь	W (X+M)	W (Y3+ДН)		ПИ нарезки резьбы	выборочно	КД	СР
27	Корпус топливного насоса высокого давления	W (X+M) W (X+M)		W ПИ			Д > 300 мм Д ≤ 300 мм	
28	Форсунки высокого давления (если детали не подвергаются последующей пластичной деформации)			W ПИ			Д > 300 мм Д ≤ 300 мм	

**Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)**

159

№	Компонент (деталь) ^{1,2,3,4,5}	Свойства материалов ⁶	Неразрушающий ⁷ контроль	Гидравлические испытания ⁸	Проверка размеров и состояния поверхности	Визуальный осмотр инспектором	Применимость к ДВС	Документ
29	Трубки высокого давления в том числе гидравлических аккумуляторов	W (X+M)		W (если детали не подвергаются последующей пластичной деформации)			Д > 300 мм	
		W (X+M)		ПИ (если детали не подвергаются последующей пластичной деформации)			Д ≤ 300 мм	
30	Масляная сервосистема высокого давления	W (X+M)		W			Д > 300 мм	
		W (X+M)		ПИ			Д ≤ 300 мм	
31	Охладитель воздуха ¹⁰ , оба контура	W (X+M)		W			Д > 300 мм	
32	Аккумулятор	W (X+M)		W			все двигатели с аккумуляторами с объемом более 0,5 литра	
33	Гидравлический силовой привод клапанов и его элементы с учетом конструкции (привод, трубопроводы, клапаны)	W (X+M)		W			мощность >800 кВт/цикл.	
34	Насосы с приводом от двигателя (масляные, водяные, топливные, льяльных вод), иные, чем указанные в п.п. 27 и 33	ПИ (X)		W			мощность > 800 кВт/цикл.	
35	Подшипники рамовых, шатунных шеек и крейцкопфа		ПИ (УЗ для всей площади контакта между основным материалом и металлом подшипника)		W		мощность > 800 кВт/цикл.	

П р и м е ч а н и я :

¹ Требования к освидетельствованию материалов насосов и компонентов трубопроводов зависят от рабочих давления и температуры. В случае, если в других частях Правил определены дополнительные требования к указанным элементам, то такие требования должны выполняться.

² Требования для турбокомпрессоров – [см. приложение 9](#).

³ Для предохранительных клапанов картера двигателя должны быть проведены типовые испытания в соответствии с [приложением 10](#) и оформлением документов и маркировки в соответствии с 2.3.4.10 – 2.3.4.13 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

⁴ Система обнаружения масляного тумана должна быть испытана в соответствии с [приложением 11с](#) оформлением документов согласно 2.3.4.9 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

⁵ Для регулятора и устройств защиты двигателя от превышения частоты вращения – см. 2.11 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

⁶ Свойства материала включают в себя химический состав и механические свойства, а также обработку поверхности, такую как упрочнение поверхности (твердость, глубина и степень), дробеструйное упрочнение и обкатка (протяженность и прилагаемая сила).

⁷ Неразрушающий контроль означает, например, ультразвуковой контроль, выявление трещин посредством магнитопорошковой, цветной или люминесцентной дефектоскопии.

⁸ Гидравлические испытания применимы к водной/масляной стороне компонента. Части должны быть проверены давлением, в 1,5 раза больше максимального рабочего давления. Компоненты системы впрыска топлива, подвергающиеся воздействию высокого давления, должны быть проверены гидравлическим давлением, в 1,5 раза больше рабочего давления или при максимальном рабочем давлении плюс 30 МПа, в зависимости от того, что меньше. Там, где конструкция или особенности проведения испытания могут потребовать изменение этих требований, может быть допущено особое рассмотрение.

⁹ Гидравлические испытания также требуются для тех компонентов, которые заполнены охлаждающей водой и содержащие воду, которая контактирует с цилиндром или цилиндрической втулкой.

¹⁰ Охладители наддувочного воздуха должны быть испытаны только со стороны, где находится вода.

ПОРЯДОК ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ, ИСПЫТАНИЯ, ОДОБРЕНИЯ ТУРБОНАГНЕТАТЕЛЕЙ И ИХ КОМПОНОВКИ С ДВС

1. ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ.

1.1 Настоящие требования применяются в отношении одобрения конструкции турбонагнетателей (ТН), методики типовых испытаний и процесса освидетельствования и оформления документов, а также их совместимости с применяемыми двигателями.

Типовое одобрение ТН может быть выполнено как отдельно, так и в составе ДВС. Требования составлены для газотурбонагнетателей, но в общем виде могут применяться также для нагнетателей с приводом от двигателя.

1.2 Требования определяются размерностью ТН. Параметром, определяющим размерность, является максимальная длительная мощность группы цилиндров двигателя, обслуживаемых данным ТН (например, для V-образных ДВС с одним ТН для каждой группы цилиндров по одну сторону двигателя, размерность ТН определяется половиной полной мощности ДВС).

1.3 ТН подразделяются на три категории в зависимости от мощности обслуживаемой группы цилиндров:

Категория А: ≤ 1000 кВт;

Категория В: > 1000 кВт и ≤ 2500 кВт;

Категория С: > 2500 кВт.

2. ПРЕДСТАВЛЯЕМАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.

2.1 Категория А:

По запросу Регистра:
протокол испытаний по критериям прочности;
чертежи общих видов с поперечными разрезами, с указанием основных размеров и спецификацией составных частей;
программа испытаний.

2.2 Категория В и С:

чертежи общих видов с поперечными разрезами, с указанием основных размеров и спецификацией материалов составных частей корпуса для оценки удержания фрагментов диска при поломке;

документация по оценке прочности при поломке диска ТН ([см. 3.2](#));
эксплуатационные и ограничительные данные, такие как:
максимально допустимая эксплуатационная частота вращения (об/мин);
значение частоты вращения при срабатывании аварийной сигнализации по максимальному уровню;
предельно допустимый уровень температуры выхлопных газов перед турбиной;
значение температуры выхлопных газов перед турбиной при срабатывании аварийной сигнализации по максимальному уровню;
минимальное значение давления смазочного масла на входе;
значение давления смазочного масла на входе при срабатывании аварийной сигнализации по минимальному уровню;

максимально допустимое значение температуры смазочного масла на выходе;
максимальное значение температуры смазочного масла на выходе для срабатывания аварийной сигнализации по максимальному уровню;

максимально допустимые значения уровней вибрации, как собственной вибрации, возбуждаемой самим ТН, так и наведенной)

(аварийные уровни могут совпадать с допустимым значением, но не должны достигаться при 110 % нагрузки двигателя или при какой-либо другой одобренной кратковременной перегрузке за пределами 110 % нагрузки).

схема и устройство системы смазки (все варианты для данного типа);

протокол типовых испытаний;

программа испытаний.

2.3 Категория С:

чертежи деталей корпуса и вращающихся частей, включая детали крепления лопаток;
спецификация материалов всех выше перечисленных деталей (химический состав и механические свойства;

сварные детали и технология процесса сварки выше перечисленных деталей, если применимо; документация с данными по безопасному значению передаваемого момента при посадке с натягом диска на вал ([см. 3.3](#))¹;

сведения о ресурсе, с учетом текучести материала, низко цикличной и высоко цикличной прочности; Руководство по обслуживанию и эксплуатации¹.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ И ТИПОВЫМ ИСПЫТАНИЯМ.

3.1 Общие положения

3.1.1 ТН должны сохранять работоспособность в условиях эксплуатации, указанных в 2.3 части VII «Механические установки» и 2.2.7 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов. Срок эксплуатации составных частей и аварийное значение частоты вращения турбоагрегата должны быть рассчитаны при температуре воздуха на входе 45°C.

3.1.2 На входе воздуха в ТН должен быть установлен фильтр.

3.2 Критерий прочности ТН

3.2.1 ТН должны обладать достаточной прочностью в случае поломки ротора, т.е. ни один элемент не должен повредить внутреннюю часть корпуса или компрессорную часть ТН. Для более качественного рассмотрения документации (испытания/расчеты) предполагается, что диски ТН подвергаются разрушению при самом неблагоприятном из возможных вариантов.

3.2.2 Для Категорий В и С, критерий прочности при поломке должен быть подтвержден испытаниями. Выполнение данного требования на основе испытаний одного турбокомпрессорного агрегата распространяется на весь ряд ТН. Испытания установки с большим объемом предпочтительны поскольку считаются более показательными по сравнению с остальными менее объемными установками из общего ряда ТН. В любом случае данный критерий должен быть документально подтвержден (например, расчетами), свидетельствуя о том, что результаты испытываемой установки распространяются и на весь ряд ТН.

3.2.3 Минимальное значение частоты вращения при испытаниях по отношению к максимально допустимой частоте вращения:

для компрессора: 120 %;

для турбины: 140 %, или применяется импульсная частота вращения, в зависимости от того что меньше.

¹ Применительно к типу ТН двух размерностей.

3.2.4 Испытания по оценке прочности при поломке должны выполняться при эксплуатационной температуре.

3.2.5 Численный анализ (моделирование) для соответствующего определения критерия прочности установки, основываясь на расчетах с помощью компьютерной имитационной модели может быть принят вместо практических испытаний по оценке прочности, при условии что:

численное моделирование должно быть проверено для оценки его допустимости и погрешности измерений путем прямого сравнения результатов расчета и опытных данных при испытании оценки прочности установки при поломке и приведены в справочных данных ТН (справочные данные по испытанию прочности ТН). Данное испытание должно проводиться не менее одного раза изготовителем для практического применения данного метода численного моделирования вместо обычных испытаний;

соответствующее численное моделирование по определению критерия прочности при поломке осуществляется на таких же частотах вращения как указано в программе испытаний по оценке прочности;

для численного моделирования должны применяться свойства материала с учетом интенсивной деформации. Соотношение характеристик при нормальных условиях и при определенной скорости деформации должно быть достаточно обосновано;

геометрические и кинематические свойства конструкции ТН должны быть подобны тем, которые применялись для определения справочных данных по испытанию прочности ТН. В основном, новые конструкторские разработки ТН имеют обновленные справочные данные относительно результатов вышеупомянутых испытаний.

3.3 Посадка диска на вал с натягом

3.3.1 Применительно к ТН Категории С.

3.3.2 В тех случаях, когда диск установлен на вал посадкой с натягом, расчеты должны подтверждать надежную передачу крутящего момента при всех соответствующих эксплуатационных показателях работы таких как максимальная частота вращения, максимальный крутящий момент и максимальный температурный градиент в сочетании с минимальным значением натяга.

3.4 Типовые испытания

3.4.1 Применительно к Категориям ТН В и С.

3.4.2 Типовые испытания для общего типоряда ТН должны выполняться или на двигателе (для которого предназначается данный ТН) или на испытательном стенде.

3.4.3 ТН подвергают не менее 500 рабочих циклов на предельных режимах нагрузки. Данное испытание может не проводится в случае, если ТН совместно с двигателем испытывается на низких циклах нагрузки как описано в [приложении 6](#).

3.4.4 Пригодность ТН для соответствующего режима эксплуатации должна быть определена изготовителем.

3.4.5 Нормы вибрации ротора должны измеряться и регистрироваться с целью определения всех синхронных колебаний и резонансных частот.

3.4.6 Типовое испытание должно быть выполнено при наиболее тяжелых условиях работы, таких как максимально допустимая частота вращения и максимально допустимая температура, не менее чем в течении одного часа. После данного испытания ТН должен быть проверен на предмет возможного износа трущихся деталей и должного состояния подшипников.

3.4.7 Продолжительность присутствия инспектора во время различных видов типовых испытаний определяется Регистром.

4. ОФОРМЛЕНИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВ РЕГИСТРА.

4.1 Изготовитель должен выполнять требования системы качества, направленные на выполнение технических условий изготовителя и в соответствии с одобренной технической документацией.

4.2 Для ТН Категории С требование [4.1](#) может проверяться в рамках периодических проверок предприятий изготовителя на основе заключения Соглашения об освидетельствовании (см. 4.5 разд. 4 части I «Общие положения по техническому наблюдению» настоящих Правил).

4.3 Основными целями данных проверок должны являться:
подтверждение химического состава материала вращающихся частей;
механические свойства материала представленных образцов вращающихся частей и деталей корпуса;
испытания и дефектоскопия вращающихся частей;
проверка основных размеров вращающихся частей;
проверка балансировки ротора;
гидравлические испытания системы охлаждения при давлении 4 бара или 1,5 от максимально рабочего давления, в зависимости от того что выше;
испытания по превышению рабочей частоты вращения компрессорных и рабочих колес в проектом корпусе и с действительной степенью повышения давления производится в течение 3 мин при частоте вращения на 20 % выше аварийного уровня частоты вращения при комнатной температуре, либо на 10 % выше аварийного уровня частоты вращения при температуре на входе 45°C. Испытание по превышению нормальной частоты вращения может не требоваться, в случае применения кованных рабочих колес, которые специально проверяются утвержденным методом неразрушающего контроля.

4.4 ТН должны поставляться со следующими документами:
Для ТН Категории С – Свидетельство (С) (форма 6.5.30), со ссылкой на СТО или Свидетельство (СЗ) (форма 6.5.31) при наличии СО.

Для ТН Категории В – Заводской сертификат качества (W), со ссылкой, на СТО, содержащее основные характеристики изделия.

4.5 Положения, указанные в [4.4](#), относятся и к замене вращающихся частей и корпусных деталей.

4.6 Вышеупомянутые регулярные проверки изделий, индивидуальная сертификация ТН и их составных частей могут быть изменены по согласованию с Регистром.

Тем не менее, процедура проверок и освидетельствования ТН Категории С и их составных частей должна основываться на специальных технических требованиях по проведению испытаний, перечисленных выше.

5. СИСТЕМА ЗАЩИТЫ, СИГНАЛИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ.

5.1 Для всех ТН Категорий В и С, требуемые параметры сигнализации и защиты приведены в [табл. 5.2](#).

5.2 Показания могут быть выведены на местный или дистанционный пульта управления.

Таблица 5.2

№	Контролируемые параметры	Категория ТН				Примечания
		В		С		
		Сигнал	Показа- ния	Сигнал	Показа- ния	
1	Частота вращения	Высокая	X ¹	Высокая 1	X ¹	
2	Температура выхлопных газов на каждый вход в турбоагнетатель	Высокая ²	X ²	Высокая	X	Сигналы высокой температуры для всех цилиндров двигателя допускаются ³
3	Температура смазочного масла на выходе из турбоагнетателя			Высокая	X	Температура смазки в районе подшипников в случае непринудительной системы смазки
4	Давление смазочного масла на входе в турбоагнетатель	Низкое	X	Низкое	X	Только для систем с принудительной системой смазки ⁴

¹ Для комплекса турбоагнетателей, работающих последовательно, автоматический контроль частоты вращения турбоагнетателя, входящего в работу последним по очереди, не требуется, при условии, что все турбоагнетатели в равной степени оборудованы однотипным фильтром всасываемого воздуха без регулировочного клапана.

² Для ТН Категории В, температура выхлопных газов может контролироваться на выходе из ТН в том случае, если установленный сигнал аварийного уровня обеспечивает надежную работу турбины и соотношение между температурами на входе и выходе является обоснованным.

³ Показания и сигналы температуры выхлопных газов на входе в ТН могут не требоваться в том случае если на каждый цилиндр установлен сигнал аварийного уровня, контролирующий надежную работу ТН.

⁴ В случае если система смазки ТН и дизельного двигателя отделены друг от друга дросселем или редукционным клапаном, то данные системы должны быть оборудованы собственными специализированными датчиками.

ПРОЦЕДУРА ТИПОВОГО ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ КАРТЕРОВ

1. ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ.

1.1 Настоящая процедура определяет стандартные условия проведения типового испытания предохранительных клапанов картеров ДВС и редукторов с использованием воздушно-метановой газовой смеси для подтверждения требований Регистра.

1.2 Настоящая процедура применима только к предохранительным клапанам с пламегасителями.

Примечание. Если конструкция клапана предусматривает смачивание пламегасителя смазочным маслом, по согласованию с Регистром могут применяться альтернативные методы, разработанные предприятием (изготовителем) клапанов с целью подтверждения требованиям данной процедуры.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.

2.1 Настоящая процедура разработана на основании Унифицированного требования МАКО M66 (Rev.4 Feb 2021, Corr.1 Oct 2021) «Type Testing Procedure for Crankcase Explosion Relief Valves». Там, где это целесообразно, могут применяться следующие нормативные документы:

- .1** стандарт ИСО 16852:2016;
- .2** стандарт ИСО/МЭК EN 17025:2017;
- .3** стандарт ИСО 12100:2010;
- .4** стандарт VDI 3673-1:2002;
- .5** циркуляр ИМО MSC/Circ. 677 с поправками MSC/Circ.1009 и MSC.1/Circ.1324.

3. ОБЪЕМ ПРОВЕРОК.

3.1 Типовое испытание предохранительных клапанов картеров предусматривает четыре основных вида проверок в соответствии с [3.1.1 — 3.1.4](#).

- 3.1.1** Проверка эффективности пламегасителя.
- 3.1.2** Проверка закрытия клапана после взрыва.
- 3.1.3** Проверка газо-/воздухонепроницаемости клапана после взрыва.
- 3.1.4** Установление уровня защиты от превышения давления, обеспечиваемого клапаном.

4. ОБОРУДОВАНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ.

4.1 Испытательная лаборатория для проведения типовых испытаний предохранительных клапанов картеров должна удовлетворять требованиям [4.1.1 — 4.1.11](#).

4.1.1 Лаборатория, в которой проводятся испытания, должна иметь признание Регистра, а также соответствовать требованиям применимых национальных и международных стандартов (например, ИСО/МЭК 17025:2017).

4.1.2 Испытательная лаборатория должна быть оборудована таким образом, чтобы иметь возможность контролировать и регистрировать ход испытаний взрывом в соответствии с настоящей процедурой.

4.1.3 Оборудование для контроля и измерения концентрации воздушно-метановой газовой смеси в воздухе внутри испытательной камеры должно обеспечивать точность измерений $\pm 0,1$ %.

4.1.4 Оборудование должно обеспечивать возможность эффективного зажигания воздушно-метановой смеси в точке воспламенения.

4.1.5 Оборудование для измерения давления должно обеспечивать возможность замера давления по меньшей мере, в двух точках испытательной камеры. Одна из них должна находиться у клапана, а другая – в центре испытательной камеры. Измерительные приспособления должны обеспечивать возможность замера и регистрации изменений давления на всем протяжении испытания взрывом с частотой регистрации, соответствующей скорости развития событий. Результат каждого испытания должен документироваться путем видеозаписи и путем записи термочувствительной видеокамерой.

4.1.6 Размеры испытательной камеры должны быть документально зафиксированы. При этом соотношение размеров должно быть таким, чтобы камера не имела вытянутой «трубоподобной» формы и расстояние между вершинами днищ не превышало 2,5 диаметров камеры. Внутренний объем камеры должен включать любые подводящие устройства и трубы

4.1.7 Испытательная камера должна иметь фланец для установки предохранительного клапана, расположенный на одном из ее концов по центру днища перпендикулярно продольной оси камеры. Испытательная камера должна быть устроена таким образом, чтобы обеспечивать положение клапана в пространстве, соответствующее его установке при эксплуатации, т.е. в вертикальной или горизонтальной плоскости.

4.1.8 Должна быть предусмотрена круглая пластина с нижеуказанными размерами для установки между фланцем камеры и клапаном, подлежащим испытанию:

.1 внешний диаметр пластины должен соответствовать удвоенному внешнему диаметру верхней крышки клапана;

.2 внутренний диаметр должен соответствовать внутреннему диаметру клапана, подлежащего испытанию.

4.1.9 Испытательная камера должна иметь соединения для возможности замера содержания метана в газовой смеси в верхней и в нижней частях.

4.1.10 Испытательная камера должна быть оборудована средствами для установки источника воспламенения в соответствии с требованием [5.3](#).

4.1.11 Объем испытательной камеры должен быть настолько большим, насколько это практически осуществимо по отношению к размеру и пропускной способности предохранительного клапана, подлежащего испытанию. В общем, объем должен соответствовать требованиям 2.3.4.3 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов в отношении того, что проходное сечение предохранительного клапана должно быть не менее $115 \text{ см}^2/\text{м}^3$ валового объема картера, т. е. для испытания клапана, проходное сечение которого составляет 1150 см^2 , требуется испытательная камера объемом 10 м^3 . Если проходное сечение клапана больше $115 \text{ см}^2/\text{м}^3$ валового объема картера, объем испытательной камеры должен соответствовать проектному соотношению. В любом случае объем испытательной камеры не должен отклоняться на величину ± 15 % от проектной величины соотношения проходного сечения клапана к объему картера ($\text{см}^2/\text{м}^3$).

5. ПРОЦЕСС ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЯ ВЗРЫВОМ.

5.1 Все испытания взрывом для проверки функциональных возможностей предохранительных клапанов картера должны проводиться с использованием смеси воздуха и метана, в которой концентрация метана составляет $9,5 \% \pm 0,5 \%$. Давление в испытательной камере должно быть не меньше атмосферного и не превышать давление открытия предохранительного клапана.

5.2 Концентрация метана в испытательной камере должна измеряться в его верхней и нижней части, и значения не должны различаться более чем на $0,5 \%$.

5.3 Воспламенение воздушно-метановой газовой смеси должно осуществляться в точке, находящейся на линии продольной оси испытательной камеры на расстоянии примерно $1/3$ длины или высоты от днища, противоположного концу установки клапана.

5.4 Воспламенение должно осуществляться с использованием заряда взрывчатого вещества максимум в 100 Дж.

6. КЛАПАНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ИСПЫТАНИЮ.

6.1 Клапаны, используемые для типового испытания (включая испытания в соответствии с [6.3](#)), должны отбираться с обычной производственной линии изготовителя представителем классификационного общества, присутствующим при испытаниях.

6.2 Для типового одобрения клапана определенного размера должны быть испытаны три клапана этого размера в соответствии с [6.3](#) и [7](#), а для одобрения типоряда клапанов – в соответствии с [9](#).

6.3 Клапаны, отобранные для типового испытания, должны быть предварительно испытаны на предприятии (изготовителе) для подтверждения того, что давление открытия составляет $0,05$ бар $\pm 20 \%$, и клапан является воздухонепроницаемым при давлении ниже давления открытия в течении, как минимум, 30 с. Этот вид испытаний проводится для подтверждения воздухонепроницаемости клапана после сборки и его открытия при заданном давлении, что свидетельствует о правильности выбора и установки пружины.

6.4 Типовые испытания клапанов должны подтверждать их работоспособность в том положении, в котором они будут установлены на двигатель или корпус редуктора. Для каждого предполагаемого положения (вертикального и/или горизонтального) должно быть испытано по три клапана каждого размера.

7. МЕТОД ИСПЫТАНИЙ.

7.1 В ходе испытания взрывом должны быть выполнены требования [7.1.1 – 7.1.5](#)

7.1.1 Испытания взрывом должны проводиться в присутствии инспектора Регистра.

7.1.2 Если клапаны должны устанавливаться на двигатель или корпус редуктора совместно с экранирующими приспособлениями для отражения выбросов продуктов горения от взрыва, клапаны должны испытываться с установленными экранирующими приспособлениями.

7.1.3 Последовательные испытания взрывом для определения функциональных возможностей клапана должны проводиться настолько быстро, насколько это возможно при установившихся внешних условиях.

7.1.4 Повышение и спад давления должны регистрироваться на протяжении всего испытания взрывом.

7.1.5 В ходе каждого испытания должно контролироваться внешнее состояние клапанов для регистрации любого выброса пламени с использованием термочувствительной видеокамеры ([см. 4.1.5](#)).

7.2 **Испытание взрывом должно проводиться в три этапа для каждого клапана, для которого требуется одобрение по результатам типового испытания.**

7.2.1 Этап 1.

7.2.1.1 Два испытания взрывом должны проводиться с использованием круглой пластины, описанной в [4.1.8](#), с вырезом, покрытым полиэтиленовой пленкой толщиной 0,05 мм. В результате этих испытаний определяется контрольный уровень давления для определения воздействия предохранительного клапана в отношении повышения давления в испытательной камере ([см. 8.1.6](#)).

7.2.2 Этап 2.

7.2.2.1 Два испытания взрывом должны проводиться с использованием трех разных клапанов одинакового размера. Каждый клапан должен быть установлен в том положении, для которого требуется одобрение, т.е. в вертикальном или горизонтальном, причем круглая пластина, описанная в [4.1.8](#), должна располагаться между клапаном и крепежным фланцем камеры.

7.2.2.2 Первое из двух испытаний каждого клапана должно проводиться с использованием полиэтиленовой оболочки толщиной 0,05 мм, минимальный диаметр которой должен быть в три раза больше диаметра круглой пластины, а объем – не менее 30 % испытательного сосуда, и которая должна закрывать клапан и круглую пластину. Перед началом испытания взрывом в полиэтиленовой оболочке не должно быть воздуха. Полиэтиленовая оболочка служит наглядным средством для оценки того, имеет ли место прохождение пламени через предохранительный клапан после взрыва.

Примечание. В ходе испытаний давление взрыва будет открывать клапан, и часть несгоревшей воздушно-метановой газовой смеси будет собираться в полиэтиленовой оболочке. Поэтому в случае прорыва пламени через пламегаситель это будет заметно внутри оболочки, так как смесь будет воспламеняться

7.2.2.3 Если первый взрыв успешно продемонстрировал отсутствие возгорания за пределами пламегасителя и отсутствие видимых признаков повреждения пламегасителя или клапана, проводится второе испытание взрывом без полиэтиленовой оболочки в возможно короткий промежуток времени после первого испытания. В ходе второго испытания взрывом, необходимо осуществлять визуальный контроль клапана на предмет каких-либо признаков возгорания снаружи пламегасителя; видеозапись должна быть сохранена для последующего анализа. Второе испытание должно продемонстрировать, что клапан может функционировать в случае вторичного взрыва в камере.

7.2.2.4 После каждого взрыва испытательная камера должна оставаться закрытой в течение, как минимум, 10 с для того, чтобы удостовериться, что клапан является непроницаемым. Непроницаемость клапана можно проверить в ходе испытания на основании записей давления/времени или с помощью отдельного испытания после завершения второго испытания взрывом.

7.2.3 Этап 3.

7.2.3.1 Проводятся еще два испытания взрывом, как описано на этапе 1. Дальнейшие испытания нужны для того, чтобы получить среднее значение базовой линии для оценки повышения давления с учетом того, что условия окружающей среды испытательного сосуда могли измениться в ходе испытания предохранительных клапанов на этапе 2.

8. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ.

8.1 Для подтверждения соответствия клапанов, используемых для испытания взрывом, требованиям настоящей процедуры должна быть выполнена их оценка с документальным подтверждением данных в соответствии с [8.1.1 – 8.1.9](#).

8.1.1 Техническая документация на клапаны, подлежащие испытанию, должна быть одобрена Регистром.

8.1.2 В технической документации и протоколах испытаний указываются обозначение, размеры и характеристики клапанов, подлежащих испытанию. Данные должны включать величину проходного сечения клапана и пламегасителя, а также подъема клапана при давлении 0,2 бар.

8.1.3 Должен быть определен и зарегистрирован объем испытательной камеры.

8.1.4 Функционирование пламегасителя может считаться приемлемым, если нет никаких признаков пламени или возгорания снаружи клапана в ходе испытания взрывом. Это должно быть подтверждено лабораторией с учетом результатов измерений, полученных при использовании термочувствительной видеокамеры ([см. 4.1.5](#)).

8.1.5 Повышение и спад давления в ходе взрыва регистрируются, причем указывается изменение давления, демонстрирующее максимальное избыточное давление и устойчивое пониженное давление в испытательной камере в ходе испытания. Изменение давления должно регистрироваться в двух точках камеры.

8.1.6 Воздействие предохранительного клапана в отношении повышения давления после взрыва определяется на основании максимальных значений давления, зарегистрированных в центре испытательной камеры в течение указанных трех этапов. Повышение давления в испытательной камере вследствие установки предохранительного клапана представляет собой разницу между средним давлением, зафиксированным во время четырех взрывов на этапах 1 и 3, и средним давлением, полученным по первым испытаниям трех клапанов на этапе 2. Подъем давления не должен превышать предел, установленный изготовителем.

8.1.7 Непроницаемость клапана удостоверяется путем проверки на основании записей того, что в испытательной камере поддерживается пониженное давление, составляющее, как минимум, 0,3 бар, в течение, как минимум, 10 с после взрыва. Это испытание подтверждает, что клапан надежно закрыт и достаточно газонепроницаем после динамических нагрузок при взрыве.

8.1.8 После каждого испытания взрывом на этапе 2 обследуется внешнее состояние пламегасителя на предмет серьезных признаков повреждения и/или деформаций, которые могут повлиять на работоспособность клапана.

8.1.9 После завершения испытаний взрывом, клапаны разбираются, и устанавливается и документируется состояние всех деталей. Следует обратить особое внимание на признаки заедания или неравномерного открытия клапана, влияющие на его функционирование. К отчету должны прилагаться фотографические снимки, демонстрирующие состояние клапана.

9. УСЛОВИЯ ОДОБРЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИДЕНТИЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ.

9.1 Одобрение устройств для гашения и предотвращения распространения пламени может использоваться в отношении других устройств такого же типа, если одно устройство было испытано и признано удовлетворительным.

9.2 Поскольку гасящая способность пламегасителя зависит от общей массы гасящих пластинок/сеток, то при условии, что материалы, толщина материалов, высота пластинок/толщина слоя сетки и гасящие зазоры являются одинаковыми, огнезащитные

экраны разных размеров могут быть признаны как обладающие одинаковой гасящей способностью. При этом должны быть выполнены следующие условия:

$$n_1/n_2 = \sqrt{S_1/S_2}; \quad (9.2-1)$$

$$A_1/A_2 = S_1/S_2, \quad (9.2-2)$$

где n_1 – суммарная толщина пламегасителя, соответствующая числу пластинок гасящего устройства размера 1 для клапана с проходным сечением, равным S_1 ;
 n_2 – суммарная толщина пламегасителя, соответствующая числу пластинок гасящего устройства размера 2 для клапана с проходным сечением, равным S_2 ;
 A_1 – проходное сечение гасящего устройства для клапана с проходным сечением, равным S_1 ;
 A_2 – проходное сечение гасящего устройства для клапана с проходным сечением, равным S_2 .

9.3 Оценка для одобрения предохранительного клапана с размерами большими, чем у клапана, испытанного ранее согласно требованиям [разд. 7](#) и [8](#) с удовлетворительными результатами, может быть выполнена, если эти клапаны имеют одинаковую конструкцию и идентичные технические характеристики при выполнении условий, изложенных в [9.3.1 – 9.3.3](#).

9.3.1 Проходное сечение клапана большего размера не должно превышать размеров проходного сечения ранее успешно испытанного клапана меньшего размера более чем в три раза +5 %.

9.3.2 Один клапан наибольшего размера с учетом [9.3.1](#) должен пройти успешные испытания, требуемые в [6.3](#) и [7.2.2](#). При этом допускаются следующие исключения:

только один клапан каждого размера испытывается в соответствии с [7.2.2.1](#);
объем испытательной камеры должен быть не менее одной трети объема, требуемого в [4.1.11](#).

9.3.3 Оценка состояния и отчетные документы должны соответствовать требованиям [разд. 8](#), за исключением того, что [8.1.6](#) в данном случае применяется только к единственному клапану на втором этапе испытаний (см. [7.2.2](#)).

9.4 Оценка для одобрения предохранительных клапанов с размерами меньшими, чем у клапана, испытанного ранее согласно требованиям [разд. 7](#) и [8](#) с удовлетворительными результатами, может быть выполнена если эти клапаны имеют одинаковую конструкцию и идентичные технические характеристики при выполнении условий, изложенных в [9.4.1 – 9.4.3](#).

9.4.1 Проходное сечение клапана меньшего размера должно быть не менее одной трети размера проходного сечения ранее успешно испытанного клапана большего размера.

9.4.2 Один клапан наименьшего размера с учетом [9.4.1](#) должен пройти успешные испытания, требуемые в [6.3](#) и [7.2.2](#). При этом допускаются следующие исключения:

только один клапан каждого размера испытывается в соответствии с [7.2.2.1](#);
объем испытательной камеры должен быть не более одной трети объема, требуемого в [4.1.11](#).

9.4.3 Оценка состояния и отчетные документы должны соответствовать требованиям [разд. 8](#), за исключением того, что [8.1.6](#) в данном случае применяется только к единственному клапану на втором этапе испытаний (см. [7.2.2](#)).

10. ОТЧЕТ ОБ ИСПЫТАНИЯХ.

10.1 Испытательная лаборатория должна представить подробный отчет, включающий в себя информацию и документы согласно [10.1.1 – 10.1.8](#):

- .1** техническое задание или программу на проведение испытаний;
- .2** подробную информацию об испытательной камере и испытываемых клапанах;
- .3** положение, в котором испытывался клапан (вертикальное или горизонтальное положение);
- .4** данные о концентрации метана в воздухе для каждого испытания;
- .5** данные об источнике воспламенения;
- .6** кривые давления для каждого испытания;
- .7** видеозаписи каждого испытания клапана;
- .8** оценку состояния и записи в соответствии с требованиями [разд. 8](#).

11. ОДОБРЕНИЕ.

11.1 Одобрение предохранительного клапана осуществляется Регистром на основании одобренной технической документации с учетом одобренной программы, оценки результатов испытаний и отчета испытательной лаборатории о выполненных типовых испытаниях.

ПРОЦЕДУРА ТИПОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРИБОРОВ ОБНАРУЖЕНИЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ МАСЛЯНОГО ТУМАНА В КАРТЕРЕ

1. ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ.

1.1 Процедура определяет объем испытаний, требуемый для подтверждения соответствия устанавливаемых на ДВС приборах обнаружения и сигнализации масляного тумана требованиям Регистра.

Примечание. Данная процедура испытаний также применима к приборам для обнаружения и сигнализации масляного тумана в корпусах редукторов.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.

2.1 Настоящая процедура разработана на основании Унифицированного требования (УТ) МАКО M67 (Rev.2 Feb 2015) (документ доступен на сайте МАКО (www.iacs.org.uk) «Type Test Procedure for Crankcase Oil Mist Detection and Alarm Equipment».

Там, где необходимо, могут применяться следующие нормативные документы:

Унифицированное требование (УТ) МАКО E10 (Rev.7 Oct 2018) (документ доступен на сайте МАКО (www.iacs.org.uk) «Test Specification for Type Approval»;

Процедура испытаний и оформления Свидетельств о типовом одобрении электрического и электронного оборудования автоматизации, компьютеров и периферийного оборудования РС;

«Нормы и методы испытаний оборудования автоматизации» ([см. Приложение 1](#) к разд. 12).

3. ОБЪЕМ ПРОВЕРОК.

3.1 Процедура типовых испытаний приборов обнаружения и сигнализации масляного тумана в картере включает семь основных видов проверок:

- .1** проверку выполняемых функций системы;
- .2** проверку эффективности датчиков масляного тумана;
- .3** проверку точности датчиков масляного тумана;
- .4** проверку уставок срабатывания сигнализации;
- .5** проверку временной задержки от выделения тумана из источника до срабатывания сигнализации;
- .6** проверку обнаружения нарушения функционирования;
- .7** проверку влияния оптического затемнения на обнаружение масляного тумана.

4. ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.

4.1 Испытательная лаборатория, выполняющая типовые испытания приборов обнаружения и сигнализации масляного тумана в картере должна удовлетворять требованиям [4.1.1 – 4.1.2](#).

4.1.1 Все оборудование для проведения функциональных и других испытаний, требуемых данной процедурой, должно быть доступно для освидетельствования инспектором Регистра.

4.1.2 Лаборатория, испытывающая приборы обнаружения и сигнализации масляного тумана, должна быть оборудована таким образом, чтобы она могла контролировать, измерять и регистрировать уровни концентрации масляного тумана в пересчете в мг/л с точностью до ± 10 % согласно данной процедуре.

4.1.3 Если при проверке функционирования и расположения существует возможная опасность, связанная с образованием масляного тумана, о чем извещает изготовитель, Регистр допускает использование менее токсичных и опасных масел, иного применения, при условии соответствия требованиям, как указано в SAE 40 для минеральных масел.

5. ИСПЫТАНИЯ ПРИБОРОВ ОБНАРУЖЕНИЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ МАСЛЯНОГО ТУМАНА.

5.1 Должны быть выполнены следующие виды испытаний.

5.1.1 Панель сигнализации/контроля:

- .1** функциональные испытания, согласно [разд. 6](#);
- .2** испытание при неисправности системы электропитания;
- .3** испытание при отклонении параметров системы питания;
- .4** испытание на теплоустойчивость;
- .5** испытание на влагуустойчивость;
- .6** вибрационные испытания;
- .7** испытание на устойчивость к электромагнитным помехам (ЭМС);
- .8** испытание сопротивления изоляции;
- .9** испытание электрической прочности изоляции;
- .10** статические и динамические наклонения.

5.1.2 Испытания датчиков:

- .1** функциональные испытания согласно [разд. 6](#);
- .2** испытание неисправности системы питания;
- .3** испытание отклонения параметров системы питания;
- .4** испытание на теплоустойчивость;
- .5** испытание на влагуустойчивость;
- .6** вибрационные испытания;
- .7** испытание сопротивления изоляции;
- .8** испытание электрической прочности изоляции;
- .9** статические и динамические наклонения.

Примечание. См. также приложение 1 к разд. 12 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий» Правил.

6. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ.

6.1 Все испытания для проверки правильного функционирования приборов обнаружения и сигнализации масляного тумана в картере должны проводиться в соответствии с [6.2 – 6.6](#) при концентрации масляного тумана в воздухе в пересчете в мг/л с точностью ± 10 %.

6.2 Концентрация масляного тумана в камере для испытаний должна быть измерена в верхней и нижней частях камеры. Отличие должно составлять не более 10 % ([см. также 8.1.1.1](#)).

6.3 Устройства (приборы) контроля масляного тумана должны быть способны определять концентрацию масляного тумана в воздухе от 0 до 10 % от наименьшего уровня взрывоопасности (НУВ) или от 0 до процентного весового содержания масла в воздухе, определяемого изготовителем на основе показателей датчиков измерения методом, согласованным с Регистром (например, методом обскурации или рассеивания света) с учетом [6.4](#).

Примечание. НУВ соответствует концентрации масляного тумана примерно 50 мг/л (ок. 4,1 % весового содержания масла в воздушно-масляной смеси).

6.4 Установка АПС для концентрации масляного тумана в воздухе должна обеспечивать подачу сигнала при максимальной концентрации не более 5 % от НУВ или, приблизительно, 2,5 мг/л.

6.5 Если установки срабатывания сигнализации могут быть изменены, средства корректировки и индикации установок должны быть проверены по инструкциям изготовителя оборудования.

6.6 Должна быть продемонстрирована работоспособность датчика масляного тумана, включая (в мг/л) диапазон, разрешение, чувствительность.

Примечание. Чувствительность измерительной системы – соотношение в изменении показателя измерительной системы и соответствующего изменения в значении измеряемой величины.

Разрешение – наименьшее изменение значения измеряемой величины, вызывающее заметное изменение показаний приборов (т.е. фиксируемое приборами).

6.7 Если масляный туман поступает в датчик контроля через трубы, промежуток времени между выходом образца из картера и срабатыванием сигнализации должен быть определен для наибольшей и наименьшей длины трубы, рекомендованной изготовителем. Трубы должны соответствовать инструкциям/рекомендациям изготовителя.

Трубопроводы должны быть устроены таким образом, чтобы избежать скопления конденсата, которое может привести к закупориванию патрубков отбора проб.

6.8 Должно быть продемонстрировано, что приемные отверстия датчиков не закупориваются в течение продолжительного воздействия капель и брызг смазочного масла в картере двигателя. Методика разрабатывается изготовителем и согласовывается с Регистром. Температура, количество и угол воздействия масла определяются изготовителем и данные предоставляются Регистру.

6.9 Для оборудования датчиков, находящихся в контакте с водяными парами в картере, что может влиять на их чувствительность, должно быть продемонстрировано, что такие условия не ухудшат работоспособности датчиков и оборудования. Если установлено, что контакт с водяным паром или конденсатом способен вызвать неисправность оборудования, при испытаниях должно быть продемонстрировано, что любые устройства, применяемые для уменьшения воздействия пара или конденсата, например подогрев, достаточно эффективны. Разработанные изготовителем или испытательной лабораторией устройства для этого вида испытаний должны быть согласованы с Регистром.

Примечание. Данное испытание проводится в дополнение к указанным в [5.1.2.5](#) и относится к воздействию конденсата, вызванного более низкой температурой оборудования датчиков по сравнению с температурой газов в картере.

6.10 Должно быть продемонстрировано, что линзы (оптические элементы) приборов служащие для определения концентрации масляного тумана, затемняются до уровня не влияющего на достоверность информации и срабатывание сигнализации, как это требуется 2.3.3.16 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

7. ДАТЧИКИ И ПРИБОР (ПАНЕЛЬ) КОНТРОЛЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ИСПЫТАНИЯМ.

7.1 Датчики и прибор контроля и сигнализации для типового испытания должны быть отобраны с поточной производственной линии изготовителя инспектором Регистра.

7.2 Должно быть испытано два датчика. Один из них испытывается при чистой оптике прибора, а второй – при условиях, соответствующих максимальной степени затемнения линз, установленной изготовителем.

8. МЕТОД ИСПЫТАНИЙ.

8.1 При типовых испытаниях должны быть выполнены следующие требования:

8.1.1 Создание масляного тумана должно удовлетворять требованиям [8.1.1.1 – 8.1.1.5](#).

8.1.1.1 Температура окружающего воздуха внутри и снаружи испытательной камеры должна соответствовать нормальным атмосферным условиям, перед началом каждого испытания:

температура воздуха: $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$;

относительная влажность воздуха: $60\text{ \%} \pm 30\text{ \%}$;

атмосферное давление: $96\text{ кПа} \pm 10\text{ кПа}$

8.1.1.2 Масляный туман должен генерироваться оборудованием, использующим нефтепродукт одной марки (соответствующий SAE 40 или эквивалентный) и подаваться в испытательную камеру. Выбор масла должен осуществляться с учетом риска причинения вреда здоровью и безопасности персонала и обеспечения надлежащего контроля. Менее токсичное, менее горючее масло равной вязкости может применяться как альтернатива. Генерируемый масляный туман должен состоять в среднем из капель размером не более 5 микрон (или как среднее арифметическое). Размер капель проверяется методом осаждения или эквивалентным методом в соответствии с международным или национальным стандартом. При выборе метода проверки размера осаждением испытательная камера должна иметь высоту не менее 1 м и объем не менее 1 м^3 .

8.1.1.3 Концентрация масляного тумана должна быть установлена гравиметрическим или другим эквивалентным методом. При использовании альтернативных методов должна быть продемонстрирована их эквивалентность.

Примечание. Гравиметрический метод – процесс, при котором разница в весе мембранного фильтра с размером пор 0,8 микрон устанавливается путем взвешивания фильтра до и после пропускания через него 1 л масляного тумана из испытательной камеры, снабженной рециркуляционным вентилятором.

8.1.1.4 Пробы масляного тумана должны отбираться через равные промежутки времени, и результаты должны регистрироваться на выходе из датчика. Датчик масляного тумана должен располагаться рядом с местом отбора проб.

8.1.1.5 Результаты гравиметрического анализа признаются недействительными и отбраковываются (не учитываются), если результирующая кривая калибровки имеет повышающийся угол наклона при считывании показаний концентрации масляного тумана. Это свидетельствует о недостаточном времени для достижения однородности масляного тумана. Единичные результаты, лежащие ниже 10 % от кривой калибровки, должны отбраковываться. Это свидетельствует о нарушении целостности фильтра, когда не все масло осаждается на его мембране.

8.1.1.6 Точность взвешивания фильтра должна быть +10 мг, точность объема пробы воздушно-масляной смеси +10 мл.

8.1.2 Для типового одобрения испытания должны проводиться в присутствии инспектора Регистра.

8.1.3 Оборудование для обнаружения масляного тумана должно быть испытано в том положении (горизонтальном, вертикальном или под углом), как оно будет установлено на картере ДВС (корпусе редуктора) согласно инструкции предприятия (изготовителя).

8.1.4 Типовые испытания должны выполняться для каждого типа прибора обнаружения и сигнализации масляного тумана, на который изготовитель запрашивает типовое одобрение. Если пороги чувствительности могут регулироваться, испытания должны выполняться в точках крайних и срединного значений установочных параметров.

9. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИБОРОВ И ДОКУМЕНТАЦИЯ.

9.1 Оценка состояния приборов контроля масляного тумана после испытаний должна выполняться в соответствии с [9.1.1 – 9.1.3](#).

9.1.1 Техническая документация на оборудование (приборы), подвергаемое испытаниям, должна быть одобрена Регистром.

9.1.2 В протоколах (отчетах) об испытаниях должны быть указаны наименование лаборатории и изготовителя, обозначение типа, диапазоны оценки концентрации масляного тумана и установочные параметры сигнализации, а также максимально допустимое значение затемнения линз (%) ([см. 7.2](#)).

9.1.3 После выполнения испытаний, оборудование для контроля масляного тумана должно быть проверено, и состояние всех компонентов должно быть отражено в протоколе. Фотографии оборудования должны быть приложены к протоколу испытаний.

10. УСЛОВИЯ ОДОБРЕНИЯ ТИПОРЯДА.

10.1 По согласованию с Регистром одобрение одного типа оборудования может быть распространено на однотипные устройства, имеющие идентичную конструкцию, что должно быть подтверждено соответствующей документацией изготовителя.

11. ОТЧЕТНЫЕ ДОКУМЕНТЫ.

11.1 Испытательная лаборатория должна предоставить полный отчет, включающий информацию и документы согласно [11.1.1 – 11.1.3](#):

- .1** описание процесса испытаний и испытательного оборудования;
- .2** описание испытываемого оборудования;

.3 результаты испытаний, включающие характеристики прибора обнаружения масляного тумана:

эффективность, мг/л;

минимальный порог определения концентрации масляного тумана в воздухе;

точность определения концентрации масляного тумана в воздухе;

диапазон измерений;

разрешающая способность;

время отклика;

чувствительность;

затемнение датчика в процентах степени затемнения. 0 % – отсутствует затемнение; 100 % – полное затемнение;

сигнализация о неисправностях.

12. УСЛОВИЯ ОДОБРЕНИЯ.

12.1 Одобрение оборудования для контроля масляного тумана в картере выполняется Регистром на основании одобрения технической документации, отчетов и протоколов испытательной лаборатории с результатами типовых испытаний.

12.2 Для одобрения приборов контроля и сигнализации масляного тумана должна быть представлена документация в соответствии с [12.2.1 – 12.2.4](#).

12.2.1 Описание оборудования (компонентов) системы контроля масляного тумана, включая описание сигнализации.

12.2.2 Копия отчета об испытаниях в соответствии с требованиями [разд. 11](#).

12.2.3 Схема расположения устройств контроля масляного тумана на двигателе с указанием мест установки датчиков и прокладки трубок, а также их размеров.

12.2.4 Инструкция по обслуживанию и проверкам, которая должна содержать следующую информацию:

.1 назначение оборудования и его эксплуатация;

.2 функциональные проверки для подтверждения работоспособности оборудования, а также возможности обнаружения любой неисправности и ее устранения;

.3 рекомендации по обслуживанию и запасным частям;

.4 установка ограничений параметров и инструкции по безопасным уровням;

.5 если необходимо, описание компоновок (взаимного расположения) оборудования, при которых оно должно или не должно использоваться.

6 ДЕТАЛИ ВАЛОПРОВОДОВ

6.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за деталями валопроводов, перечисленными в Номенклатуре РС.

6.1.2 Раздел устанавливает порядок технического наблюдения за изготовлением вышеуказанных объектов на предприятии (изготовителе).

6.1.3 Порядок и объем проверок, испытаний и освидетельствований изделий в процессе их изготовления определяется [табл. 6.1.3](#) и требованиями настоящего раздела, а также перечнем, разрабатываемым предприятием (изготовителем) в соответствии с 12.2 части I «Общие положения по техническому наблюдению» и согласованным с подразделением. При разработке перечня учитываются особенности технологических процессов, принятых на предприятии (изготовителе).

Таблица 6.1.3

Объекты технического наблюдения	Проверка технической документации (см. 6.1.8)	Наружный осмотр	Проверка геометрических размеров	Дефектоскопия	Гидравлические испытания и проверка герметичности	Спаривание валов
Валопроводы:						+
упорный вал	+	+	+	+		+
промежуточный вал	+	+	+	+		+
гребной (дейдвудный) ¹ вал	+	+	+	+	+ ²	+
облицовка гребного (дейдвудного) ¹ вала	+	+	+	+	+	
соединительные муфты	+	+	+			+
¹ Здесь и далее все требования для гребных валов и облицовок гребных валов распространяются, соответственно, на дейдвудные валы и облицовки дейдвудных валов в той мере, в какой они применимы.						
² Для составных облицовок, свариваемых на валу.						

6.1.4 Конструкция валопроводов и их деталей должна соответствовать одобренной технической документации и отвечать требованиям части VII «Механические установки» Правил классификации и постройки морских судов. Изготовление валопроводов, их деталей, узлов и выполнение технологических операций осуществляются под техническим наблюдением Регистра по одобренной им технической документации, перечисленной в части I «Классификация» Правил классификации и постройки морских судов применительно к валопроводам.

6.1.5 Формы документов предприятия (изготовителя) (таблицы замеров и испытаний, заявки о предъявлении к освидетельствованию и другие) разрабатываются предприятием (изготовителем) или верфью и согласовываются с Регистром.

6.1.6 Методы контроля, инструмент и приспособления для проведения замеров, испытаний и контроля определяются предприятием (изготовителем) или верфью, указываются в технологической документации и, при необходимости, согласовываются с Регистром.

6.1.7 Результаты замеров, проводимых в процессе изготовления деталей, и таблицы замеров при их сборке должны охватывать все точки замеров, регламентируемые технической документацией, инструкциями на сборку, монтаж и эксплуатацию валопровода. Контроль замеров инспектором Регистра проводится выборочно.

6.1.8 Материалы, комплектующее оборудование, заготовки и детали, идущие на изготовление и комплектацию подлежащих техническому наблюдению объектов и изделий, должны иметь маркировку и документы, подтверждающие техническое наблюдение Регистра за их изготовлением в соответствии с Номенклатурой РС.

6.1.9 Материалы, детали (заготовки), а также комплектующие изделия перед их обработкой, установкой или сборкой подвергаются наружному осмотру с целью проверки их состояния и соответствия сопроводительной документации. В отдельных случаях осмотр и проверка проводятся инспектором Регистра. При наружном осмотре проводится визуальный осмотр материала, детали или изделия, при этом проверяются сопровождающие документы, а также сертификаты предприятия (изготовителя), таблицы замеров, результаты дефектоскопии, наличие клейм и маркировки.

По результатам наружного осмотра и наличию документов, указанных в [6.1.8](#), определяется возможность запуска в производство материалов и изделий.

6.1.10 При необходимости и возможности исправления дефектов отливок и поковок сваркой следует руководствоваться требованиями, оговоренными в технической документации. В технических требованиях чертежей указывается способ исправления дефектов, их характер, количество и размеры, расположение дефектов или даются ссылки на руководящие материалы и технологическую документацию.

6.1.11 Механическая и другие виды обработки, как правило, должны исключать нагрев и наклеп. Наличие таковых должно устраняться термообработкой.

6.1.12 При проведении гидравлических испытаний следует руководствоваться требованиями технической документации, определяющими условия проведения испытаний, и требованиями 1.3 части IX «Механизмы» и 5.9 части VII «Механические установки» Правил классификации и постройки морских судов.

6.1.13 На окончательно изготовленные изделия (детали) должен оформляться документ, определяемый формой технического наблюдения. Необходимость оформления свидетельства Регистра и клеймения изделий оговорены Номенклатурой РС.

6.2 УПОРНЫЕ, ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ И ГРЕБНЫЕ ВАЛЫ

6.2.1 Обработанные валы должны удовлетворять требованиям технической документации и настоящей главы.

6.2.2 В процессе изготовления валов и по окончании их обработки проводятся:

.1 проверка соответствия качества материалов требованиям технической документации;

.2 термическая обработка и проверка результатов дефектоскопии;

.3 проверка шероховатости рабочих поверхностей;

.4 проверка размеров и формы обработанных поверхностей;

.5 проверка радиального биения валов, торцевого биения плоскостей фланцев и гребней упорных валов, концентричности наружных и внутренних поверхностей или разностенности валов;

.6 проверка формы сечений и разделки шпоночного паза, а также проверка положения оси симметрии шпоночного паза относительно оси вала и конуса;

.7 проверка сборки и соблюдения соосности при спаривании валов, натягов и зазоров в соединениях;

.8 наружный осмотр валов для выявления возможных дефектов поверхности.

6.2.3 Поковки гребных валов после их термообработки, как правило, должны подвергаться ультразвуковому контролю. По согласованию с Регистром ультразвуковой контроль может производиться на любой стадии изготовления валов.

В материалах по испытанию валов ультразвуком должна содержаться оценка результатов испытаний.

6.2.4 Проверку размеров и погрешностей формы цилиндрических поверхностей вала следует выполнять в двух взаимно перпендикулярных направлениях и в нескольких сечениях по длине проверяемого участка вала. Число сечений должно быть достаточным для точного определения размеров и формы проверяемого участка вала, но не менее двух. Овальность в любом сечении шейки под подшипники и конусность, измеренная на длине подшипника, не должна превышать 50 % допуска на размер диаметра шейки, если нет других указаний в рабочих чертежах.

6.2.5 Радиальные биения следует проверять при медленном вращении валов.

Радиальные биения шеек, конусов и нерабочих участков валов, шейки которых вращаются с окружной скоростью менее 10 м/с, не должны превышать величин, приведенных в [табл. 6.2.5](#).

При использовании в качестве опор плавающих призм, способных под воздействием изогнутого вала свободно перемещаться в горизонтальной плоскости, допуски на радиальные биения увеличиваются в 1,5 раза.

Значение предельного радиального биения в каждом сечении получают умножением норм [табл. 6.2.5](#) на величину удвоенного расстояния, м, до ближайшей торцевой оконечности вала.

Для гребных валов, упрочненных обкаткой роликами, радиальное биение конуса под гребной винт со шпонкой не должно превышать норм, принятых для нерабочих участков валов.

Таблица 6.2.5

Отношение длины вала к его диаметру	Радиальное биение валов, мм, при контроле		
	шеек и конусов в центрах		нерабочих участков в центрах и на опорах
	на опорах	на 1 м длины	
5 – 20	0,04	0,04	0,073
20 – 25	0,05	0,06	0,08
25 – 30	0,055	0,08	0,087
30 – 40	0,06	0,09	0,093
40 – 50	0,07	0,12	0,10

6.2.6 Торцевое биение присоединительных поверхностей фланцев, полумуфт или рабочих поверхностей гребня упорных валов проверяется при вращении вала, установленного в центрах и на опорах. Допустимое торцевое биение присоединительных поверхностей, а также поверхностей гребня упорных валов не должно превышать: у валов при диаметре фланца (гребня) до 500 мм – 0,03 мм; от 500 до 800 мм – 0,04 мм и более 800 мм – 0,05 мм.

6.2.7 Неплоскостность присоединительной поверхности фланцев или рабочих поверхностей гребня упорного вала контролируется поверочной линейкой. Отсутствие выпуклости на контролируемой поверхности определяется поверочной линейкой на краску. При установке линейки в диаметральной плоскости или по наибольшей хорде (в случае проверки гребней) незакрашенное место может быть только в средней части проверяемого участка.

6.2.8 Конусность и прямолинейность образующей конических поверхностей валов контролируется конусомерными линейками, длина которых должна быть не менее 0,7 длины конуса. Прямолинейность образующей может контролироваться поверочной линейкой, при этом суммарная длина окрашенной поверхности (в процентах длины конуса) для конусов длиной 80 – 2000 мм должна быть в пределах 90–40 % (конкретные значения определяются линейной интерполяцией). Допускается контроль конусными калибрами на краску. В этом случае краска должна равномерно располагаться по всей поверхности и иметь суммарную площадь (в процентах площади конической поверхности) для конусов длиной 80–2000 мм в пределах 90–40 % (конкретные значения определяются интерполяцией). При этом отсутствие пятен по концам конуса не допускается. Шабрение конусных поверхностей валов не допускается.

6.2.9 Методы контроля шпоночных пазов устанавливаются предприятием (изготовителем) в зависимости от принятых технологических процессов и средств контроля. Проверка прилегания установленной шпонки к боковым поверхностям шпоночного паза производится щупом, при этом суммарный зазор должен лежать в пределах допуска на размеры ширины шпоночного паза.

6.2.10 Участки гребных валов под посадку облицовок необходимо выполнять с допусками для посадки с натягом, предусмотренной технической документацией. Допускается обработка участков под посадку по фактическим размерам отверстий облицовок с соблюдением характера соединения такой посадки.

6.2.11 По окончании механической обработки гребные валы рекомендуется подвергать поверхностному упрочнению обкаткой роликами. Упрочнение должно производиться в районе конуса под ступицу гребного винта, в районе кормового фланца, включая 1/3 длины дуги галтеля, и под концами каждой облицовки. Длина упрочняемого участка на конусе должна составлять половину диаметра вала в месте упрочнения, а на остальных участках – один диаметр вала.

6.2.12 Фланцевые полумуфты после окончательной обработки конусного отверстия и шпоночного паза должны быть насажены на вал и окончательно

обработаны по наружным диаметрам, присоединительным торцам и центрирующим выточкам. При этом торцевое биение не должно превышать значений, указанных в [6.2.6](#), а радиальное биение – значений для фланцев, указанных в [6.2.13](#).

6.2.13 Окончательно собранные при спаривании судовые валы должны быть соосны. При проверке двух собранных смежных валов в центрах на станке с опорами радиальные биения шеек должны отвечать требованиям [6.2.5](#) (для вала суммарной длины), а радиальные биения фланцев с диаметрами 200–800 мм и более – 0,03–0,05 мм (конкретное значение определяется интерполяцией).

При спаривании валов, не имеющих рабочих шеек, биение проверяется по наружной поверхности фланцев. При спаривании валов с помощью центрирующих дисков валы должны устанавливаться один относительно другого таким образом, чтобы торцевые биения присоединительных поверхностей обоих фланцев вызывали бы минимальный излом общей оси соединяемых валов.

При наличии специального указания в технической документации фланцы собранных валов или полумуфт должны быть обточены в один размер по наружному диаметру. Относительное положение валов по результатам проверки соосности должно быть соответствующим образом замаркировано на фланцах.

6.2.14 Болтовые соединения фланцев валов должны выполняться таким образом, чтобы в соединениях обеспечивалась посадка, предусмотренная технической документацией. Отверстия под болты должны окончательно обрабатываться совместно для обоих фланцев смежных валов. После обработки на длине поверхности отверстия 15 мм допускается не более одной кольцевой риски шириной до 1 мм и глубиной до 0,3 мм.

6.2.15 Сборка соединений валов с применением фланцевых (шпоночных, бесшпоночных), а также втулочных муфт должна проводиться с гарантированным натягом гидропрессовым способом. Допускается производить установку бесшпоночных муфт, в том числе муфт с цилиндрическими соединениями, на валы диаметром до 200 мм тепловым способом. Насадка муфт гидропрессовым способом на валы производится по расчетным параметрам насадки (усилие установки деталей в начальное положение, осевое перемещение, давление масла, подаваемого на сопрягаемые конические поверхности, усилие окончательной напрессовки) и допустимым отклонениям от них. При тепловом способе насадки в качестве расчетных параметров принимаются температура нагрева полумуфты и осевое перемещение.

Отсчет осевого перемещения производится от начального положения, которое определяется при гидропрессовой посадке для каждой полумуфты индивидуально. Для этого полумуфту напрессовывают без подачи масла на сопрягаемые поверхности ступенями (не менее 8-10 ступеней). При этом на каждой ступени должны фиксироваться осевые перемещения и усилия.

По полученным данным строится график зависимости перемещения полумуфты от усилия напрессовки ([см. рис. 6.2.15](#)).

После определения на графике участка прямой линии ее следует продолжить до пересечения с осью «перемещение». Точка пересечения прямой линии с осью «перемещение» будет точкой отсчета, от которой отсчитывается осевое перемещение.

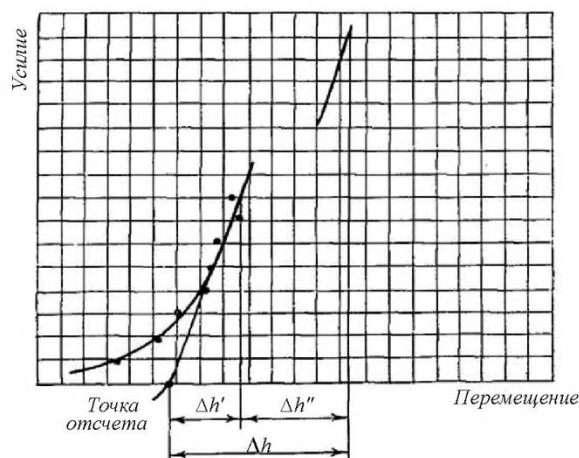


Рис. 6.2.15

Окончательная напрессовка гидропрессовым способом должна выполняться от положения полумуфты, зафиксированного при определении точки отсчета, до достижения осевого перемещения, определяемого по формуле

$$\Delta h'' = \Delta h - \Delta h', \quad (6.2.15)$$

где Δh — требуемое перемещение полумуфты;

$\Delta h'$ — перемещение полумуфты от точки отсчета до конечного положения, зафиксированного при определении точки отсчета.

Допускаются следующие отклонения параметров насадки: осевого перемещения — от -2 до $+8$ %; осевого усилия при установке охватывающей детали в начальное положение — от -5 до $+10$ %, температуры нагрева полумуфт — от -5 до $+20$ °С.

6.2.16 Изготовленные валы подвергаются наружному осмотру. На валах не допускаются расслоения, трещины, черновины, закаты, заковы, плены, шлаковины, песочины, волосовины, заусенцы и царапины. Результаты проверки валов, в том числе результаты дефектоскопии, а также выполненных замеров должны заноситься в таблицы замеров (формуляр валопровода, акты). При положительных результатах проверок, дефектоскопии и замеров на валы оформляется свидетельство Регистра.

6.2.17 После изготовления вал из полимерного композиционного материала должен быть испытан приложением статической нагрузки, равной расчетному моменту.

6.3 ОБЛИЦОВКИ ГРЕБНЫХ ВАЛОВ

6.3.1 Полностью изготовленные облицовки, в том числе гидроизоляционные покрытия гребных валов, должны отвечать требованиям технической документации и настоящей главы.

6.3.2 В процессе и по окончании изготовления облицовок проводятся:

- .1** проверка соответствия качества материалов требованиям технической документации;
- .2** дефектоскопия;
- .3** наружный осмотр облицовки перед посадкой на вал и после окончательной обработки на валу;
- .4** проверка размеров, обеспечивающих гарантированный натяг при посадке облицовки на вал;
- .5** испытания на плотность облицовок перед посадкой их на вал и составных облицовок, свариваемых на валу;
- .6** проверка стыков составных облицовок;
- .7** проверка размеров, формы и чистоты обработанных поверхностей шеек под дейдвудные подшипники после окончательной обработки облицовок, насаженных на вал;
- .8** проверка радиального биения окончательно обработанных облицовок на валу.

6.3.3 Облицовки должны насаживаться на гребные валы с натягом. Крепление облицовок к валу гужонами или другими средствами, а также уплотнение концов облицовок с помощью пайки, заклеивания и тому подобных способов не допускается.

6.3.4 Обработанные облицовки или обечайки для сварных облицовок до насадки на гребной вал должны подвергаться гидравлическому испытанию на плотность давлением 0,2 МПа. Сварные швы и околошовная зона (шириной 40 мм) облицовок, сваренных вне вала, должны подвергаться до гидравлических испытаний на плотность контролю внешним осмотром и измерением, рентгенографированию или гаммаграфированию. Сварные швы облицовок, сваренных на валу, должны контролироваться цветной дефектоскопией до испытания их на плотность воздухом или маслом давлением 0,2 МПа.

6.3.5 Насаженная на гребной вал облицовка подвергается окончательной обработке, после чего проверяются шероховатость рабочих поверхностей, размеры и погрешности формы цилиндрических поверхностей облицовки (овальность и конусность), а также радиальное биение по рабочим шейкам под дейдвудные подшипники и уплотнительные сальники в соответствии с [6.2.4 – 6.2.5](#). Окончательно обработанные наружные поверхности облицовок проверяются на отсутствие дефектов визуально. В сомнительных случаях должна производиться цветная дефектоскопия или местное травление с последующим осмотром протравленных участков через лупу.

6.3.6 На окончательно обработанных поверхностях облицовок и на сварных швах состыкованных облицовок не должно быть дефектов, влияющих на работоспособность дейдвудного устройства. На поверхностях окончательно обработанных облицовок могут быть допущены отдельные участки мелкой пористости площадью не более 50 мм² и отдельные газовые раковины, не превышающие по диаметру и глубине 3 мм, в количестве не более трех на одном квадратном дециметре при условии обеспечения гидроплотности. Общая площадь указанных дефектов не должна превышать 1 % всей наружной поверхности облицовки. На внутренней поверхности облицовок или обечаек после обработки для насадки на гребной вал допускается мелкая пористость, не влияющая на гидроплотность. Общая площадь такой пористости не должна превышать 3 % площади внутренней поверхности.

В сварных швах состыкованных облицовок допускаются:

отдельные внутренние газовые раковины размером до 3 мм и шлаковые включения длиной до 5 мм; цепочки газовых раковин размером до 3 мм и несплошных шлаковых включений длиной до 5 мм и протяженностью не более 20 % длины участка шва, проконтролированного снимком;

местные скопления несплошных газовых раковин размером до 3 мм и шлаковых включений до 4 мм на участке шва длиной не более 20 мм.

При этом суммарная протяженность всех дефектов не должна превышать 20 % длины шва, проконтролированного снимком. На окончательно обработанной поверхности сварного шва облицовки допускаются отдельные раковины размером 1-1,5 мм и глубиной до 1 мм, отстоящие друг от друга на расстоянии 10-15 мм, а их общее число не должно превышать пяти. Другие дефекты, не указанные выше, должны быть исправлены. Технология их исправления должна быть согласована с Регистром.

6.3.7 Участки валов между облицовками должны быть защищены гидроизоляцией. Гидроизоляция должна быть гладкой, ровной, без потеков, вздутий, воздушных включений. Контроль наружной поверхности изоляции производится визуально. Проверка внутренних дефектов в гидроизоляции и дефектов между поверхностью вала и гидроизоляцией должна быть выполнена одобренными Регистром методами. Участки гидроизоляции на расстоянии 0,4 м, но не более диаметра вала от торцов облицовки должны быть проконтролированы полностью; остальные участки – выборочно. Площадь участков, контролируемых выборочно, должна быть не менее 20 % общей площади гидроизоляции.

6.4 СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ БОЛТЫ И МУФТЫ ВАЛОВ

6.4.1 В процессе и по окончании изготовления соединительных муфт проводятся:

- .1** проверка соответствия качества материалов и конструкции требованиям технической документации;
- .2** проверка размеров, обеспечивающих требуемую посадку муфты на вал, и болтов во фланцевых соединениях валопровода;
- .3** проверка геометрии шпоночного паза и его положения относительно оси муфты;
- .4** проверка радиального и торцевого биений окончательно обработанных муфт;
- .5** наружный осмотр муфт.

6.4.2 Болты изготавливаются по технической документации, одобренной Регистром.

6.4.3 Конусные поверхности муфт, сопрягаемые с валами, должны быть чистыми и прямолинейными; овальность сечений конического отверстия не должна превышать 50 % значения допуска, принятого по большому диаметру конуса. Проверка конусных поверхностей осуществляется в соответствии с требованиями [6.2.8](#). Проверка шпоночных пазов и установки шпонки осуществляется в соответствии с требованиями [6.2.9](#). Кроме того, конические отверстия фланцевых полумуфт должны контролироваться посадкой их на конус сопрягаемого вала на краску. Допускается также контроль конусным калибром-пробкой. При контроле число пятен на площади 25×25 мм должно быть от пяти до одного для конусов длиной 80-320 мм (промежуточные значения определяются интерполяцией). При длине конуса более 320 мм число пятен на той же площади должно быть не менее 1.

6.4.4 Чистовую обработку и контроль фланцевых полумуфт по наружным цилиндрическим и торцевым поверхностям следует выполнять в насаженном на вал состоянии в соответствии с требованиями [6.2.6](#), [6.2.12](#), [6.2.13](#). Положение полумуфт на валах и относительно друг друга должно быть соответственным образом замаркировано.

6.4.5 Окончательно изготовленные муфты подвергаются наружному осмотру. Результаты проверок и произведенных замеров должны заноситься в таблицы (протокол, формуляр).

6.4.6 Техническое наблюдение за изготовлением компенсирующих, разобщающих и звукоизолирующих муфт производится в соответствии с требованиями одобренной документации.

6.5 УПОРНЫЕ И ОПОРНЫЕ ПОДШИПНИКИ

6.5.1 Окончательно изготовленные подшипники должны отвечать требованиям технической документации, одобренной Регистром.

6.6 ДЕЙДВУДНЫЕ УСТРОЙСТВА

6.6.1 Окончательно изготовленные трубы, втулки и подшипники дейдвудных устройств, в том числе и подшипники кронштейнов, должны отвечать требованиям технической документации, одобренной Регистром.

6.7 УПЛОТНЕНИЯ И САЛЬНИКИ ДЕЙДУДНЫХ УСТРОЙСТВ

6.7.1 Окончательно изготовленные уплотнения масляной смазки и сальники водяной смазки дейдвудных устройств должны отвечать требованиям технической документации, одобренной Регистром.

7 ДВИЖИТЕЛИ

7.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

7.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за двигателями, их узлами и деталями, перечисленными в Номенклатуре РС.

7.1.2 Раздел устанавливает порядок технического наблюдения за изготовлением вышеуказанных объектов технического наблюдения на предприятии (изготовителе).

7.1.3 Общие положения по организации технического наблюдения за изготовлением упомянутых объектов приведены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация».

7.1.4 Порядок и объем освидетельствований и испытаний объектов технического наблюдения в процессе их изготовления и монтажа на предприятии (изготовителе) определяются перечнем (см. 12.2 части I «Общие положения по техническому наблюдению»), разработанным предприятием (изготовителем) и одобренным подразделением Регистра на основании Номенклатуры РС, а также требованиями [табл. 7.1.4](#).

При составлении перечня учитываются особенности технологического процесса, принятые на предприятии (изготовителе).

Таблица 7.1.4

№ п/п	Объект технического наблюдения	Проверка технической документации	Наружный осмотр	Проверка геометрических размеров	Дефектоскопия	Балансировка	Гидравлические испытания, проверка на герметичность	Стендовые испытания	Ревизия
1	Гребные винты фиксированного шага (ВФШ):	+	+	+	+	+			
1.1	ступицы	+	+	+	+				
1.2	лопасти	+	+	+	+				
2	Гребные винты регулируемого шага (ВРШ) и обслуживающие их системы:	+	+	+		+	+	+	+
2.1	ступицы	+	+	+	+				
2.2	лопасти	+	+	+	+				
2.3	гидроцилиндры и валы механизма изменения шага, сервомоторы в ступице	+	+	+			+		
2.4	детали ВРШ: ползуны, силовые штанги, шайбы	+	+	+	+				
2.5	системы управления ВРШ	+	+				+		
3	Крыльчатые двигатели	+	+	+			+	+	+
4	Двигательные колонки	+	+	+			+	+	+

7.1.5 Техническое наблюдение за изготовлением двигателей, их узлов и деталей осуществляется в соответствии с требованиями [табл. 7.1.4](#), перечня и Номенклатуры РС.

7.1.6 Изготовление двигателей, их узлов, деталей и выполнение технологических операций осуществляется под техническим наблюдением Регистра по

одобренной им технической документации, перечисленной в части I «Классификация» Правил классификации и постройки морских судов применительно к двигателям.

Конструкция двигателей и их деталей должна соответствовать одобренной технической документации и отвечать требованиям части VII «Механические установки» Правил классификации и постройки морских судов.

7.1.7 Поковки, отливки и другие заготовки, идущие для изготовления и комплектации двигателей, должны иметь документы, подтверждающие их соответствие одобренной технической документации согласно форме технического наблюдения, предусмотренной Номенклатурой РС.

При поступлении заготовок, поковок, отливок и других изделий без документов Регистра, они должны быть освидетельствованы на соответствие одобренной документации, возможность их применения должна быть согласована с Регистром.

7.1.8 При поставке на предприятие готовых деталей от поставщиков проверяется наличие документов в соответствии с Номенклатурой РС и формой технического наблюдения. При наружном осмотре двигателей и их деталей проверяются: соответствие документов принятой форме технического наблюдения, карты обмеров, отсутствие дефектов.

7.1.9 Поковки, отливки и другие заготовки двигателей должны подвергаться дефектоскопии неразрушающими методами согласно требованиям одобренной технической документации.

7.1.10 Дефектные участки, исправленные сваркой и правкой, как правило, подлежат обязательной проверке неразрушающим контролем.

В отдельных случаях метод контроля назначается по усмотрению Регистра.

7.1.11 Детали двигателей после окончательной обработки не должны иметь поверхностных и внутренних дефектов: трещин, раковин, шлаковых включений и т. п. Дефекты должны устраняться по принятой на предприятии (изготовителе) технологии. Нормы допустимых к исправлению дефектов, а также нормы допустимых без исправления дефектов окончательно обработанных гребных винтов, ступиц и лопастей оговариваются в технической документации, одобренной Регистром, с учетом гл. 4.2 части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов для гребных винтов из медных сплавов (см. также [приложение 1](#)) и с учетом гл. 3.12 части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов для гребных винтов из стали.

Если характер дефектов и способы их устранения не соответствуют оговоренным в одобренной документации, технология их устранения должна быть согласована с Регистром.

7.1.12 Детали крепления (болты, шпильки и штифты) изготавливаются по технической документации, одобренной Регистром.

7.1.13 Проверка пригонки конусного отверстия ступицы проводится по калибру или валу. Качество пригонки определяется числом пятен, приходящихся на единицу площади конусного отверстия ступицы (не менее двух на площади 25×25 мм, если нет особых указаний в технической документации на винт).

7.1.14 Гребные винты ВФШ и ВРШ после механической обработки и в окончательно собранном виде должны быть проверены на статическую балансировку контрольным грузом в соответствии с указаниями чертежей по норме Регистра (см. 6.4 части VII «Механические установки» Правил классификации и постройки морских судов). У винтов со съемными лопастями должна быть проверена разница в массе между штатными и запасными съемными лопастями в соответствии с указаниями чертежей.

7.1.15 Каждый двигатель, за исключением ВФШ, должен быть испытан на стенде по программе, одобренной Регистром.

7.1.16 До начала стендовых испытаний движителя проверяются монтаж, центровка, зазоры, контакт в сопрягаемых деталях, проводятся гидравлические испытания и другие виды контроля в соответствии с указаниями в одобренной технической документации.

7.1.17 К стендовым испытаниям допускаются движители, прошедшие обкатку по программе изготовителя и принятые органом технического контроля.

7.1.18 Перед стендовыми испытаниями движителя инспектору Регистра должны быть предъявлены следующие документы:

.1 формуляр или паспорт движителя, заполненный построечными данными (замеры деталей, зазоров, центровки, гидравлических испытаний, балансировки и т.п.);

.2 технические условия, рабочие чертежи и программа испытаний, одобренные Регистром;

.3 паспорт станда или акт его приемки контрольными органами предприятия (изготовителя) со схемами обслуживаемых систем;

.4 свидетельства на материалы основных деталей движителя и комплектующее оборудование или иные документы, подтверждающие техническое наблюдение Регистра за изготовлением;

.5 акт о дефектоскопии.

7.1.19 Стендовые испытания движителя должны проводиться со штатным оборудованием и должны быть максимально приближены к судовым условиям. Отступления от этих требований должны быть согласованы с Регистром.

7.1.20 После стендовых испытаний должна быть проведена ревизия узлов движителей в разобранном виде.

Объем ревизии определяется на основании результатов стендовых испытаний и согласовывается с инспектором Регистра.

7.1.21 Техническое наблюдение за изготовлением моторов и насосов гидросистемы, трубопроводов и арматуры, оборудования автоматизации движителей проводится согласно [разд. 5](#), [8](#) и [12](#).

7.1.22 При положительных результатах освидетельствования и испытания на движитель оформляется свидетельство Регистра.

7.2 ГРЕБНЫЕ ВИНТЫ ФИКСИРОВАННОГО ШАГА

7.2.1 Общие положения по техническому наблюдению за изготовлением движителей изложены в [7.1](#).

7.2.2 После механической обработки гребного винта инспектору Регистра предъявляются документы контрольного органа с замерами геометрических размеров, а также с замерами толщин лопастей на радиусе, равном 0,6 радиуса винта, и на концевых кромках.

7.2.3 При предъявлении окончательно обработанного гребного винта инспектор проверяет:

- .1** статическую балансировку;
- .2** положение и размеры шпоночного паза;
- .3** пригонку конусного отверстия ступицы (при наличии гребного вала или калибра).

При наружном осмотре особое внимание обращается на шероховатость шпоночного паза по боковым плоскостям и конусного отверстия ступицы.

7.2.4 Допускается обработка конусного отверстия ступицы и шпоночного паза с припуском на окончательную пригонку, что должно быть оговорено в выдаваемых документах.

7.2.5 При посадке лопастей в ступицу с гарантированным натягом («холодом») проверяется положение лопасти в ступице по развороту (шагу лопасти) с допуском, оговоренным в чертежах.

7.2.6 Штатные и запасные съемные лопасти должны быть проверены на взаимозаменяемость.

7.2.7 При техническом наблюдении за изготовлением пластмассовых гребных винтов следует руководствоваться следующим:

.1 документация на изготовление пластмассовых гребных винтов должна подлежать рассмотрению Регистром;

.2 лопасти пластмассовых гребных винтов должны выборочно подвергаться прочностному испытанию сосредоточенной статической нагрузкой до полного разрушения. Разрушающая статическая нагрузка, Q_p , Н, определяется по формуле

$$Q_p \geq K_\phi R_L, \quad (7.2.7.2)$$

где K_ϕ	– коэффициент запаса прочности, равный:
6	– для пассажирских и транспортных судов;
7	– для буксирных и промысловых судов;
$R_L = \sqrt{P_L^2 + T_L^2}$	– равнодействующая гидравлических сил на лопасти в рабочем режиме, Н;
$P_L = P/z$	– упор, приходящийся на лопасть, Н;
$T_L = M/(0.65Rz)$	– тангенциальная сила на лопасти, Н;
$M = 9550N/n$	– крутящий момент на валу, Н·м;
N	– мощность, подводимая к винту, кВт;
z	– число лопастей;
n	– частота вращения, мин ⁻¹ ;
R	– радиус винта, м.

Примечания: 1. Нагрузка прилагается перпендикулярно к хорде сечения на радиусе $r = 0,65R$ в точке пересечения ее с осевой линией лопасти.

2. Формула применима для винтов со съемными лопастями из стеклопластика диаметром до 2 м.

3. Разрушающая статическая нагрузка Q_p для винтов диаметром более 2 м подлежит рассмотрению в каждом конкретном случае;

.3 каждая партия прессматериала должна иметь документ предприятия (изготовителя) с указанием содержания компонентов и механических свойств: предела прочности при растяжении, при сжатии и при статическом изгибе; ударной вязкости и модуля упругости при растяжении;

.4 при внешнем осмотре проверяется качество изготовленных винтов и лопастей. Не должно быть явно выраженных побелений и резких почернений (свидетельства пережога), трещин, раковин, отслоений, волнистости, складок, короблений и т. п. Допустимые дефекты на винтах и лопастях, их количество и размеры должны быть оговорены в технических условиях или другой одобренной документации.

7.3 ГРЕБНЫЕ ВИНТЫ РЕГУЛИРУЕМОГО ШАГА И ОБСЛУЖИВАЮЩИЕ ИХ СИСТЕМЫ

7.3.1 Общие положения по техническому наблюдению за изготовлением и испытаниями движителей на предприятии (изготовителе) изложены в 7.1.

7.3.2 Изготовление деталей механизма изменения шага (МИШ), поршня, силовой штанги, гидроцилиндра, труб подвода масла в ступицу ползунов и других ответственных деталей ВРШ, а также систем, обслуживающих ВРШ, производится в соответствии с требованиями технической документации, одобренной Регистром.

7.3.3 Рабочие полости гидроцилиндра должны быть испытаны гидравлическим давлением, указанным в рабочих чертежах.

7.3.4 При сборке ВРШ и его узлов в соответствии с указаниями чертежей проверяются:

.1 зазоры в подшипниках лопастей, механизмах привода лопастей, маслобуксах и маслопроводах, в исполнительных механизмах, гидроусилителях и т. п.;

.2 моменты затяжки и стопорения стяжных болтов, шпилек или болтов крепления упорных шайб, лопастей и МИШ к гребному валу, гайки полумуфты гребного вала, крепления гидроцилиндров и т. п.;

.3 центровка поршня, штанги или труб подвода масла к поршню в ступице.

7.3.5 На окончательно изготовленные движители распространяются требования, изложенные в [7.2.2](#), [7.2.3](#) и [7.2.6](#).

7.3.6 По окончании всех сборочных работ ВРШ подлежат испытанию на стенде по программе, одобренной Регистром.

7.3.6.1 Перед испытаниями под нагрузкой необходимо проверить «нулевое положение», согласованность показаний стрелок выносных указателей шага и механического указателя шага, исполнительных механизмов и механизмов обратной связи. Показания снимаются на всем диапазоне переключений «Полный вперед» – «Полный назад» («Пв» – «Пн») и обратно.

Согласованность показаний стрелок выносных указателей шага и механического указателя шага должна быть также проверена на режиме номинальной частоты вращения.

7.3.6.1.1 При стендовых испытаниях невращающегося валопровода проверке подлежат:

плотность соединений ВРШ и трубопроводов в соответствии с требованием технической документации, одобренной Регистром. При испытании поршень гидроцилиндра последовательно переводится на носовой и кормовой упоры. Протечки масла не допускаются;

предохранительные устройства, исключающие превышение расчетного давления в гидросистеме;

диапазон поворота лопастей;

давление смазочного масла в ступице при переключении лопастей из положения («Пв») в положение («Пн») и обратно;

работа местного и дистанционного управления;

переключение лопастей из положения «Пв» в положение «Пн» и обратно, для чего производятся по четыре переключения в оба положения. Переключения должны осуществляться без заеданий и дополнительных усилий, значение которых контролируется по давлению масла в гидросистеме и времени переключения;

аварийная фиксация лопастей в положении переднего хода.

7.3.6.1.2 При стендовых испытаниях вращающегося валопровода проверке подлежат:

давление масла в гидросистеме, обеспечивающее надежную перекладку лопастей из положения «Пв» в положение «Пн» и обратно, с замерами времени при работе каждого насоса, для чего производятся по четыре перекладки в оба положения при номинальной частоте вращения гребного вала;

согласование положений рукояток пультов управления с положениями выносных и местных указателей шага. Показания снимаются со шкалы маневровой рукоятки на всем диапазоне перекладок из положения «Пв» в положение «Пн» и обратно. Для ВРШ с пневматическим и пневмогидравлическим управлением производятся замеры давлений воздуха и масла в системе управления на исполнительных механизмах и механизмах обратной связи;

включение резервного агрегата питания гидросистем при имитации выхода из строя основного агрегата питания;

минимальное давление масла в гидросистеме, обеспечивающее надежную перекладку лопастей;

перекладка лопастей в положение переднего хода при имитации выхода из строя силовой гидравлической системы ВРШ или обесточивания электромасляных насосов силовой системы, а также при выходе из строя системы дистанционного управления или возможности аварийной установки и фиксации лопастей в положении переднего хода.

7.3.7 Стендовые испытания головных образцов ВРШ принципиально новых конструкций должны проводиться с нагрузочными приспособлениями вместо штатных лопастей. Эти приспособления должны обеспечивать не менее 110 % расчетной нагрузки на основные детали поворота лопастей.

Конструкция и расчеты нагрузочных приспособлений должны быть представлены Регистру для сведения.

Технология испытаний ВРШ с нагрузочными приспособлениями при установившемся производстве должна быть согласована с Регистром.

7.4 КРЫЛЬЧАТЫЕ ДВИЖИТЕЛИ

7.4.1 Общие положения по техническому наблюдению за изготовлением и испытаниями крыльчатых движителей (КД) на предприятии (изготовителе) изложены в [7.1](#).

7.4.2 При изготовлении деталей и узлов КД, а также при их сборке проверке подлежат:

.1 боковые зазоры и пятна контакта в зацеплениях редукторов, осевые и радиальные зазоры в подшипниках валов роторов и ведущих валов, осевые зазоры в опорных плитах, в упорных подшипниках лопастей;

.2 правильность сборки и кинематические характеристики механизмов привода лопастей;

.3 статическая балансировка ведущих валов в сборе с муфтами и роторов в сборе.

7.4.3 Во время стендовых испытаний КД обязательной проверке подлежат:

.1 при невращающемся роторе:

герметичность уплотнений ротора и корпуса КД;

герметичность зароторного пространства наружным гидравлическим давлением при отсоединенной системе масляного подпора;

работа систем сигнализации, защиты и автоматических устройств;

.2 при вращающемся роторе:

пусковые свойства КД трехкратным пуском с проверкой выхода на режим;

работа аварийного управления путем трехкратной перекладки рычага управления из положения «Пв» в положение «Пн» и обратно и из положения «Правый борт» («Пб») в положение «Левый борт» («Лб») и обратно;

возврат рычага управления в нулевое положение из всех крайних положений «Пв», «Пн», «Пб», «Лб» при остановке двигателя;

работа системы дистанционного управления и механизмов управления движителя при трехкратных перекладках лопастей из положения «Пв» в положение «Пн» и обратно, а также из положения «Пб» в положение «Лб» и обратно;

точность установки эксцентриситета путем трехкратной перекладки лопастей из положения «Стоп» в каждое крайнее положение «Пв», «Пн», «Пб», «Лб» и обратно.

На режиме номинальной частоты вращения и максимального подъема иглы должно быть произведено по десять перекладок из положения «Пв» в положение «Пн» и обратно, из положения «Пб» в положение «Лб» и обратно.

7.5 ДВИЖИТЕЛЬНЫЕ КОЛОНКИ

7.5.1 Общие положения по техническому наблюдению за изготовлением и испытаниями движительных колонок на предприятии (изготовителе) изложены в [7.1](#).

7.5.2 Гребные винты, шестерни верхних редукторов (при наличии в конструкции) и соединительные муфты должны быть статически отбалансированы.

7.5.3 При изготовлении деталей и узлов колонок, а также при их сборке проверка подлежат:

- .1** боковые зазоры и пятна контакта в зубчатых зацеплениях редукторов;
- .2** осевые и радиальные зазоры в подшипниках валов редукторов;
- .3** механизмы подъема, поворота и блокировки;
- .4** зазоры между винтом и насадкой в сборе (в случае установки винта в насадке).

7.5.4 Во время стендовых испытаний колонок обязательной проверке подлежат:

- .1** при невращающемся гребном винте:
герметичность нижнего редуктора при статическом масляном подпоре;
работа механизмов опускания, подъема и поворота колонки;
- .2** при вращающемся гребном винте:
пусковые свойства колонки при местном и дистанционном управлении;
подъемы и опускания, повороты колонки;
соответствие всех параметров и характеристик одобренной документации.

7.5.5 Стендовые испытания проводятся по программе, одобренной Регистром, с учетом требований к объему стендовых испытаний движительных колонок ([см. приложение 2](#)).

ИНСТРУКЦИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ ДЕФЕКТОВ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ ИЗ МЕДНЫХ СПЛАВОВ

1. Общие положения.

1.1 Настоящая Инструкция устанавливает способы устранения дефектов гребных винтов ВФШ и ВРШ, изготовленных из медных сплавов.

1.2 Инструкция предназначена для исправления дефектов гребных винтов, выявленных в процессе их изготовления (см. также 4.2 части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов) и при ремонте в эксплуатации (см. также 11.2 Методических рекомендаций по техническому наблюдению за ремонтом морских судов).

1.3 При разработке технологических процессов ремонта гребных винтов необходимо учитывать:

материал винта, его механические характеристики и способность к свариванию;
результаты освидетельствования, в том числе неразрушающим контролем;
место расположения и характер дефекта или повреждения;
размеры лопастей и запасы прочности.

2. Способы установления дефектов.

2.1 Дефекты, расположенные в зоне А (см. рис. 2.1), а также в местах, где можно ожидать пористости, определяются визуально и неразрушающим контролем, одобренным Регистром.

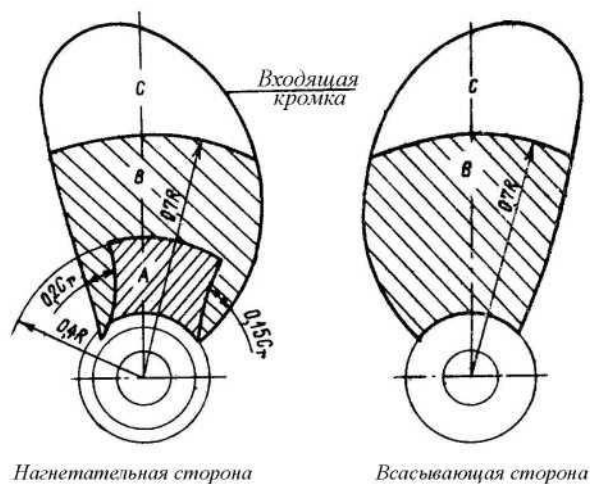


Рис. 2.1

Разбивка поверхности лопасти винта на зоны:
R – радиус винта; C – длина хорды на радиусе

2.2 Рентгенография применяется, если толщина лопасти не превышает 160 мм.

2.3 Ультразвуковой контроль применим для гребных винтов, изготовленных из медных сплавов типов CU3 и CU4 (см. табл. 4.2.2 и 4.2.3 части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов).

3. Устранение дефектов механическими способами.

3.1 Небольшие дефекты (пористость, сыпь, включение окисных плен и т.п.) могут устраняться механическим способом и последующей шлифовкой. При этом переход от места удаления дефекта к лопасти винта должен быть плавным.

3.2 Холодную правку погнутой лопасти разрешается производить только в случаях исправления небольшого прогиба кромок лопасти с углом отклонения до 20° при толщине лопасти в месте прогиба не более 20 мм.

3.3 Не допускается производить холодную правку лопастей с приложением ударных нагрузок.

3.4 После правки гребных винтов, изготовленных из сплавов типов CU1, CU2, CU4 (см. табл. 4.2.2 и 4.2.3 части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов), необходимо провести отжиг при температурах, указанных в [табл. 3.4](#).

Таблица 3.4

Тип сплава винта	Температура, °C		
	Предварительный подогрев	Отжиг	Горячая правка
CU1	150 – 250	350 – 550	500 – 800
CU2	150 – 250	350 – 550	500 – 800
CU3	50 – 150	Не рекомендуется	750 – 950
CU4	50 – 250	450 – 600	775 – 875

3.5 Как правило, перед правкой лопастей место ремонта и окружающий район шириной около 500 мм должны быть подогреты. Рекомендуемые температуры предварительного подогрева приведены в [табл. 3.4](#).

3.6 Подогрев должен производиться постепенно и равномерно. Запрещается пользоваться ацетилено-кислородным или пропано-кислородным пламенем. Рекомендуется применять электроподогрев.

3.7 Во время горячей правки температура должна поддерживаться в пределах, указанных в [табл. 3.4](#), и быть одинаковой по всей толщине лопасти.

Контроль температуры рекомендуется проводить контактными или радиационными термометрами, а также термокарандашом.

3.8 После горячей правки лопастей необходимо дать гребному винту медленно остыть. При этом рекомендуется накрыть лопасти гребного винта негорючими теплоизолирующими материалами.

3.9 После устранения дефектов осуществляются внешний осмотр и цветная или люминесцентная дефектоскопия участков устранения дефектов.

4. Устранение дефектов сваркой.

4.1 Сваркой устраняются такие дефекты гребных винтов, которые невозможно устранить механическим путем.

Применения сварки для устранения небольших поверхностных дефектов следует избегать.

4.2 Особенности устранения дефектов гребных винтов сваркой регламентируются в зависимости от места (зоны) их расположения и степени влияния дефектов на прочностные характеристики винта. Вся поверхность лопасти гребного винта делится на зоны А, В и С ([см. рис. 2.1](#)).

4.3 Устранение дефектов в зоне А сваркой, как правило, не допускается. Каждый случай исправления дефектов в зоне А сваркой требует согласования с Регистром.

4.4 Устранение дефектов в зоне В сваркой может быть допущено по технологическому процессу, одобренному Регистром для конкретного гребного винта.

4.5 Устранение дефектов в зоне С сваркой допускается проводить по типовым технологическим процессам ремонта гребных винтов, одобренных Регистром, и под его техническим наблюдением.

4.6 Разделка под сварку должна иметь плавный контур без острых и прямых углов, резких выступов и углублений, а также должна быть тщательно зачищена и высушена.

Концы несквозных трещин перед вырубкой необходимо засверлить сверлом диаметром от 8 до 12 мм на 2–3 мм глубже распространения трещины. Концы сквозных трещин засверливаются насквозь.

4.7 При сварке лопасть винта должна находиться в горизонтальном положении.

4.8 Устранение дефектов сваркой должно проводиться сварщиком удостоверенной квалификации.

4.9 Рекомендуется применять электроды со специальным покрытием или вести сварку в защитной газовой среде способом, одобренным Регистром. Электроды с покрытием необходимо подогреть перед сваркой до температуры, рекомендованной предприятием (изготовителем).

Устранение дефектов в зоне С допускается проводить газовой сваркой.

4.10 При применении сварки с подогревом рекомендуется не превышать температур предварительного подогрева, указанных в [табл. 3.4](#).

4.11 Сварку рекомендуется выполнять медленно во избежание сварочных деформаций и появления трещин. Перед нанесением очередного шва следует тщательно удалить шлак, а также возможные загрязнения с выполненного шва.

4.12 После устранения дефектов сваркой должна быть проведена термическая обработка в соответствии с требованиями технической документации, одобренной Регистром, и [табл. 3.4](#).

4.13 После устранения дефектов и окончательной обработки поверхности шва или наплавки прилегающую к ней зону термического влияния контролируют как до проведения термической обработки, так и после нее. Контроль включает в себя внешний осмотр, а также цветную или люминесцентную дефектоскопию.

В необходимых случаях инспектор может потребовать провести балансировку винта.

ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕМУ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ДВИЖИТЕЛЬНЫХ КОЛОНОК

1. Испытания верхнего и нижнего редуктора под воздействием расчетного крутящего момента для контроля пятна контакта зубчатых зацеплений. Расчетным для движительной колонки является крутящий момент, обеспечиваемый приводным двигателем на расчетной мощности. Испытания выполняются на движительной колонке в сборе или отдельно для верхнего и нижнего редуктора при условии обеспечения соответствующих крутящих моментов. Фотографии пятен контакта каждой зубчатой пары прилагаются к протоколу испытаний вместе с заключением изготовителя движительной колонки о приемлемости полученного пятна контакта зубчатого зацепления в сравнении с эталонным согласно требованиям изготовителя. Пятна контакта и зазоры в зубчатых зацеплениях подлежат контролю и согласованию с Регистром.

2. Движительные колонки испытываются без нагрузки при поэтапном увеличении частоты вращения гребного вала в диапазоне от минимально устойчивой частоты вращения до расчетной. Длительность каждого этапа должна составлять не менее 15 мин, а их количество – не менее четырех. На каждом этапе регистрируются температуры масла и подшипников валов привода гребного вала. При этом контролируется стабилизация температур. Допускаются испытания только на расчетной частоте вращения.

3. Испытания в соответствии с [пп. 1](#) и [2](#) могут совмещаться, если одна движительная колонка испытывается с нагрузочным устройством или гребным винтом, а также при испытаниях двух однотипных движительных колонок по схеме "back to back" (со встречным упором).

4. Контроль механизма поворота и реверса движительной колонки.

4.1 Одновременно с передачей вращения на гребной вал осуществляется проверка фиксации угла положения колонки. При этом регистрируется отклонение действительного угла положения от заданного. Контроль осуществляется при управлении с местного и дистанционного постов управления для четырех положений колонки – через 90°.

4.2 Проверяется время реверса поворотом колонки на 180°. Результат проверки должен удовлетворять требованиям 7.2 части VII «Механические установки» Правил классификации и постройки морских судов.

4.3 В случае невозможности проведения испытаний согласно [4.1](#) и [4.2](#) на колонках большой мощности по условиям стенда предприятия (изготовителя) может быть рассмотрена возможность их проведения на собранном верхнем редукторе. В противном случае эти испытания должны быть перенесены на судно, о чем делается запись в Свидетельстве Регистра (форма 6.5.30/6.5.31) на движительную колонку.

5. Если конструкция предусматривает встроенное тормозное устройство, предотвращающее свободное вращение гребного вала при нерабочем состоянии колонки, осуществляется контроль функционирования этого устройства.

6. Выполняется 3-кратная проверка срабатывания встроенной муфты, разобщающей колонку и двигатель ее привода.

7. В случае использования в колонке винта регулируемого шага должны быть выполнены испытания винта и обслуживающих его систем согласно применимым требованиям 7.3.

8. Согласно одобренной документации посредством переносных насосов проверяется давление срабатывания предохранительных клапанов контуров высокого и низкого давления системы гидравлического привода и управления поворотом колонки. В случае электрического привода и управления поворотом колонки контролируются параметры электродвигателей в соответствии с применимыми требованиями [разд. 10](#) «Электрическое оборудование».

9. Контролируется работа системы смазки колонки посредством регистрации давления, а также функционирование охладителей масла, в случае подключения последних к стендовым системам.

10. Согласно одобренной документации проверяются параметры срабатывания датчиков системы аварийно-предупредительной сигнализации и защиты. Как правило, проверки осуществляются имитацией критических параметров при неработающей колонке.

11. После испытаний проводится ревизия в объеме, установленном программой. Как правило, внешнему осмотру подлежат зубчатые зацепления верхнего и нижнего редукторов, а также поворотного механизма колонки. В зависимости от результатов испытаний объем ревизии может быть изменен по требованию инспектора Регистра.

8 СИСТЕМЫ И ТРУБОПРОВОДЫ

8.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

8.1.1 Область распространения.

8.1.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за изготовлением элементов систем, перечисленных в Номенклатуре РС, на верфи и на предприятии (изготовителе).

8.1.1.2 Общие положения по организации технического наблюдения за изготовлением элементов систем приведены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация».

8.1.1.3 Трубы, предназначенные для изготовления трубопроводов, а также материалы и комплектующие изделия, применяемые при изготовлении элементов систем, должны иметь документы, предусмотренные Номенклатурой РС.

8.1.2 Определения и пояснения.

Участки трубопроводов – прямые и гнутые трубы с приварными элементами и без них.

Элементы системы – трубопроводы и их отдельные участки, гибкие соединения и компенсаторы, арматура всех типов и назначений, съемные соединительные элементы (штуцеры, муфты, фланцы и т. п.), арматура воздушных труб, вентиляционных каналов и газоотводных систем, искрогасители газовыпускных систем и дымоходов.

8.1.3 Объем и порядок освидетельствований.

8.1.3.1 В общем виде объем и порядок освидетельствований при техническом наблюдении за изготовлением элементов систем приведен в [табл. 8.1.3.1](#).

Таблица 8.1.3.1

Объект технического наблюдения	Контроль применяемых материалов	Наружный осмотр	Испытание пробным давлением	Контроль процессов сварки	Проверка в действии
Арматура трубопроводов I и II классов (а также донная, бортовая, устанавливаемая на форпиковой переборке и дистанционно управляемая)	+	+	+	–	+
Арматура газоотводной системы, системы выдачи паров груза и системы воздушных труб	+	+	–	+	+
Гибкие соединения (включая компенсаторы)	+	+	+	+	–

8.1.3.2 Независимо от предписанного настоящим разделом объема освидетельствований, техническое наблюдение должно предусматривать периодический контроль за технологическими процессами, влияющими на регламентируемые Регистром характеристики изделий.

8.1.3.3 Объем и порядок освидетельствований головных и опытных образцов (партий) изделий устанавливаются с учетом [табл. 8.1.3.1](#) и изложенных ниже специальных требований. Результаты освидетельствования и испытаний головного (опытного) образца отражаются в Акте освидетельствования головного (опытного) образца.

8.1.4 Техническая документация.

8.1.4.1 Техническая документация на объекты, указанные в Номенклатуре РС, должна быть одобрена Регистром.

8.1.4.2 Объекты, входящие в Номенклатуру РС, допускаются к применению по назначению при наличии документов, предписываемых Номенклатурой РС.

8.2 АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДОВ I И II КЛАССОВ, А ТАКЖЕ ДОННАЯ, БОРТОВАЯ, УСТАНОВЛИВАЕМАЯ НА ФОРПИКОВОЙ ПЕРЕБОРКЕ И ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМАЯ

8.2.1 Техническое наблюдение за изготовлением арматуры трубопроводов I и II классов, а также донной, бортовой, устанавливаемой на форпиковой переборке и дистанционно управляемой должно предусматривать проверки:

.1 соответствия применяемых материалов требованиям технической документации;

.2 отсутствия поверхностных дефектов (трещин, разрывов, свищей и т.п.), а также дефектов в местах присоединения к трубопроводам;

.3 работы местных и дистанционных приводов арматуры;

.4 прочности гидравлическими испытаниями давлением согласно разд. 21 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов;

.5 герметичности закрытий гидравлическими испытаниями арматуры в сборе расчетным давлением.

8.2.2 Регулирующая, предохранительная и измерительная арматура, а также автоматически действующие закрытия воздушных труб подлежат проверке в действии для подтверждения соответствия требованиям одобренной технической документации.

8.2.3 При проверках дистанционно управляемой арматуры следует убедиться в способности клапанов занимать предусмотренное технической документацией положение при выходе из строя системы дистанционного автоматического управления, а также в правильности установки указателей положений «открыто» и «закрыто».

8.2.4 При техническом наблюдении за опытными и головными образцами арматуры должны предусматриваться дополнительная проверка ее длительной работы в условиях вибрации, при предельных значениях температуры и давления, а также ее действие в условиях других специальных режимов, определяемых назначением.

8.3 АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДОВ III КЛАССА

8.3.1 Арматура трубопроводов III класса после изготовления должна поставляться с документами согласно Номенклатуре РС.

8.3.2 Если условиями заказа не оговорено назначение арматуры, техническое наблюдение за ее изготовлением следует осуществлять согласно [8.2](#).

8.4 АРМАТУРА ГАЗООТВОДНОЙ СИСТЕМЫ

8.4.1 Техническое наблюдение за изготовлением арматуры газоотводной системы всех типов должно предусматривать проверки:

.1 соответствия применяемых материалов требованиям технической документации;
.2 отсутствия поверхностных дефектов и повреждений, качества обработки уплотнительных и соединительных поверхностей, непроницаемости корпусов арматуры;

.3 соответствия конструкции арматуры одобренной технической документации.

8.4.2 При освидетельствовании арматуры, оборудованной пламепрерывающими устройствами, следует обращать внимание на соответствие площадей проходного сечения таких устройств и воздушных труб.

8.4.3 При освидетельствовании дыхательных клапанов и высокоскоростных газоотводных устройств следует проверять, при каких значениях давления и вакуума происходит их срабатывание.

8.4.4 Арматура газоотводной системы должна пройти типовые испытания согласно требованиям циркуляра ИМО MSC/Circ. № 677 с поправками, внесенными циркулярами ИМО MSC/Circ.1009 и MSC.1/Circ. 1324.

8.4.5 При освидетельствовании головных образцов арматуры, снабженной пламепрерывающей сеткой, проверяется невоспламеняемость паров горючих смесей при обусловленной температуре.

8.5 МЕХАНИЧЕСКИЕ, ГИБКИЕ СОЕДИНЕНИЯ И КОМПЕНСАТОРЫ

8.5.1 Техническое наблюдение за изготовлением механических, гибких соединений и компенсаторов, предназначенных для трубопроводов систем, под техническим наблюдением Регистра, должно предусматривать проверки:

- .1 соответствия марок материалов требованиям технической документации;
- .2 соответствия конструктивных особенностей, размеров и прочих характеристик изделий одобренной технической документации;
- .3 прочности соединений и компенсаторов при испытании их гидравлическим давлением согласно 21.2 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов;
- .4 соответствия механических соединений требованиям 2.4.5 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов.

8.5.2 При освидетельствовании головных и опытных образцов неметаллических гибких соединений проверяется их огнестойкость согласно 2.5.5.6 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов.

8.5.3 Объем испытаний механических соединений должен соответствовать требованиям 2.4.5.12 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов, а методика – требованиям [8.5.4](#) настоящей главы.

8.5.4 Типовые испытания механических соединений.

8.5.4.1 Документация.

Для рассмотрения и одобрения предприятием (изготовителем) должна быть представлена следующая техническая документация:

- .1 полное описание изделия;
- .2 чертеж поперечного сечения с указанием размеров для оценки конструкции соединения;
- .3 полный перечень материалов для всех деталей сборки;
- .4 данные о внедренной на предприятии (изготовителе) системе качества продукции;
- .5 проект программы испытаний;
- .6 первоначальная информация:
максимальное расчетное давление и вакуум;
максимальная и минимальная расчетная температура;
проводимые среды;
назначение;
допустимые осевые, горизонтальные и угловые отклонения;
требования к монтажу.

8.5.4.2 Материалы.

Используемые материалы должны соответствовать требованиям 2.4.5.4 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов.

Предприятие (изготовитель) должно представить обоснованные подтверждения того, что все компоненты имеют достаточную стойкость к рабочей среде при расчетном давлении и температуре.

8.5.4.3 Испытания, процедуры и требования.

Целью испытаний является подтверждение работоспособности соединений трубопроводов в предписанных эксплуатационных условиях. Объем и вид испытаний, последовательность проверок, количество испытываемых образцов должны быть одобрены Регистром в зависимости от типа соединения, его назначения и с учетом настоящих требований.

Если не оговорено иное, в качестве испытательной среды может быть использована вода или машинное масло.

8.5.4.4 Программа испытаний.

Требования к испытаниям механических соединений изложены в [табл. 8.5.4.4](#).

Таблица 8.5.4.4

Виды испытаний	Типы соединений			Ссылки и примечания
	Обжимные, штуцерно-ниппельные	Муфтовые		
		Фиксированные ¹	Скользкие	
На герметичность	+	+	+	8.5.4.8.1
На вибрацию (усталостную прочность)	+	+	—	8.5.4.8.2
Пульсирующим давлением ²	+	+	—	8.5.4.8.5
Разрушающим давлением	+	+	+	8.5.4.8.6
Растягивающей нагрузкой	+	+	—	8.5.4.8.7
На огнестойкость	+	+	+	8.5.4.8.8 (см. 2.4.5.6*)
Вакуумом	+ ³	+	+	8.5.4.8.9
Сборка-разборка	+ ⁴	+	—	8.5.4.8.10
Условные обозначения: + требуется; — не требуется; * части VIII Правил классификации и постройки морских судов				
¹ Фиксированные включают в себя соединения с врезающимися элементами и с канавками на трубе				
² Для систем, работающих в условиях пульсирующего давления.				
³ Кроме соединений с металлическими уплотняющими элементами.				
⁴ Кроме прессовых и с обжимными кольцами.				

8.5.4.5 Отбор образцов.

Образцы соединений должны быть отобраны с производственной линии или склада предприятия (изготовителя). Когда одобряется типоряд соединений, как минимум, три образца различных размеров должны быть подвергнуты испытаниям, перечисленным в [табл. 8.5.4.4](#).

8.5.4.6 Испытательная сборка.

Сборка для испытаний должна состоять из компонентов, отобранных в соответствии с [8.5.4.5](#) и отрезков труб приемлемого для соединения размера. Если материал трубы может повлиять на характеристики соединений, это следует учитывать при выборе труб. Если особо не оговорено, длина отрезков труб, предназначенных для испытания соединения, должна быть не менее пяти ее диаметров. Перед сборкой должно быть подтверждено соответствие деталей соединения требованиям проектной документации. Установка образца должна выполняться в полном соответствии с инструкцией изготовителя. Дополнительные подгонки соединения, не предусмотренные изготовителем, в течение испытаний не допускаются.

8.5.4.7 Критерии оценки результатов испытаний.

Если соединение не прошло все или часть испытаний, упомянутых в [табл. 8.5.4.4](#), те же испытания должны быть повторены на двух таких же образцах. При неудовлетворительных результатах повторных испытаний данный типоразмер рассматривается как не выдержавший проверку. Методы и результаты каждого испытания должны быть задокументированы для возможности их воспроизведения в случае необходимости.

8.5.4.8 Методы испытаний.

8.5.4.8.1 Испытание на герметичность.

Для проверки герметичности сборки все соединения должны быть подвергнуты следующим испытаниям:

.1 испытательная сборка, собранная с учетом [8.5.4.6](#) и рекомендаций изготовителя, должна быть заполнена жидкостью и деаэрирована.

Сборки с механическими соединениями, предназначенными для продольной фиксации концов труб, не должны разгружаться от осевых нагрузок.

В случае падения давления или обнаружения признаков протечек испытания должны быть проведены повторно для двух образцов.

Давление внутри испытательной сборки должно постепенно подниматься до давления, равного 1,5 расчетного. Это испытательное давление должно сохраняться в течение не менее 5 мин.

В случае, когда зафиксировано падение давления или визуально наблюдается утечка, испытания (в том числе огневые) должны быть повторены для двух дополнительных испытательных образцов. Если во время повторных испытаний обнаружатся протечки одного из образцов, то результаты испытаний считаются неудовлетворительными.

Пневматические испытания допускаются как альтернатива гидравлическим испытаниям;

.2 способность обжимных соединений сохранять герметичность при воздействии газообразных сред должна подтверждаться пневматическими испытаниями. Давление должно быть равно максимальному расчетному давлению или 7 МПа в зависимости от того, что меньше;

.3 если испытания герметичности выполнены в соответствии с процедурой, описанной в [8.5.4.8.1.1](#) с использованием газообразной среды, в их повторении с использованием процедуры [8.5.4.8.1.2](#) нет необходимости.

8.5.4.8.2 Вибрационные испытания (на усталость).

Для подтверждения работоспособности механических соединений в условиях воздействия усталостных нагрузок, вызываемых вибрацией, они должны быть подвергнуты вибрационным испытаниям. После завершения испытаний не должно быть протечек и повреждений.

8.5.4.8.3 Испытания обжимных и штуцерно-ниппельных соединений.

Обжимные и штуцерно-ниппельные соединения, предназначенные для жесткой фиксации концов труб, исключаящей возможность их углового или осевого перемещения, должны быть испытаны в соответствии с представленной ниже методикой:

.1 Два отрезка трубы должны быть собраны с использованием испытываемого соединения. Один конец сборки должен быть жестко зафиксирован, а другой подключен к вибрационной установке. Принципиальная схема монтажа испытательной сборки на стенде представлена на [рис. 8.5.4.8-1](#).

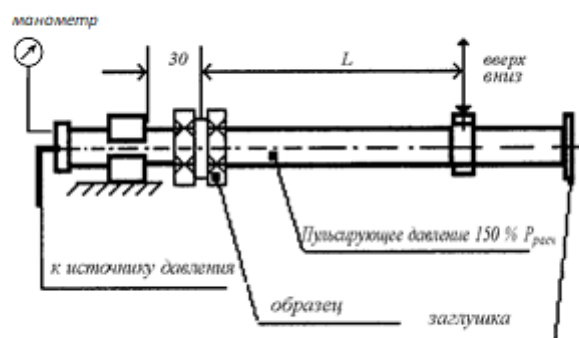


Рис. 8.5.4.8-1

.2 Испытательная сборка должна быть заполнена жидкостью, деаэрирована, давление в ней должно быть поднято до расчетного. Это давление должно поддерживаться и контролироваться на протяжении испытаний. При обнаружении падения давления или протечек испытания следует повторить, как это предписано в [8.5.4.8.1](#). Отсутствие повреждений и протечек подтверждается визуальным осмотром. При необходимости допускается одно повторное обжатие соединений после первых 1000 циклов. Амплитуда вибрации должна поддерживаться с отклонением не более 5 % от значения, определяемого по формуле

$$A = \frac{2SL^2}{3ED}; \quad (8.5.4.8.3)$$

где A — амплитуда, мм;
 L — длина трубы, мм;
 S — допустимое изгибающее напряжение, равное 0,25 предела текучести, Н/мм²;
 E — модуль упругости материала трубы (для малоуглеродистой стали $E = 210$ кН/мм²);
 D — наружный диаметр трубы, мм.

Образец должен выдержать не менее 10^7 циклов с частотой 20–50 Гц без протечек или повреждений.

8.5.4.8.4 Муфтовые соединения со стопорными кольцами или с установочными канавками.

Муфтовые соединения, содержащие в своем составе эластичные уплотняющие элементы, должны испытываться в соответствии с описанным ниже методом.

Может применяться испытательный стенд консольного типа, используемый при испытаниях на усталость. Схема установки образца на испытательном стенде представлена на [рис. 8.5.4.8-2](#).

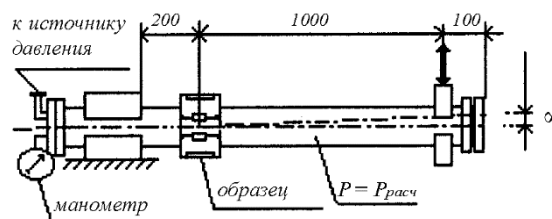


Рис. 8.5.4.8-2

Два отрезка трубы должны быть соединены посредством испытываемого образца. Один конец сборки должен быть жестко зафиксирован, а другой соединен с вибрационным приводом. Фиксированный отрезок трубы должен быть как можно короче и, ни в коем случае, не превышать 200 мм.

Соединения, предназначенные для жесткой фиксации концов труб, не должны разгружаться от осевых нагрузок.

Сборка должна быть заполнена испытательной жидкостью, деаэрирована, и давление в ней должно быть поднято до расчетного давления. Предварительное угловое отклонение оси трубы должно соответствовать максимальному отклонению, допустимому предприятием (изготовителем).

Амплитуда колебаний должна замеряться на расстоянии 1 м от опоры на свободном конце трубы, соединенным с вращающим элементом (см. [рис. 8.5.4.8-2](#)).

Параметры испытаний должны соответствовать указанным ниже:

Количество циклов	Амплитуда, мм	Частота, Гц
3×10^6	$\pm 0,06$	100
3×10^6	$\pm 0,5$	45
3×10^6	$\pm 1,5$	10

Давление в течение испытаний должно контролироваться. В случае появления протечек или падения давления испытания должны быть повторены в соответствии с [8.5.4.8.1](#). Отсутствие повреждений должно быть подтверждено визуальной проверкой.

8.5.4.8.5 Испытания пульсирующим давлением.

Данные испытания проводятся для подтверждения работоспособности механических соединений в условиях воздействия пульсирующего давления. Жесткие соединения должны быть испытаны по настоящей методике. Для испытаний может использоваться образец, прошедший проверку в соответствии с [8.5.4.8.1](#).

Для прессовых, штуцерных и муфтовых соединений вибрационные испытания и испытания пульсирующим давлением должны проводиться одновременно.

Испытательная сборка должна быть подключена к источнику давления, способному генерировать импульсное давление в соответствии с графиком на [рис. 8.5.4.8-3](#).

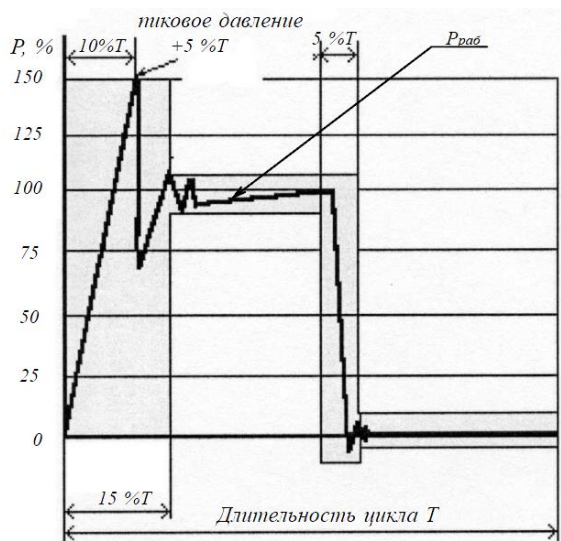


Рис. 8.5.4.8-3
Диаграмма изменения давления в течение одного цикла

Импульсное давление должно изменяться от 0 до 1,5 расчетного давления частотой 30–100 циклов в минуту. Число циклов должно быть не менее 5×10^5 .

Отсутствие признаков протечек и повреждений подтверждается визуальной проверкой.

8.5.4.8.6 Испытание разрушающим давлением.

Для подтверждения способности механических соединений выдержать давление, указанное в 2.4.5.5 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов, они должны быть подвергнуты проверке разрушающим давлением.

Сборка должна быть выполнена с учетом рекомендаций [8.5.4.6](#), заполнена испытательной жидкостью, деаэрирована и нагружена до давления испытания со скоростью увеличения давления не более 10 % в минуту. Соединения, предназначенные для жесткой фиксации концов труб, не должны разгружаться от осевых нагрузок.

Продолжительность выдержки под максимальным давлением – не менее 5 мин.

При необходимости для данных испытаний допускается использование образцов, прошедших испытание на герметичность в соответствии с [8.5.4.8.1](#).

Допускается наличие деформации образца при воздействии пробного давления без видимых повреждений или протечек.

8.5.4.8.7 Испытание растягивающей нагрузкой.

Испытание растягивающей нагрузкой проводится для подтверждения способности образца выдерживать осевые нагрузки без внезапного отсоединения труб.

Отрезки труб подходящей длины должны быть соединены образцом, предназначенным для испытания. Сборка после приложения расчетного давления должна быть подвергнута растягивающему усилию, определяемому по формуле

$$L = \pi D^2 p / 4, \quad (8.5.4.8.7)$$

где D – наружный диаметр трубы, мм;

L – растягивающее усилие, Н;

p – расчетное давление, Н/мм².

Время выдержки под совместной нагрузкой от давления и осевой силы должно составлять не менее 5 мин. Давление в течение испытаний и относительное положение соединения и концов труб должны контролироваться.

Образец должен быть проверен на отсутствие падения давления, протечек или повреждений.

Перемещение соединения относительно концов труб не допускается.

8.5.4.8.8 Испытание на огнестойкость.

Для определения способности сохранять работоспособность при воздействии пожара, который может возникнуть в эксплуатации, механическое соединение должно быть подвергнуто испытаниям на огнестойкость. Испытание на огнестойкость должно проводиться на выбранных образцах в соответствии со следующими стандартами:

стандарт ИСО 19921: 2005: Ships and marine technology – Fire resistance of metallic pipe components with resilient and elastomeric seals – Test methods (Судовые и морские технологии. Пожаростойкость компонентов металлических труб с пружинистыми эластомерными уплотнениями. Методы испытаний);

стандарт ИСО 19922: 2005: Ships and marine technology – Fire resistance of metallic pipe components with resilient and elastomeric seals – Requirements imposed on the test bench (Судовые и морские технологии. Огнестойкость компонентов металлических труб с эластичными уплотнениями. Требования к испытательным стендам).

Пояснения по применению стандартов:

1. Если испытания на огнестойкость проводились с циркуляцией воды при давлении, отличном от расчетного давления соединения (допускается не менее 0,5 МПа), то последующее испытание давлением должно проводиться пробным давлением в 1,5 раза больше расчетного.

2. Если в табл. 2.4.5.11-1 части VIII Правил классификации и постройки морских судов требуется испытание на огнестойкость «8 мин сухие + 22 мин мокрые» или «30 мин сухие», т. е. проводить в течение определенного периода времени без циркуляции воды, применяются следующие условия испытаний:

Условия испытаний «8 мин сухие + 22 мин мокрые».

Образец для испытаний не требуется прокачивать испытательной средой (водой) до испытаний, как это требуется в пункте 7.2 ИСО 19921:2005. Воздействие пламени начинается и продолжается в течение 8 мин при сухом образце; после 8 мин сухого испытания система трубопроводов должна быть заполнена водой, а испытательное давление должно быть увеличено не менее чем до 0,5 МПа в течение 2 мин, а затем поддерживаться на уровне не менее 0,5 МПа. Через 22 мин (т.е. 30 мин после начала воздействия пламени) воздействие пламени должно быть прекращено и должно быть проведено испытание гидростатическим давлением, как указано в пункте 1.

Условия испытаний «30 мин сухие».

Через 30 мин после начала воздействия пламени должно быть прекращено и должно быть проведено испытание гидростатическим давлением, как указано в пункте 1.

При испытаниях на огнестойкость в сухом состоянии давление внутри испытуемого образца должно контролироваться на предмет возможности повышения из-за нагрева воздуха внутри него. При необходимости должны быть предусмотрены средства сброса давления. Поскольку высокое давление, возникающее во время этого испытания, может привести к разрушению испытуемого образца должны быть приняты меры для защиты персонала и оборудования.

Параграф 7.5 ИСО 19921:2005 не применяется при сухих испытаниях и принудительная циркуляция воздуха при этом не предусмотрена. Для испытаний на огнестойкость, требующих времени воздействия более 30 мин, условия испытаний корректируются таким образом, чтобы соответствовать требуемому расширенному общему времени воздействия. Во всех случаях для смешанных (сухого и влажного) испытаний минимальное время выдержки в сухом состоянии составляет 8 мин.

3. При выборе условных диаметров образцов могут быть учтены испытания одного образца для оценки огнестойкости типоряда в определенном диапазоне. Если испытано механическое соединение с номинальным диаметром DN, то все механические соединения, попадающие в диапазон от DN до 2DN (включительно), рассматриваются как прошедшие испытания.

4. Испытания на огнестойкость с использованием альтернативных методов и процедур, считающимися по меньшей мере эквивалентными, могут быть приняты Регистром в тех случаях, когда образцы слишком велики для испытательного стенда и не могут быть полностью покрыты пламенем.

5. Если в качестве средства обеспечения огнестойкости используется теплоизоляция, применяются следующие требования:

1. применяемые теплоизоляционные материалы должны быть негорючими в соответствии с ИСО 1182:2010 как того требует Международный кодекс по применению процедур испытания на огнестойкость (Кодекс ПИО), определенного в правиле 3 главы II-2 Конвенции СОЛАС с поправками, внесенными резолюциями ИМО до MSC.421(98). Необходимо принять меры для предотвращения пропитки изоляции топливом и воспламеняющимися маслами.

.2 испытания согласно [табл. 8.5.4.4](#) по крайней мере на огнестойкость и вибрацию должны проводиться с установленной теплоизоляцией.

8.5.4.8.9 Вакуумные испытания.

Для подтверждения работоспособности механических соединений при давлении менее атмосферного должны быть выполнены вакуумные испытания.

Испытательная сборка должна быть подключена к вакуумному насосу, и давление в ней должно быть снижено до абсолютного давления 17 кПа. Когда давление стабилизируется, сборка должна быть изолирована от вакуумного насоса и выдержана при давлении испытания в течение 5 мин. Повышение давления не допускается.

8.5.4.8.10 Проверка повторной сборки.

Механическое соединение должно быть установлено и снято 10 раз в соответствии с инструкцией предприятия (изготовителя) и затем проверено на герметичность в соответствии с [8.5.4.8.1.1](#).

8.6 ИСКРОГАСИТЕЛИ ГАЗОВЫПУСКНЫХ СИСТЕМ И ДЫМОХОДОВ КОТЛОВ

8.6.1 Искрогасители, требуемые в 11.1.3 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов, должны изготавливаться по одобренной Регистром технической документации. При техническом наблюдении следует проверить:

- .1** соответствие материалов, технологических процессов, методов и объема контроля сварных соединений одобренной технической документации;
- .2** обеспечение плотности соединений, закрытий, мест прохода труб и арматуры;
- .3** наличие конструктивных мероприятий, обеспечивающих эффективное искрогашение;
- .4** наличие устройств для очистки и спуска гудрона;
- .5** надежность устройств, предотвращающих в искрогасителях мокрого типа попадание воды в двигатели и/или котлы;
- .6** надежность мер по предохранению изоляции от повреждений.

8.7 ТРУБЫ

8.7.1 Трубы систем, подлежащих техническому наблюдению Регистра, должны отвечать требованиям части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов. Документы Регистра на трубы оформляются согласно указаниям Номенклатуры РС.

8.7.2 Пластмассовые трубы должны быть испытаны согласно 21.5 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов.

8.7.3 Для получения СТО на пластмассовые трубы, фасонные части труб и их соединения Регистру должна быть представлена на рассмотрение информация, указанная в [8.7.3.1–8.7.3.3](#).

8.7.3.1 Общая информация:

- .1 размеры труб и фасонных частей;
- .2 максимально допустимые внутреннее и внешнее давление;
- .3 допустимый рабочий интервал температур;
- .4 назначение и допустимое место установки;
- .5 уровень огнестойкости;
- .6 электрическая проводимость;
- .7 допустимые среды;
- .8 максимально допустимые скорости потока;
- .9 допустимый срок службы;
- .10 инструкция по монтажу;
- .11 расшифровка маркировки.

8.7.3.2 Чертежи и дополнительная техническая информация:

- .1 сертификаты и акты ранее проводимых испытаний;
- .2 данные применявшихся при испытаниях стандартах;
- .3 необходимые чертежи, каталоги, таблицы данных, расчеты и технические описания;
- .4 подробные сборочные чертежи.

8.7.3.3 Материалы:

- .1 тип применяемой полимерной смолы;
- .2 тип катализаторов, акселераторов (с указанием их концентрации), употребляемых в случае применения армированных полиэфиров, или тип отвердителя в случае применения эпоксидных смол;
- .3 типы всех используемых армирующих материалов с указанием их удельной массы (массы на единицу площади ткани) или данных по числу и частоте ткацких нитей;
- .4 полная информация о типе покрытий или термопластических слоев, если они применяются;
- .5 условия вулканизации с указанием температур и времени выдержки при различных температурах для различных применяющихся соотношений армирования и смолы;
- .6 ориентация и угол наклона нитей армирования.

8.7.3.4 Испытания.

Испытания для получения СТО должны продемонстрировать соответствие труб, фасонных частей труб и их соединений требованиям разд. 3 части VIII «Системы и трубопроводы» и 6.8 части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов для каждого одобряемого типа. Образцы труб, фасонных частей и их соединения должны быть испытаны в соответствии с требованиями стандартов, признанных Регистром допустимыми для применения.

Рекомендуемые стандарты и требования к проведению испытаний пластмассовых труб и фасонных частей трубопроводов приводятся в табл. [8.7.3.4](#).

Таблица 8.7.3.4

п/п	Испытания	Рекомендуемые стандарты или пункты правил	Примечания
Рекомендуемые стандарты и требования к проведению испытаний труб всех систем			
1	Внутренним давлением	6.8.2 [1], ASTM D 1599, ASTM D 2992, ISO 15493	1, 2, 6, 7
2	Наружным давлением	6.8.2 [1], ISO 15493	1, 2, 6, 7
3	На продольную прочность	6.8.3 [1]	1, 2
4	На деформацию	ASTM D 2412	1
5	На предельно допустимую температуру	6.8.5 [1], ISO 75 Method A	3
6	На ударную прочность	ISO 9854, ISO 9653, ISO 15493, ASTM D2444	4
7	На устойчивость к старению	ISO 9142	4
8	На усталостную прочность	Стандарты предприятия (изготовителя)	4
9	На поглощение жидкости	ISO 8361	
10	На совместимость с другими материалами	ASTM C581	5, 6
Рекомендуемые стандарты и требования к проведению испытаний труб в зависимости от назначения системы и расположения на судне			
11	На огнестойкость	Приложения 1 и 2 к резолюции ИМО А.753(18)	4, 5, 6, 7
12	На распространение пламени	Приложение 3 к резолюции ИМО А.753(18)	4, 5, 6, 7
13	На дымообразование	Приложение 3 к резолюции ИМО А.753(18)	4, 6
14	На токсичность	Приложение 3 к резолюции ИМО А.753(18)	5, 6
15	На электропроводность	ASTM F1173-95 или ASTM D257	5, 6, 7
П р и м е ч а н и я : 1. Испытываются наибольший, наименьший и средний диаметры типоряда. 2. Испытания проводятся на сборках труб и фитингов различных размеров. 3. Для каждого типа материала. 4. Для каждого типа конструкции. 5. Для каждого типа соединения. 6. Проводится, если применимо. 7. Проводится в присутствии инспектора. Ссылки: [1] – часть XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов.			

8.8 СУДОВЫЕ ШЛАНГИ

8.8.1 Техническое наблюдение за изготовлением судовых шлангов, предназначенных для приема и передачи химического груза, сырой нефти, нефтепродуктов, топлива, масла, льяльных вод и загрязненных балластных вод, а также передачи паров груза, должно предусматривать:

проверку соответствия марок материалов, примененных для изготовления рукавов шлангов, требованиям технической документации относительно показателей, регламентированных правилами Регистра;

испытание гидравлическим давлением, равным 1,5 рабочего;

проверку маркировки шлангов;

проверку электропроводимости.

8.8.2 При освидетельствовании головных образцов проводятся испытания шланга согласно 6.2 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов.

8.8.3 Рукава для грузовых шлангов должны, как правило, поставляться с СТО. При отсутствии СТО допускается использовать рукава для производства шлангов при условии испытания образцов от каждой поставляемой партии рукавов согласно 6.2.1 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов.

8.9 УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТРУБОПРОВОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

8.9.1 Для получения СТО на прокладочный материал или уплотнительные элементы разъемного трубопроводного соединения должны проверяться путем испытаний:

механические свойства материала при различных температурах;

стойкость материала к воздействию нефтепродуктов и других рабочих сред;

химический состав, на предмет отсутствия асбеста.

Допустимая область применения (зависимость допускаемого давления от температуры для различных сред) должна определяться по результатам испытаний и указываться в приложении к СТО.

8.10 АВТОМАТИЧЕСКИ ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЗАКРЫТИЯ ВОЗДУШНЫХ ТРУБ

8.10.1 Каждый тип и размер закрытий воздушных труб должен быть освидетельствован и подвергнут следующим проверкам и испытаниям:

.1 определению гидравлического сопротивления закрытия в зависимости от расхода.

Определяется падение давления в закрытиях воздушных труб в зависимости от объемного расхода при установленных пламепрерывающих и защитных сетках. Испытательная среда – вода;

.2 испытанию на плотность при погружении и выходе из воды.

Автоматические закрытия должны быть подвергнуты серии испытаний на плотность, включающих не менее двух циклов погружения при следующих условиях:

устройство должно быть погружено ниже поверхности воды со скоростью около 4 м/мин и немедленно возвращено в исходное положение. Количество протечек должно быть зарегистрировано;

устройство должно быть погружено ниже поверхности воды со скоростью около 8 м/мин и выдержано погруженным в течение не менее 5 мин.

Испытания на плотность должны проводиться как в вертикальном положении, так и при наклоне 40° при расположении устройства в самом неблагоприятном с точки зрения обеспечения плотного закрытия положении. Если такое положение неочевидно, испытания при наклоне 40° следует повторить, располагая устройство в трех различных положениях: открытием вверх, вниз и вправо или влево (см. [рис. 8.10.1.2- 1 — 8.10.1.2- 4](#)).

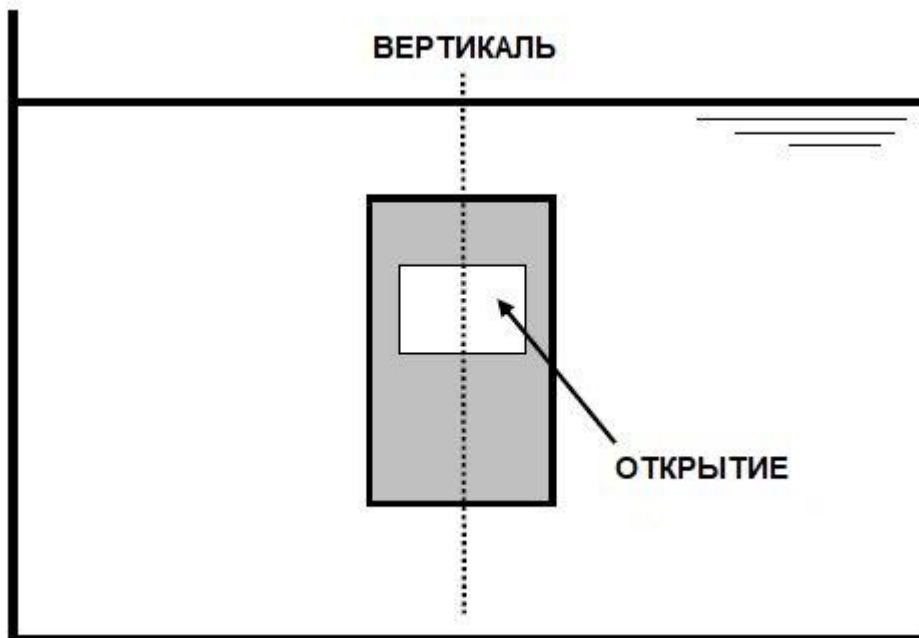


Рис. 8.10.1.2-1
Пример нормального положения

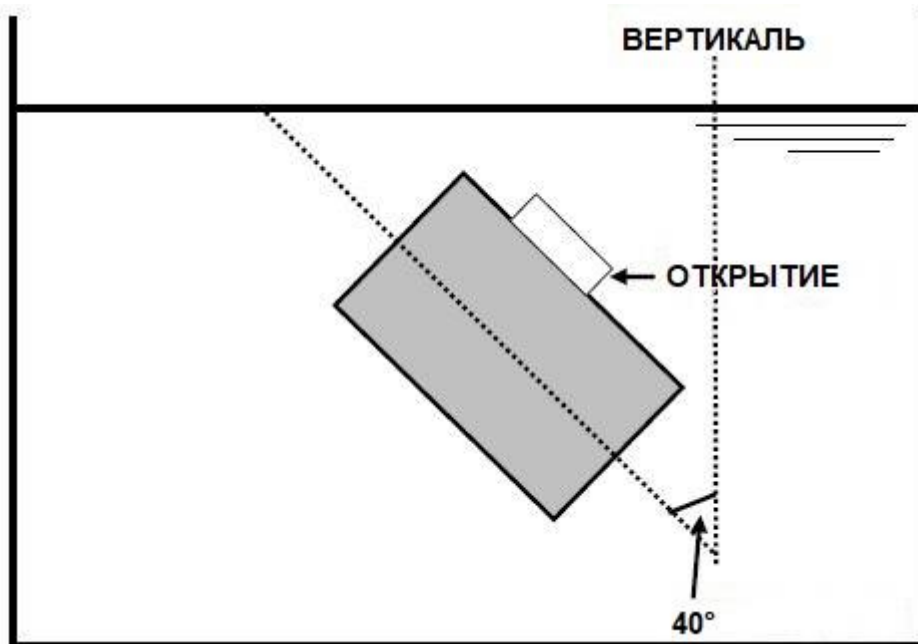


Рис. 8.10.1.2-2

Пример с наклоном в 40 градусов, отверстие обращен вверх

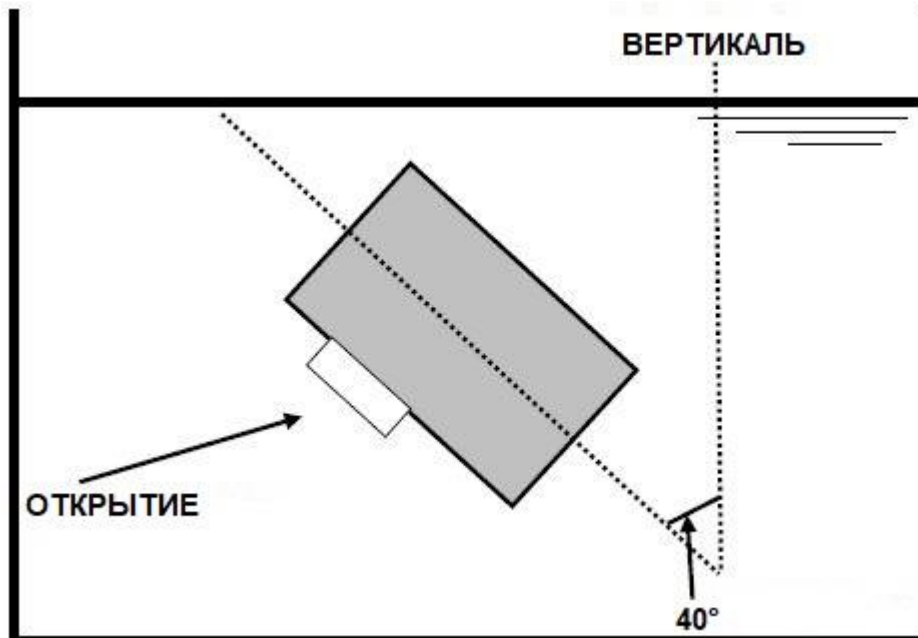


Рис. 8.10.1.2-3

Пример с наклоном в 40 градусов, отверстие обращено вниз

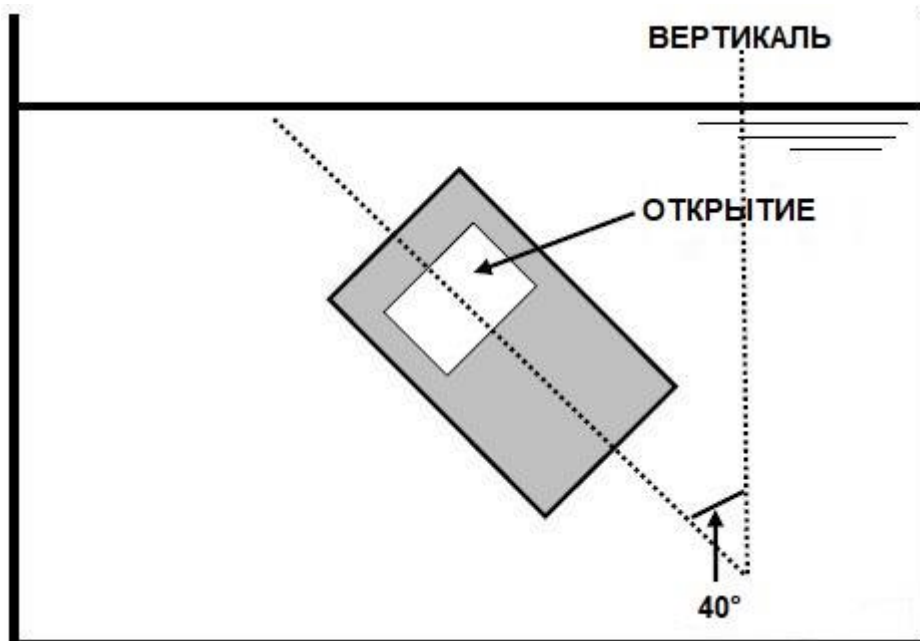


Рис. 8.10.1.2-4

Пример с наклоном 40 градусов, отверстие обращено в сторону

Максимально допустимые протечки за один цикл – не более 2 мл на 1 мм номинального диаметра;

.3 проверка пропускной способности.

Вакуумный насос или другое подходящее устройство следует подключить со стороны танка. Скорость потока воздуха должна постепенно увеличиваться пока поплавков не будет подхвачен потоком и не перекроет его. Скорость потока, при которой произошла блокировка, должна фиксироваться. Как допустимая скорость потока, должна приниматься скорость потока равная 80 % от значения, при котором произошла блокировка устройства, которая должна быть указана в Свидетельстве.

Альтернативой испытанию пропускной способности закрытий воздушных труб номинального диаметра 400 мм и выше с обратным потоком может быть принято численное моделирование, основанное на вычислительной гидродинамике, которое должно проводиться в сочетании с тестированием для установления достоверности моделирования и результатов вычислений. Прогнозы вычислений закрытий воздушных труб могут быть проверены на основе имеющихся фактических результатов испытаний на обратный поток для закрытий того же размера и типа. Точность моделирования и основные допущения, использованные для расчета, должны быть задокументированы.

8.10.2 Неметаллические шаровые поплавковые затворы должны быть подвергнуты на заводе-изготовителе испытаниям на ударную прочность и сдвливание с учетом [табл. 8.10.2](#) и следующих условий:

Таблица 8.10.2

Условия испытаний	Температура испытаний, °C		
	-25	+20	+85
В сухом виде	+	+	+
После погружения в воду ¹	+	+	+
После погружения в топливо ¹	–	+	–
Условные обозначения: «+» – испытание проводится; «–» – испытание не проводится			

Условия испытаний	Температура испытаний, °С		
	-25	+20	+85
¹ Продолжительность погружения в топливо и воду – не менее 48 ч.			

.1 испытания на ударную прочность следует проводить на маятниковом копре. По поплавку затвора нанести 5 ударов по 2,5 Н/м каждый. При этом не должно возникнуть ни остаточной деформации, ни трещин, ни повреждений поверхности. Затем нанести 5 ударов по 25 Н/м каждый. При этом допускается появление отдельных ограниченных по площади повреждений поверхности в месте удара, но не должно возникать остаточной деформации, трещин;

.2 испытания сдавливанием следует проводить, установив поплавок на опорное кольцо, диаметр и посадочное место которого соответствуют размерам седла клапана. Нагрузку прилагать через вогнутый колпак с таким же внутренним радиусом, как у испытываемого затвора. Нагружение проводить постепенно в течение 1 мин до 350 кг и удерживать в течение 1 ч. Прогиб замерять с интервалом в 10 мин после приложения полной нагрузки. Недопустимо непрерывное увеличение прогиба. После снятия нагрузки недопустимо появление остаточной деформации;

.3 испытания металлических шаровых поплавковых затворов должны проводиться в соответствии с [8.10.2.1](#).

9 КОТЛЫ, ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ И СОСУДЫ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

9.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

9.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за котлами, теплообменными аппаратами и сосудами под давлением, перечисленными в Номенклатуре РС.

9.1.2 Раздел содержит требования технического наблюдения за изготовлением указанных объектов технического наблюдения на предприятии (изготовителе).

9.1.3 Общие положения по организации технического наблюдения за изготовлением объектов технического наблюдения приведены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация».

9.1.4 Комплектующие изделия и все материалы, включая поковки и отливки, предназначенные для котлов, теплообменных аппаратов, сосудов под давлением и их деталей, должны иметь документы, подтверждающие их соответствие одобренной технической документации. Документы на изделия и материалы должны быть оформлены согласно указаниям Номенклатуры РС.

9.1.5 Объем и порядок освидетельствований при установившемся производстве деталей, узлов и изделий в целом должен отвечать требованиям [табл. 9.1.5](#), причем состав объектов технического наблюдения в зависимости от их параметров уточняется согласно 1.3.2 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации и постройки морских судов.

Таблица 9.1.5

№ п/п	Объект технического наблюдения	Проверка					Гидравлические испытания
		документации на материал и наружный осмотр	обработки деталей	сварочных работ	изготовления деталей и узлов изделий	сборки изделия	
1	Паровые и водогрейные котлы, котлы с органическим теплоносителем:			+	+	+	+
1.1	корпуса, обечайки, днища и барабаны	+	+	+	+		
1.2	коллекторы и камеры	+	+	+	+	+	+
1.3	огневые камеры	+	+	+	+		
1.4	жаровые трубы	+	+	+	+		
1.5	котельные трубы и змеевики	+	+	+	+		+
1.6	связи котельные	+			+	+	
1.7	топочное устройство	+			+	+	
1.8	экономайзеры	+				+	+
1.9	паросборники (сепараторы пара)	+	+	+	+	+	+
1.10	пароперегреватели	+	+	+	+	+	+
2	Теплообменные аппараты и сосуды под давлением:						
2.1	подогреватели и деаэраторы питательной воды	+				+	+
2.2	конденсаторы главных турбин и турбин электрогенераторов	+	+	+	+	+	+
2.3	конденсаторы вспомогательных паровых турбин	+	+	+	+	+	+

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

227

№ п/п	Объект технического наблюдения	Проверка					Гидравлические испытания
		документации на материал и наружный осмотр	обработки деталей	сварочных работ	изготовления деталей и узлов изделий	сборки изделия	
2.4	опреснительные установки					+	+
2.5	подогреватели топлива и масла	+				+	+
2.6	охладители масла и воды главных и вспомогательных механизмов	+				+	+
2.7	воздухохранители	+	+	+	+	+	+
2.8	гидроаккумуляторы	+				+	+
2.9	сосуды и аппараты, работающие под давлением в системах тушения пожара	+		+		+	+
3	Арматура:						
3.1	клапаны предохранительные	+				+	+

9.2 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

9.2.1 Изготовление котлов, теплообменных аппаратов и сосудов под давлением, их деталей и узлов, а также выполнение технологических операций осуществляются под техническим наблюдением Регистра по одобренной технической документации, приведенной в 1.3.4 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации и постройки морских судов.

9.3 МАТЕРИАЛЫ

9.3.1 Материалы, предназначенные для изготовления деталей и узлов котлов, теплообменных аппаратов и сосудов под давлением, должны отвечать требованиям технической документации, одобренной Регистром.

При этом должно быть проверено соответствие маркировки предприятия (изготовителя) документам, подтверждающим качество этого материала.

9.3.2 Материал, предназначенный для изготовления деталей и узлов, проверяется наружным осмотром на отсутствие дефектов (забоин, вмятин, трещин и т.п.), которые могут служить браковочным признаком материала.

9.4 ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

9.4.1 Холодная гибка стальных листов допускается на радиус не менее утроенной толщины листа.

При холодной гибке профильной стали минимальные радиусыгиба r должны быть следующими:

для угольников $r \geq 50(a - 0,95s)$;

для швеллера по горизонтальной оси $r \geq 25h$;

для швеллера по вертикальной оси $r \geq 45h$,

где a и s – соответственно, высота и толщина угольника;

h – высота швеллера.

9.4.2 Отверстия в трубных досках после их рассверловки должны быть проверены для выявления дефектов (трещин, расслоений) и на соответствие размеров отверстий и межтрубных перемишек (мостиков) указанным на чертеже.

Допустимые отклонения приведены в [табл. 9.4.2](#).

Допустимые отклонения на расстояние между центрами крайних отверстий ряда должны быть не более ± 3 мм, а между осями крайних рядов по дуге – не более ± 4 мм.

Таблица 9.4.2

Диаметр, мм		Допустимые отклонения		
		отверстия	прямого мостика	косого мостика
Трубы	29,0	$\pm 0,1$	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
	44,5	$\pm 0,2$	$\pm 0,7$	$\pm 1,1$
Отверстия	29,2	$\pm 0,1$	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
	44,8	$\pm 0,2$	$\pm 0,7$	$\pm 1,1$

9.4.3 Нагрев листов для штамповки, фланжировки, вальцовки и других аналогичных работ, а также режим и способ контроля нагрева должны проводиться по технологии, одобренной Регистром.

Штампованные и вальцованные части и другие детали после горячей обработки не должны иметь разрывов, трещин, уступов, морщин, складок, расслоений, забоин и др.

9.5 СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

9.5.1 Перед сваркой проверяется разделка кромок, которая должна быть выполнена в соответствии с национальными стандартами или с чертежами, одобренными Регистром.

При этом поверхность кромок не должна иметь трещин, расслоений и других дефектов.

9.5.2 Выполнение сварочных работ может быть разрешено после проверки соответствия применяемых сварочных материалов одобренной Регистром технической документации; при этом сварщики должны иметь документы, удостоверяющие их квалификацию.

9.5.3 Сварка деталей, последующая их правка и термическая обработка после сварки осуществляются в соответствии с технологическим процессом, одобренным Регистром.

9.5.4 Контроль качества сварных соединений, как правило, должен проводиться после термической обработки, если таковая предусматривается. Для сталей с пределом текучести $R_{eH} \leq 360$ допускается проводить контроль качества сварных соединений до термической обработки.

9.5.5 Объем контроля стыковых сварных соединений, а также выбор метода контроля (внешний осмотр поверхности сварных швов, механические испытания сварных образцов и испытания методами неразрушающего контроля) должны отвечать одобренной Регистром технической документации; при этом объем контроля должен быть не менее указанного в части XIV «Сварка» Правил классификации и постройки морских судов.

9.5.6 При оценке качества сварного шва следует также руководствоваться указаниями части XIV «Сварка» Правил классификации и постройки морских судов.

9.6 ПРОВЕРКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ИЗДЕЛИЙ. СБОРКА

9.6.1 Общие положения.

9.6.1.1 Детали изделий до сборки должны проверяться на соответствие чертежным размерам (толщина листов, радиусы отфланцовок, шаг отверстий и т. п.), маркировкам и документам на них. Правильность сферических поверхностей проверяется по шаблонам; разделка кромок под сварку – в соответствии с [9.5.1](#).

9.6.1.2 Сборка деталей и узлов изделий должна выполняться в пределах допусков на зазоры между элементами согласно технической документации, одобренной Регистром.

9.6.1.3 Соединяемые детали изделий для получения требуемого между ними сопряжения не должны выправляться за счет чрезмерного натяга болтами, прихватками или подгоняться в холодном состоянии ударами.

При необходимости допускается производить подгонку с нагревом.

9.6.1.4 Приведенные в настоящей главе отклонения в размерах применяются, если в технической документации не оговариваются другие допуски на изготовление и сборку деталей и узлов изделий.

9.6.2 Изготовление обечаек, днищ, трубных решеток.

9.6.2.1 Изготовление сварных обечаек, днищ и трубных решеток должно осуществляться по технологии, разработанной предприятием (изготовителем) и одобренной Регистром.

9.6.2.2 После сварки обечайки должны быть откалиброваны для устранения искажений формы.

Отклонения в размерах обечаек ([см. рис. 9.6.2.2](#)) диаметром до 3000 мм должны быть не более следующих значений:

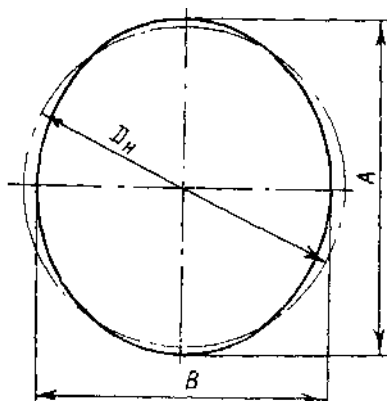


Рис. 9.6.2.2

для номинального наружного диаметра $\Delta D_n - \pm 0,20\%$;

для относительной овальности $(A - B)/D_n$ и при толщине стенки $s \leq 30$ мм – 0,7 % и при $s > 30$ мм – 0,45 %.

Перекос продольного шва относительно оси барабана должен быть не более 2 мм на 1 м; прогиб обечайки – не более 2 мм на 1 м.

9.6.2.3 Днища после термической и механической обработки должны быть тщательно осмотрены. Не допускаются выпучины, забоины, глубокие риски, утонение металла. На цилиндрической части допускаются продольные риски глубиной не более 1 мм.

9.6.2.4 Отклонения в размерах штампованных днищ должны находиться в следующих пределах ([см. рис. 9.6.2.4](#)):

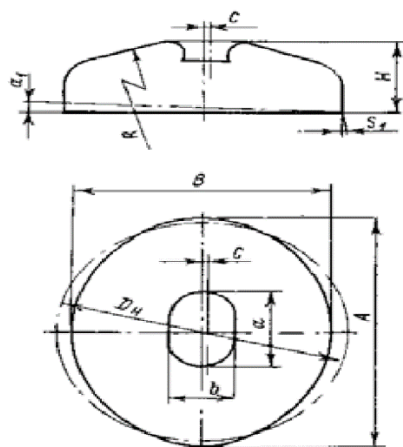


Рис. 9.6.2.4

по наружному диаметру $\Delta D_{\text{н}} - \pm 0,2 \%$;
по относительной овальности $(A - B)/D_{\text{н}}$ не более $0,4 \%$;
по перекосу кромки борта $a_1/D_{\text{н}}$ не более $2,5 \text{ мм на } 1 \text{ м}$;
по толщине борта $S_1 - \pm 10 \%$;
смещение осей отверстия лаза $c - \pm 5 \text{ мм}$;
отклонение размеров отверстия лаза, мм: $\Delta a = {}^0_{-1,0}$; $\Delta a = {}^{+1}_{-3}$;
по радиусу днища $\Delta R = \pm 0,5 \%$;
по высоте днища ΔH не более $0,02H$, мм.

Отклонения диаметра кованых днищ не должны превышать $\pm 1 \text{ мм}$, а размер отверстия лаза – $\pm 0,5 \text{ мм}$.

9.6.3 Изготовление коллекторов и камер.

9.6.3.1 Изготовление коллекторов и камер должно осуществляться по технологии, разработанной предприятием (изготовителем) и одобренной Регистром.

9.6.3.2 Смещение стыкуемых кромок обечайки и днища не должно превышать $a \leq 0,1s \leq 3 \text{ мм}$, где s – толщина стенки.

9.6.3.3 Приварка штуцеров, патрубков и приварышей к коллектору должна осуществляться с предварительным подогревом. При этом смещение осей отверстий и штуцеров, патрубков или приварышей не должно превышать $\pm 2 \text{ мм}$.

9.6.3.4 Каждый коллектор после сборки и термической обработки должен быть подвергнут гидравлическому испытанию в соответствии с [9.7](#).

После испытаний коллектор должен быть обмерен. При этом отклонения длины Δl и прогиба Δy коллектора, мм, должны находиться в следующих пределах:

при длине коллектора до 5000 мм

$$\Delta l = {}^{-5}_{+10}; \Delta y = 2,0;$$

при длине коллектора 5000 мм и более

$$\Delta l = {}^{-10}_{+20}; \Delta y = 1,5.$$

9.6.4 Изготовление котельных труб и змеевиков.

9.6.4.1 Оборудование, используемое для гибки труб, должно обеспечивать получение гнутого участка трубы правильной геометрической формы.

Утонение стенки трубы Δs не должно превышать 18 % при $R/d_n < 2,5$.

Относительная овальность трубы $\theta = 2(d_{n\max} - d_{n\min}) / (d_{n\max} + d_{n\min}) \cdot 100$ не должна превышать 11 % при $R/d_n \leq 3,5$ и 8 % при $R/d_n > 3,5$, где d_n – наружный диаметр; R – радиусгиба.

Для труб из сталей аустенитного класса относительная овальность не должна превышать 5 %.

Минимальный радиусгиба при холодной гибке должен быть больше $2d_n$, при горячей – больше $1,5d_n$.

9.6.4.2 Каждая труба после гибки должна быть подвергнута:

проверке на овальность прокаткой стального шара (диаметр шара принимается по стандарту);

проверке на плите по шаблону для определения конфигурации и отклонений радиусов погибов, которые не должны превышать:

± 2 мм для труб диаметром до 32 мм; и

± 3 мм для труб диаметром 32 мм и более;

визуальному осмотру на отсутствие поверхностных дефектов (забоин, рисок и т.д.); гидравлическому испытанию по правилам Регистра.

9.6.4.3 Изготовление плоских и цилиндрических змеевиков для котлов и теплообменных аппаратов должно осуществляться по одобренной Регистром технологии предприятия (изготовителя).

После изготовления и термической обработки змеевики должны быть обмерены и подвергнуты гидравлическому испытанию в соответствии с [9.7.1](#).

Отклонения в размерах змеевиков должны находиться в пределах, указанных в [табл. 9.6.4.3](#) (см. [рис. 9.6.4.3](#), а и б).

Таблица 9.6.4.3

Тип змеевика	Допустимые отклонения, мм		
	наружного диаметра змеевика ΔD_3	радиуса змеевика ΔR	шага змеевика Δt
Плоский спиральный	± 10	± 5	± 4
Цилиндрический:			
для подогревателей	± 5	± 3	± 3
для паровых котлов	± 3	± 2	± 1

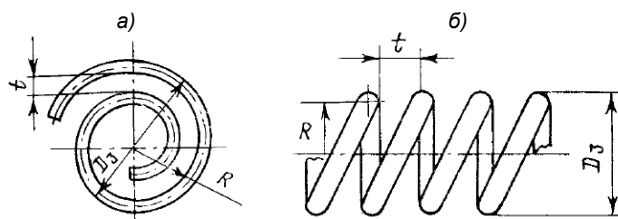


Рис. 9.6.4.3

Овальность змеевиков должна проверяться прокаткой стального шара диаметром, равным 0,8 внутреннего диаметра трубы.

9.6.5 Изготовление жаровых труб, огневых камер, связей и креплений.

9.6.5.1 Изготовление волнистых жаровых труб должно осуществляться по технологии предприятия (изготовителя), одобренной Регистром.

9.6.5.2 Не допускаются к установке волнистые жаровые трубы со сквозными трещинами или утонением стенки в месте отбуртовки более чем на 2 мм.

Исправление незначительных надрывов на волнистой поверхности жаровой трубы глубиной до 2 – 3 мм допускается по технологии, одобренной Регистром.

9.6.5.3 В размерах жаровых труб допускаются следующие отклонения: по толщине стенки $^{+10}_0$ %, по длине $^{+15}_0$ %, овальность – 1 % среднего диаметра.

9.6.5.4 Погибы и неровности на поверхности плоских днищ и трубных решеток не должны превышать 0,2 % диаметра или наибольшего размера прямоугольной решетки.

9.6.5.5 Правильность установки связей и длина выступающих частей проверяются наружным осмотром. Плотность сварных швов проверяется при гидравлическом испытании котла.

9.6.6 Сборка корпуса котла.

9.6.6.1 При установке коллекторов необходимо проверять правильность их положения по осям и размерам между центрами коллекторов.

Отклонения ([см. рис 9.6.6.1, а и б](#)) не должны превышать следующих значений:

между осями коллекторов по горизонтали $A \pm 2$ мм, по вертикали $H \pm 5$ мм;

разворот горизонтальной оси коллектора $\Delta_1 - 3$ мм на 1 м;

уклон продольной оси коллектора $\Delta_2 - 0,35$ мм на 1 м.

9.6.6.2 Концы труб перед установкой в котлах должны быть очищены до металлического блеска на длине около 100 мм, а кромки концов притуплены. При креплении труб развальцовкой концы их перед зачисткой должны быть отождены.

На наружной поверхности труб не должно быть плен, трещин, раковин, забоин, рисок и т. п. Особое внимание при этом должно обращать на зачищенность концов труб.

Трубы, подготовленные для одного ряда, не должны повторно перегибаться для использования их в другом ряду.

9.6.6.3 Отверстия в трубных решетках должны быть чистыми, без рисок и забоин. Эллиптичность отверстий не должна превышать 0,25 мм для диаметров 50 мм и менее. Максимальное значение эллиптичности отверстий диаметром более 50 мм должна быть не более 0,25 мм на каждые 50 мм увеличения диаметра более 50 мм.

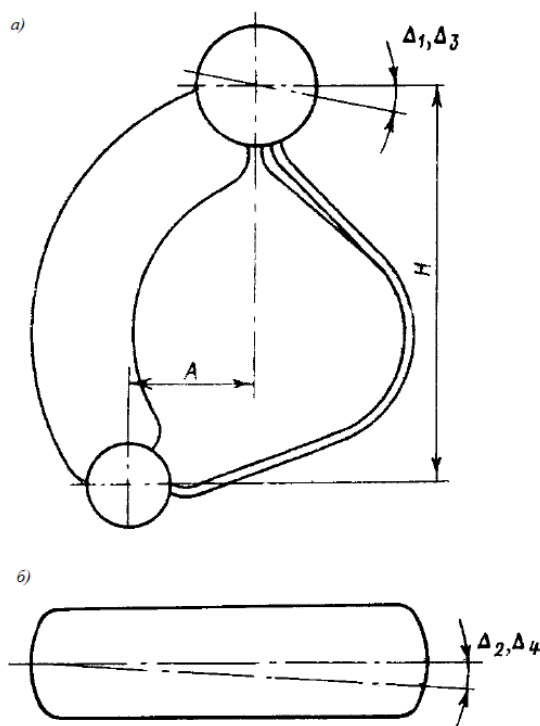


Рис. 9.6.6.1

9.6.6.4 Степень развальцовки труб должна отвечать стандартам, одобренным Регистром.

9.6.6.5 Сварные соединения труб и змеевиков с коллекторами и камерами должны выполняться по одобренной Регистром технологии предприятия (изготовителя) ([см. 9.5](#)).

9.6.6.6 После развальцовки всех труб и демонтажа сборочного каркаса разворот горизонтальной оси Δ_3 и уклон пароводяного коллектора Δ_4 не должны превышать, соответственно, 2 – 6 мм и 5 – 14 мм на 1 м ([см. рис. 9.6.6.1](#)).

9.6.6.7 Вальцовочные соединения проверяются наружным осмотром. Внутренние поверхности концов труб после развальцовки должны быть гладкими, без вмятин, задиров, накатов, трещин и расслоений. Переход от развальцованного участка на неразвальцованную часть трубы должен быть плавным, без надрезов, спиральных и кольцевых рисок.

Высота выступающих концов труб и угол их раздачи проверяются шаблоном и должны соответствовать чертежным размерам.

9.6.6.8 Смонтированные трубы должны быть проверены на проходимость стальными калиброванными шарами диаметром на 10 % меньше внутреннего диаметра трубы.

9.6.6.9 Плотность вальцовочных соединений должна быть проверена при проведении гидравлических испытаний ([см. 9.7.2](#)).

Одна и та же труба не должна быть подвальцована более двух раз, в противном случае, она подлежит замене.

9.6.6.10 Перед установкой арматуры поверхности приварышей и фланцев арматуры должны быть очищены от грязи, масла, ржавчины.

Царапины и риски (особенно радиальные) на поверхности приварышей и фланцев не допускаются.

9.6.6.11 Котельная арматура до установки на штатные места должна быть подвергнута гидравлическому испытанию в соответствии с требованиями табл. 1.7.1 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации и постройки морских судов.

9.6.6.12 Качество монтажа арматуры контролируется наружным осмотром. При этом проверяется положение водомерных приборов, внутренних частей коллекторов и других устройств в соответствии с требованиями технической документации.

Плотность соединений арматуры проверяется при проведении гидравлических испытаний котла.

9.6.6.13 После установки изоляции и окончательной сборки должно быть проведено испытание кожуха котла на плотность (воздухом); при этом испытательное давление и допустимое падение давления воздуха должны отвечать требованиям одобренной технической документации.

9.6.6.14 Перед началом монтажа кирпичной кладки должны быть осмотрены стенки обшивки и поддоны. Они не должны иметь бухтин, прогибов и неровностей, превышающих 10 мм на 1 м.

9.6.6.15 Качество кирпичной кладки после монтажа проверяется наружным осмотром. Поверхность кладки должна быть гладкой; в виде исключения допускаются отдельные уступы по стыкам не более 2 – 3 мм и общая неровность не более 10 мм на 1 м.

Отклонение диаметра фурменного отверстия от заданных размеров не должно превышать ± 5 мм, а несовпадение осей фурменного отверстия форсунки – 2 мм.

9.6.6.16 Качество монтажа изоляции коллекторов, арматуры и других горячих частей котла проверяется наружным осмотром.

9.6.7 Сборка теплообменных аппаратов и сосудов под давлением.

9.6.7.1 Все детали и узлы при сборке теплообменных аппаратов и сосудов под давлением должны быть осмотрены для выявления поверхностных дефектов.

9.6.7.2 При сборке таких деталей и узлов следует руководствоваться требованиями [9.6.1 – 9.6.4](#) и [9.6.6](#), если они применимы.

9.7 ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

9.7.1 Общие положения.

9.7.1.1 Гидравлические испытания на пробное давление должны проводиться с разрешения и в присутствии инспектора Регистра при условии, что:

все работы по сборке, сварке и контролю сварных швов закончены и приняты органом технического контроля предприятия (изготовителя);

элементы изделий не имеют изоляции и других защитных покрытий;

проверены записи построечного журнала, а также записи об отсутствии отступлений от технической документации, одобренной Регистром;

имеется документ органа технического контроля предприятия (изготовителя) о готовности детали или изделия к гидравлическому испытанию;

деталь или изделие освидетельствованы инспектором Регистра;

устройства, предназначенные для проведения испытания (прессы, измерительные приборы и т.п.), имеют действующие документы соответствующих компетентных органов.

9.7.1.2 Гидравлические испытания должны проводиться при соблюдении действующих положений и инструкции предприятия (изготовителя).

9.7.1.3 Заполнение водой деталей и изделий должно осуществляться таким образом, чтобы было обеспечено полное удаление воздуха. Температура воды и окружающего воздуха должна быть не ниже +5 °С. Разница температур воды и наружного воздуха должна исключать отпотевание.

9.7.1.4 Манометры, применяемые при гидравлических испытаниях, должны иметь класс точности не ниже 1,5 и диаметр корпуса не менее 160 мм. Верхний предел измерений манометра должен выбираться таким образом, чтобы в процессе испытаний стрелка прибора находилась в средней трети шкалы. Манометры должны быть проверены и иметь маркировку даты поверки компетентными органами.

На испытываемом изделии должно устанавливаться не менее двух одинаковых манометров, располагающихся на одном уровне в верхней части изделия, и еще одного – непосредственно на насосе. Во всех случаях разница в показаниях установленных манометров не должна превышать 3 % верхнего предела показания манометра.

9.7.1.5 Повышение давления при испытании должно происходить плавно, без гидравлических ударов. Применение инжекторов или питательных насосов для создания давления не допускается.

9.7.1.6 Во время гидравлических испытаний не должно проводиться каких-либо посторонних работ, сопровождаемых шумом, препятствующим проведению испытаний.

9.7.1.7 При гидравлических испытаниях труб и змеевиков давление поднимается до пробного и поддерживается в течение времени, необходимого для осмотра, но не менее 10 мин.

9.7.1.8 При гидравлическом испытании корпусов коллекторов, камер и узлов котла давление должно быть постепенно поднято до рабочего. При этом давлении проводится обстукивание сварных швов на всем их протяжении медным молотком массой не более 1 кг с рукояткой длиной не более 300 мм. Затем давление поднимается до пробного, выдерживается в течение 5 – 10 мин, вновь снижается до рабочего и поддерживается постоянным до окончания осмотра.

9.7.1.9 Если во время испытания в изделии будут услышаны стуки, удары или обнаружены дефекты, влияющие на его прочность, испытание должно быть прервано и вновь возобновлено только после устранения этих дефектов.

Во время выдержки под пробным давлением не должно быть падения давления.

Появление отпотевания и капель воды на сварных швах недопустимо. Такие швы должны быть вырублены и заново заварены.

Исправление дефектов сварных швов чеканкой, кернением или другими механическими способами не допускается. Подвальцовка или подварка деталей изделий, находящихся под давлением, не допускается.

9.7.1.10 После гидравлического испытания изделия инспектор Регистра должен провести его внутренний осмотр (если изделие доступно для осмотра), при котором в доступных местах проверяется состояние рабочих поверхностей, отсутствие остаточных деформаций и других дефектов.

9.7.1.11 Изделия считаются выдержавшими испытание пробным давлением, если не будет обнаружено течи в швах, трещин, местных выпучин, остаточных деформаций и других признаков нарушения каких-либо соединений.

9.7.2 Гидравлические испытания котлов.

9.7.2.1 До проведения гидравлических испытаний котлов следует убедиться, что все их детали были подвергнуты гидравлическим испытаниям пробным давлением, указанным в табл. 1.7.1 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации и постройки морских судов.

9.7.2.2 Котлы в собранном виде без арматуры должны быть испытаны в цеху на прочность пробным давлением, указанным в табл. 1.7.1 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации и постройки морских судов.

9.7.3 Гидравлические испытания теплообменных аппаратов и сосудов под давлением.

9.7.3.1 Теплообменные аппараты, сосуды под давлением и их элементы должны быть испытаны на прочность в цеху пробным давлением, указанным в табл. 1.7.1 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации и постройки морских судов.

9.7.4 Оформление документов Регистра.

9.7.4.1 При удовлетворительных результатах внутреннего осмотра и гидравлического испытания котла, теплообменного аппарата или воздухохранителя инспектор Регистра оформляет свидетельство. При этом на изделии маркировка материалов производится в соответствии с действующими на предприятии (изготовителе) положением.

9.8 ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ГОЛОВНЫХ ОБРАЗЦОВ

9.8.1 Освидетельствование головных образцов осуществляется инспектором Регистра согласно Номенклатуре РС.

9.8.2 Все требования настоящего раздела, относящиеся к изготовлению объектов технического наблюдения при установившемся производстве, в равной степени относятся к изготовлению головных образцов.

Дополнительно особой проверке со стороны Регистра подвергаются узлы и детали принципиально новых конструктивных решений или изготовленные по новой технологии.

9.8.3 Головной образец котла, кроме утилизационных, подвергается всесторонним испытаниям на стенде по расширенной программе, одобренной Регистром, для проверки надежности и длительной работоспособности деталей, узлов и изделий в целом, а также проверки соответствия параметров и характеристик одобренной технической документации.

Если проверку головного образца по всем показателям со штатным оборудованием в стендовых условиях выполнить практически невозможно, то часть стендовых испытаний может быть выполнена на судне.

9.8.4 Результаты освидетельствований и испытаний головного образца отражаются в Акте освидетельствования головного (опытного) образца.

В случаях, предусмотренных разделом 6 части I «Общие положения по техническому наблюдению», этот Акт служит основанием для выдачи СТО.

9.8.5 Если по результатам освидетельствований и испытаний принимается решение о возможности установки головного образца на судно, инспектор оформляет свидетельство Регистра в соответствии с [9.7.4](#).

10 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

10.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

10.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за электрическим оборудованием, перечисленным в Номенклатуре РС.

10.1.2 Раздел содержит основные положения по освидетельствованию и испытаниям на предприятиях (изготовителях) головных образцов изделий и изделий при установившемся производстве.

Технические указания и нормы испытаний, указанные в [10.3 – 10.7](#), относятся в равной мере к головным образцам изделий и к изделиям при установившемся производстве.

В [10.8](#) даны указания, относящиеся к объему проверок и испытаний при освидетельствовании изделий при установившемся производстве.

Общие и специальные виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий при установившемся производстве приведены в табл. в [табл. 10.1.2-1](#) и [10.1.2- 2](#).

Общие и специальные виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий при установившемся производстве для оборудования и кабелей, рассчитанным на напряжение 15—220 кВ приведены в [табл. 10.1.2-3](#) и [10.1.2-4](#).

10.1.3 Общие положения по организации технического наблюдения за изготовлением объектов технического наблюдения приведены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация».

Таблица 10.1.2-1

**Общие виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий при установившемся производстве
электрического оборудования**

№ п/п	Изделия	Осмотр и проверки		Измерение сопротивления изоляции		Проверка работоспособности		Испытания электрической прочности изоляции		Испытания на соответствие эксплуатационным условиям (механические и климатические)		Испытания защитного исполнения оболочек		Испытания на нагревание		Испытания на перегрузку по току		Проверка уровня радиопомех		Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам (ЭМП)	
		Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С
1	Электрические машины ¹	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+			
2	Трансформаторы ²	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+				
3	Статические преобразователи	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	
4	Аккумуляторы	+	+	+	+			+	+	+		+									
5	Распределительные устройства	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				+		+	
6	Электрические аппараты (коммутационные, защиты и др.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				+		+	
7	Конденсаторы и конденсаторные установки для повышения коэффициента мощности	+	+	+	+			+	+	+		+									
8	Шинопроводы	+	+	+	+			+	+	+		+	+	+		+					
9	Электроизмерительные приборы	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				+		+	
10	Электрические приводы (в комплексе)	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+						+		+	
11	Электрооборудование ДВС со стартерным пуском	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+				+		+	
12	Светильники, прожекторы и пускорегулирующая аппаратура газоразрядных ламп	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				+		+	
13	Приборы контроля и управления судном, связи и сигнализации	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+				+		+	
14	Кабельные изделия	+	+	+	+	—	—	+	+	+		+		+							
15	Нагревательные и отопительные приборы	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+									
16	Устройства и изделия для прокладки, соединений, подключений кабелей и проводов	+	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)				(+)							

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

243

№ п/п	Изделия	Осмотр и проверки		Измерение сопротивления изоляции		Проверка работоспособности		Испытания электрической прочности изоляции		Испытания на соответствие эксплуатационным условиям (механические и климатические)		Испытания защитного исполнения оболочек		Испытания на нагревание		Испытания на перегрузку по току		Проверка уровня радиопомех		Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам (ЭМС)	
		Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С
Условные обозначения: Г – головной образец; С – серийный образец; + Испытания проводятся; (+) Необходимость проведения испытаний и объем испытаний определяется в зависимости от вида изделия; – Испытания не проводятся.																					
1	Для электрических двигателей мощностью более 2 кВт.																				
2	Только для силовых трансформаторов.																				
3	Для коммутаторов сигнально-отличительных фонарей.																				
4	Кроме светильников аккумуляторных, переносных, взрывозащищенных.																				
5	Кроме светильников с лампами накаливания и без пускорегулирующих устройств.																				
6	Для машинных телеграфов, датчиков указателей положения пера руля и лопастей телефонных коммутаторов и аппаратов световых сигнальных и звуковых приборов, замыкателей.																				

Специальные виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий при установившемся производстве электрического оборудования

[illegible]

[illegible]

[illegible]

№ п/п	Изделия	Испытания на перегрузку по вращающему моменту		Испытания на стоянку под током		Испытания на стойкость к короткому замыканию		Испытания при повышенной частоте вращения		Проверка коммутации коллекторных машин		Проверка работоспособности при сбросе и набросе нагрузки		Проверка величины изменения вторичного напряжения		Испытания на предельную коммутационную устойчивость		Проверка величин срабатывания и возврата		Проверка действия блокировок с ручным приводом		Проверка ручного привода и указателя коммутационных положений		Проверка действия электромагнитных тормозов		Проверка защиты от минимального напряжения		Проверка действия путевых и предельных выключателей		Испытания на термостойкость		Проверка работы под нагрузкой и без нагрузки		Проверка времени разрядки конденсаторов		Испытания на пробой изоляции		Испытания на плотность и герметичность баков, банок, моноблоков и др. изделий		Проверка автозапуска после восстановления напряжения		Измерение тангенса угла потерь		Проверка систем защиты и сигнализации		Испытания механических и термопластических свойств кабелей	
		Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С		
1	Только для электрических двигателей переменного и постоянного тока.																																														
2	Для гребных электрических двигателей, двигателей, предназначенных для якорных и швартовых механизмов, и двигателей непосредственного привода рулевых устройств.																																														
3	Только для генераторов постоянного и переменного тока.																																														
4	Для генераторов и двигателей постоянного тока, электромашинных усилителей, электродвигателей с фазным ротором и других коллекторных машин.																																														
5	Для силовых трансформаторов.																																														
6	Для силовых трансформаторов с жидким диэлектриком.																																														
7	Испытания на термостойкость мастики кислотных батарей.																																														
8	Проверяется герметичность моноблоков кислотных батарей.																																														
9	Подвергаются автоматические выключатели, переключатели, выключатели, разъединители, контакторы, реле тока и другие реле, включенные последовательно в силовой цепи.																																														
10	Для автоматических выключателей, пускателей, контроллеров, электромагнитных тормозов, электрогидравлических толкателей.																																														
11	Для автоматических выключателей, переключателей, выключателей, разъединителей, пускателей, контроллеров реостатов возбуждения.																																														
12	Для изоляторов, шинопроводов и других изоляторов.																																														
13	Для рулевых механизмов и механизмов водонепроницаемых дверей.																																														
14	Для якорных и швартовых механизмов и рулевых механизмов с непосредственным приводом.																																														
15	Для электроприводов шлюпочных лебедок, подъемных механизмов, водонепроницаемых дверей.																																														
16	Для светильников с газоразрядными лампами.																																														
17	Подогреватели топлива и масла, если подпадают под действие 1.3.2.1 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов.																																														
18	Периодически выборочно по согласованию с Регистром.																																														

Таблица 10.1.2-3

**Общие виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий
при установившемся производстве электрического оборудования 15– 220 кВ**

№ п/п	Изделия	Осмотр и проверки		Измерение сопротивления изоляции		Проверка работоспособности		Испытания электрической прочности изоляции		Испытания на соответствие эксплуатационным условиям (механические и		Испытания защитного исполнения оболочек		Испытания на нагревание		Испытания на перегрузку по току		Проверка уровня радиопомех		Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам (ЭМС)	
		Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С
1	Трансформаторы ¹	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+			
2	Комплектные распределительные устройства 15–35 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				+		+	
3	Комплектные распределительные устройства элегазовые 35–220 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+		+		+	
4	Токопровод экранированный 15–35 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+					
5	Токопровод элегазовый 110–220 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+					
6	Токопровод с литой (твердой) изоляцией 15-35 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+							
7	Сборные шины, жесткая ошиновка (в т.ч. изоляторы в составе оборудования)	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+								
8	Сухие токоограничивающие реакторы	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+				
9	Вентильные разрядники, ограничители перенапряжений	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+								
10	Вводы, проходные изоляторы 110-220 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+								
11	Предохранители, предохранители-разъединители 15 – 35 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+								
12	Кабельные изделия	+	+	+	+	-	-	+	+	+		+		+							
13	Устройства и изделия для прокладки, соединений, подключений кабелей и проводов	+	+	(+)	(+)	+	+	+	+	+				(+)							

Условные обозначения:

Г – головной образец;

С – серийный образец;

+ Испытания проводятся;

(+) Необходимость проведения испытаний и объем испытаний определяется в зависимости от вида изделия;

– Испытания не проводятся.

¹Только для силовых трансформаторов.

Таблица 10.1.2-4

**Специальные виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий
при установившемся производстве электрического оборудования 15–220 кВ**

№ п/п	Изделия	Испытания на стойкость к краткому замыканию		Проверка величины изменения вторичного напряжения		Испытания на предельную коммутационную устойчивость		Проверка величин срабатывания и возврата		Проверка действия блокировок с ручным приводом		Проверка ручного привода и указателя коммутационных положений		Испытания на термостойкость		Испытания на пробой изоляции		Испытания на плотность и герметичность баков, банок, моноблоков и др. изделий		Измерение тангенса угла потерь		Проверка систем защиты и сигнализации		Испытания изоляции кабелей повышенным выпрямленным напряжением		Проверка уровня частичных разрядов	
		Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С
1	Трансформаторы ¹	+		+														+	+	+	+					+	+
2	Комплектные распределительные устройства 15-35 кВ	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+	+				
3	Комплектные распределительные устройства элегазовые 35-220 кВ	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+			+	+			+	+
4	Токопровод экранированный 15-35 кВ	+												+	+											+	
5	Токопровод элегазовый 110-220 кВ	+												+	+			+	+			+				+	
6	Токопровод с литой (твердой) изоляцией 15-35 кВ	+												+	+											+	
7	Сборные шины, жесткая ошиновка (в т.ч. изоляторы в составе оборудования)	+																									
8	Сухие токоограничивающие реакторы	+												+								+					
9	Вентильные разрядники, ограничители перенапряжений	+																									
10	Вводы, проходные изоляторы 35-220 кВ																			+	+					+	+

250

№ п/п	Изделия	Испытания на стойкость к короткому замыканию		Проверка величины изменения вторичного напряжения		Испытания на предельную коммутационную устойчивость		Проверка величин срабатывания и возврата		Проверка действия блокировок с ручным приводом		Проверка ручного привода и указателя коммутационных положений		Испытания на термостойкость		Испытания на пробой изоляции		Испытания на плотность и герметичность баков, банок, моноблоков и др. изделий		Измерение тангенса угла потерь		Проверка систем защиты и сигнализации		Испытания изоляции кабелей повышенным выпрямленным напряжением		Проверка уровня частичных разрядов	
		Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С
11	Предохранители, предохранители-разъединители 15-35 кВ					+																					
12	Кабельные изделия													+				+	+			+	+				

Условные обозначения:
Г – головной образец;
С – серийный образец;
+ Испытания проводятся;
(+) Необходимость проведения испытаний и объем испытаний определяется в зависимости от вида изделия;
– Испытания не проводятся.

¹ Только для силовых трансформаторов.
² Подвергаются выключатели, переключатели, разъединители, непосредственно входящие в состав КРУ и/или КРУЭ.
³ Для силовых трансформаторов с жидким диэлектриком.
⁴ Для масляных вводов и проходных изоляторов.
⁵ Для силовых трансформаторов класса напряжения 110-220 кВ.

10.2 ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

10.2.1 Перед испытаниями электрического оборудования на предприятии (изготовителе) должно быть проверено наличие:

.1 одобренной Регистром технической документации на испытываемое электрическое оборудование;

.2 документов на комплектующие изделия, подтверждающих техническое наблюдение Регистра при их изготовлении, если такое наблюдение требуется Номенклатурой РС;

.3 одобренной Регистром программы испытаний;

.4 документов компетентных органов, подтверждающих положительные результаты специальных видов испытаний, если они предусмотрены программой испытаний (на взрывозащищенность и др.);

.5 предусмотренного программой испытательного оборудования с необходимыми документами, подтверждающими его характеристики. Требования к испытательным лабораториям определены в 5.7 части I «Общие положения по техническому наблюдению»;

.6 измерительных приборов с классом точности не менее 1,5.

10.2.2 При освидетельствовании инспектор должен удостовериться в том, что испытания проводятся в соответствии с одобренной Регистром программой по методикам испытаний, изложенным в настоящем разделе или другим равноценным методикам.

10.2.3 В процессе проведения отдельных видов испытаний и между ними допускается делать перерывы, если они не влияют на ход испытаний.

10.2.4 Инспектор может отказаться от проведения освидетельствования и испытаний, если объект испытаний недостаточно подготовлен, а также при обнаружении дефектов, влияющих на безопасность проведения освидетельствования или испытаний.

10.2.5 При выявлении повреждений отдельных деталей или при нарушении работоспособности изделия во время испытаний должен быть проведен осмотр изделия в присутствии инспектора с целью выявления дефектов, после чего инспектор определяет возможность проведения дальнейших испытаний изделия.

10.2.6 Если изделие не выдержало какого-либо вида испытаний и в его конструкцию в связи с этим введено изменение или усовершенствование, испытания должны быть проведены вновь в соответствии с программой испытаний. Объем повторных испытаний определяется инспектором.

10.3 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ И ПРОВЕРОК

10.3.1 Осмотр.

10.3.2 Испытания:

- .1** функциональные;
- .2** механические и климатические:
 - на обнаружение резонансных частот;
 - на вибропрочность;
 - на виброустойчивость;
 - на ударную прочность;
 - на ударную устойчивость;
 - на воздействие смены температур;
 - на теплоустойчивость;
 - на влагуустойчивость;
 - электрической прочности изоляции;
 - на холодоустойчивость;
 - на устойчивость к инею и влаге после оттаивания;
 - на устойчивость к качке;
 - на устойчивость к длительным наклонам;
- .3** прочие виды испытаний в последовательности, указанной в программе испытаний отдельных типов изделий;
- .4** проверка уровня напряжения и напряженности поля радиопомех;
- .5** испытания на устойчивость к электромагнитным помехам.

Примечания: 1. Допускается совмещение испытаний на виброустойчивость и вибропрочность или удароустойчивость и ударопрочность при безусловном выполнении предусмотренных методик испытаний.

2. Вне зависимости от указанной последовательности и не обязательно на образцах, подвергаемых другим видам испытаний, допускается проводить следующие испытания:

- .1** на воздействие соляного тумана;
- .2** на воздействие солнечной радиации;
- .3** на грибоустойчивость;
- .4** некоторые другие, указанные в положениях по испытаниям конкретных видов изделий.

3. Допускается совмещение испытаний на воздействие смены температур и на тепло- и холодоустойчивость.

4. Для отдельных изделий может быть совмещено испытание на теплоустойчивость с испытанием на нагревание.

10.3.3 Испытания и проверки должны проводиться на одних и тех же образцах в последовательности, которая должна быть отражена в программах и методиках испытаний.

Виды испытаний и проверок, не требующиеся для отдельных типов изделий, могут не включаться в программу, однако общая последовательность должна быть сохранена. Перед началом и после окончания каждого вида испытаний проводится измерение сопротивления изоляции.

10.4 ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ И ПРОВЕРОК

10.4.1 Осмотр и проверки.

10.4.1.1 Осмотр и проверки проводятся с целью определения:

- .1 соответствия образцов изделий одобренной технической документации;
- .2 соответствия образцов изделий требованиям правил Регистра, выполнение которых не указано в одобренной технической документации;
- .3 готовности представленного на испытание изделия.

10.4.1.2 При осмотре (при необходимости со вскрытиями и отдельными разборками) проверяются:

- .1 техническая документация на материалы, примененные в изделии;
- .2 комплектующие изделия, входящие в осматриваемое оборудование;
- .3 монтаж электрической схемы изделия;
- .4 конструктивное исполнение изделия;
- .5 прочность соединения и крепления узлов, токоведущих частей, сварных, винтовых и других конструктивных и контактных соединений;
- .6 наличие антикоррозионных покрытий;
- .7 наличие необходимых маркировок и надписей;
- .8 контактные и защитные оконцевания кабелей и проводов;
- .9 мероприятия, обеспечивающие электробезопасность (защитное заземление, блокировки и т. п.).

10.4.2 Функциональные испытания.

10.4.2.1 Функциональным испытаниям подвергается каждый образец изделия на предприятии (изготовителе) до проведения отдельных видов испытаний.

10.4.2.2 До проведения функциональных испытаний должно быть установлено, что комплектность изделия, запасные части и сопротивление изоляции соответствуют технической документации.

10.4.2.3 Функциональные испытания электрического оборудования должны проводиться при номинальных режимах, предусмотренных технической документацией, при нормальных климатических условиях.

10.4.2.4 Во время функциональных испытаний проводятся необходимые замеры и снятие характеристик, как при номинальном напряжении питания и частоты, так и при длительных (одновременных) отклонениях напряжения на +6 % и –10 % и частоты на +5 % и кратковременных (одновременных) отклонениях напряжения +20 % и частоты +10 %. Оборудование, предназначенное для работы от аккумуляторных батарей, должно быть испытано при отклонении напряжения от номинального значения в пределах +30 до –25 % для оборудования, питающегося от аккумуляторной батареи, подключенной к зарядному устройству, и от +20 до –25 % для оборудования, не подключенного к батарее во время зарядки. Проверяется соответствие замеров и характеристик значениям, указанным в технической документации, и работоспособность изделия в заданных параметрах.

10.4.2.5 Для электрического оборудования, работающего под нагрузкой, снятие характеристик проводится по достижении установившейся рабочей температуры.

10.4.3 Измерение сопротивления изоляции.

10.4.3.1 При испытаниях электрического оборудования на предприятии (изготовителе) сопротивление изоляции должно быть не менее указанного в приложении 1.

10.4.3.2 Измерение сопротивления изоляции является обязательным на следующих этапах проведения испытаний:

- .1 в практически холодном состоянии изделия при нормальных климатических условиях перед началом и после окончания всех видов испытаний;

.2 в нагретом состоянии в условиях испытаний на теплоустойчивость, а также при испытаниях на нагревание сразу после окончания этих испытаний;

.3 в конце испытаний на влагуустойчивость и на устойчивость к инею и влаге после оттаивания;

.4 после испытания на холодоустойчивость и на устойчивость к инею и влаге после оттаивания;

.5 после испытаний изделия на короткое замыкание при нормальных климатических условиях.

10.4.3.3 Напряжение постоянного тока, развиваемое мегомметром при измерениях сопротивления изоляции, должно быть не менее указанного:

Номинальное напряжение изделия или цепи U_n , В	Измерительное напряжение мегомметра, В
До 50	100
51 – 100	250
101 – 500	500
501 – 1000	1000
Более 1000	2500

Примечания: 1. Кроме электрических машин

2. Для трансформаторов при $U_n < 100$ В измерительное напряжение должно быть не менее 500 В

3. Для конденсаторных установок повышения коэффициента мощности ($\cos \varphi$) на напряжение $U_n \geq 380$ В измерительное напряжение должно быть равно 2500 В.

10.4.3.4 Сопротивление изоляции должно измеряться:

.1 между всеми частями изделия, предназначенными для работы под одинаковым напряжением и соединенными вместе на время измерения, и любой доступной для прикосновения металлической частью изделия (оболочкой, рукояткой и т.п.);

.2 между частями изделия, предназначенными для работы под напряжением, электрически не связанными между собой, между различными обмотками;

.3 между каждой изолированной жилой кабельных изделий и остальными жилами, в любой последовательности, и металлической оболочкой (броней, экраном) кабеля, а при отсутствии последних – с электродом в воде, куда погружается кабельное изделие.

10.4.3.5 Отсчет показаний величины сопротивления изоляции на мегомметре должен проводиться после того, как приложенное напряжение установится постоянным.

10.4.4 Испытание электрической прочности изоляции.

10.4.4.1 Электрическая прочность изоляции изделий, за исключением отдельных видов, указанных в [10.4.6](#), где время, напряжение и частота оговорены особо, должны испытываться в течение 1 мин приложением переменного напряжения практически синусоидальной формы с частотой 50 Гц при нормальных климатических условиях согласно следующему:

Напряжение, В	
Номинальное U_n	Испытательное
До 65	$2U_n + 500$
66 – 250	1500
251 – 500	2000
501 – 1000	$2U_n + 1000$
1001 – 3600	10000
3601 – 7200	20000
7201 – 11000	28000
11001 – 15000	45000

15001 – 20000	55000
20001 – 24000	65000
24001 – 27000	70000
27001 – 35000	85000
35001 – 110000	200000
110001 – 150000	230000
150001–220000.....	325000

Примечания : 1. Полупроводниковые элементы электрических устройств, которые могут быть повреждены при испытаниях, могут быть отключены на время проведения испытаний. При невозможности отключения указанных элементов, величина испытательного напряжения определяется изготовителем с учетом технических характеристик таких элементов.

2. Погрешность при измерении испытательного напряжения – не более $\pm 1,5\%$.

10.4.4.2 Общие указания по проведению испытаний прочности электрической изоляции и пояснения к испытаниям даны в [табл. 10.4.4.2](#).

Таблица 10.4.4.2

№ п/п	Этапы проведения испытаний	Испытательное напряжение	Примечание
1	В нагретом состоянии при нормальных климатических условиях сразу же после окончания испытаний на теплоустойчивость (нагревание) при температуре отдельных частей, равной или близкой к наибольшей температуре, достигнутой при испытании на теплоустойчивость (нагревание)	Полное нормированное	Для изделий с обмотками и для изделий с недоступными для осмотра элементами, изоляция которых подвергалась воздействию токов короткого замыкания
2	После испытания изделия на короткое замыкание (если такие испытания проводятся) при нормальных климатических условиях ¹	0,8 нормированного	
3	В практически холодном состоянии изделия при нормальных климатических условиях испытаний после проведения комплекса вибрационных и ударных воздействий на изделие	0,7 нормированного	
4	В конце испытаний изделий на влагуустойчивость в условиях, нормированных для испытания в камере влажности	0,5 нормированного, но не менее 1,25 номинального напряжения изделия	
¹ Это испытание распространяется также на аппараты, испытываемые на предельную коммутационную способность током, равным расчетному току короткого замыкания (или близким к токам короткого замыкания).			

10.4.4.3 Испытательное напряжение должно прикладываться поочередно между обмотками или другими токоведущими частями изделия, а также между обмотками и другими токоведущими частями и металлическим корпусом изделия.

10.4.4.4 Результаты испытания считаются удовлетворительными, если не произошло пробоя или повреждения изоляции, перекрытий по ее поверхности, которые контролируются визуально, по резкому снижению показаний вольтметра, включенного в испытательную цепь, или заметному нагреванию изоляции.

10.4.4.5 При испытаниях электрической прочности изоляции допускается применение постоянного тока (от установки выпрямленного напряжения). Испытаниям постоянным током могут подвергаться кабельные изделия и некоторые другие изделия в зависимости от конструктивных особенностей. Различие между этими испытаниями

состоит в значениях испытательного напряжения, которые указываются для каждого конкретного изделия.

10.4.5 Испытание электрической прочности межвитковой изоляции.

10.4.5.1 Испытаниям электрической прочности межвитковой изоляции подвергаются обмотки электрических машин, трансформаторов, электромагнитных муфт и др.

10.4.5.2 Межвитковая изоляция обмоток электрических машин (электромагнитных муфт) испытывается на холостом ходу машины (муфты). Испытания проводятся на нагретой машине (муфте) при температуре, близкой к максимально достигнутой при испытании на нагревание. Испытательное напряжение должно быть равным 1,3 номинального. Продолжительность испытания – 3 мин (для турбогенераторов – 5 мин), если не оговорены особые случаи.

10.4.5.3 Межвитковая изоляция обмоток трансформаторов напряжения испытывается путем приложения двукратного номинального напряжения (повышенной частоты), величина которого указана в [10.4.6.2.1](#).

10.4.5.4 Результаты испытания межвитковой изоляции считаются удовлетворительными, если не произошло пробоя или повреждения изоляции.

10.4.5.5 Для асинхронных электродвигателей, получающих питание от полупроводниковых преобразователей частоты, должны быть предусмотрены испытания изоляции обмоток импульсным напряжением в соответствии со стандартом МЭК 60034-15.

10.4.6 Испытания электрической прочности изоляции отдельных видов оборудования.

10.4.6.1 Электрические машины и электромагнитные муфты.

10.4.6.1.1 Изоляция обмоток электрических машин должна выдерживать без пробоя или повреждения испытательное напряжение в соответствии со стандартом МЭК 60034-1:2017, действующие значения которого указаны в в [табл. 10.4.6.1.1](#).

Таблица 10.4.6.1.1

№ п/п	Электрическая машина или ее части	Испытательное напряжение (действующее значение), В
1	Изолированные обмотки вращающихся электрических машин номинальной мощностью менее 1 кВт (или кВА) на номинальное напряжение 100 В за исключением указанных в пп. 4 – 8	500 В плюс двукратное номинальное напряжение
2	Изолированные обмотки вращающихся электрических машин номинальной мощностью менее 10000 кВт (или кВА) за исключением указанных в п.1 и пп. 4 – 8 (Примечание 1)	1000 В плюс двукратное номинальное напряжение, но не менее 1500 В (Примечание 1)
3	Изолированные обмотки вращающихся электрических машин номинальной мощностью 10000 кВт (или кВА) или более (до 15000 кВт (или кВА)), за исключением указанных в пп. 4 – 8	1000 В плюс двукратное номинальное напряжение
4	Независимые обмотки возбуждения машин постоянного тока	1000 В плюс двукратное максимальное напряжение цепи, но не менее 1500 В
5	Обмотки возбуждения синхронных генераторов, синхронных двигателей и синхронных компенсаторов	
5а)	Номинальное напряжение возбуждения: до 500 В включительно	Десятикратное номинальное напряжение возбуждения, но не менее 1500 В
	более 500 В	4000 В плюс двукратное номинальное напряжение возбуждения

№ п/п	Электрическая машина или ее части	Испытательное напряжение (действующее значение), В
5b)	Если машина предназначена для пуска с обмоткой возбуждения, замкнутой накоротко или на сопротивление, не превышающее десятикратное сопротивление обмотки возбуждения	Десятикратное номинальное напряжение возбуждения, но не менее 1500 В и не более 3500 В
5с)	Если машина предназначена для пуска либо с обмоткой возбуждения, замкнутой на сопротивление величиной равной или более, чем десятикратное сопротивление обмотки возбуждения, либо с разомкнутыми обмотками возбуждения, подразделенными на секции или не секционированными	1000 В плюс двукратная максимальная величина действующего значения напряжения, которая может возникнуть при указанных условиях пуска, между клеммами обмотки возбуждения, или в случае секционированной обмотки возбуждения между клеммами любой секции, но не менее 1500 В (Примечание 2)
6	Вторичные (обычно роторные) обмотки асинхронных или синхронных двигателей, не находящиеся непрерывно в короткозамкнутом состоянии (т. е. предназначенные для реостатного пуска)	
6a)	Для неререверсивных двигателей или двигателей, реверсируемых только через остановку	1000 В плюс двукратное напряжение разомкнутой цепи, измеренное между контактными кольцами или клеммами вторичной обмотки с номинальным напряжением, приложенным к первичным обмоткам.
6b)	Для двигателей, допускающих реверсирование или торможение противовключением	1000 В плюс четырехкратное напряжение вторичной обмотки, как указано в п. 6a)
7	Возбудители (за исключением указанных ниже)	Как для обмоток, к которым они подключены
	Исключение 1: возбудители синхронных двигателей, если они заземлены или отключены от обмоток возбуждения во время пуска.	1000 В плюс двукратное номинальное напряжение возбудителя, но не менее 1500 В
	Исключение 2: независимые обмотки возбуждения возбудителей (см. п. 4)	
8	Собранные в группы электрические машины и аппараты	Повторение испытаний по вышеуказанным пп. 1-7 должно быть исключено, если это возможно, но если испытание будет выполнено на группе машин и аппаратов, каждый из которых ранее проходил испытание на прочность изоляции, то испытательное напряжение, которое будет приложено к такой электрически соединенной системе, должно составить 80 % от самого низкого испытательного напряжения, подходящего для любой отдельной части системы (Примечание 3)
9	Устройства, которые находятся в физическом контакте с обмотками, например, температурные датчики, должны быть испытаны по отношению к корпусу машины. Во время испытания прочности изоляции машины все устройства, находящиеся в физическом контакте с обмотками, должны быть соединены с корпусом машины	1500 В
Примечания: 1. Для двухфазных обмоток, имеющих одну общую клемму, напряжение в формуле должно быть наибольшим действующим значением напряжения, возникающего во время работы между любыми двумя клеммами.		

№ п/п	Электрическая машина или ее части	Испытательное напряжение (действующее значение), В
2.	Напряжение, возникающее между клеммами обмоток возбуждения или их частей при указанных пусковых условиях, может быть измерено при любом удобном пониженном напряжении питания, и измеренное таким образом напряжение должно быть увеличено в отношении указанного пускового напряжения питания к испытательному напряжению питания.	
3.	Для обмоток одной или более машин, соединенных электрически вместе, рассматриваемое напряжение есть максимальное напряжение, которое возникает относительно «земли».	

10.4.6.1.2 Кроме испытаний, указанных в [табл. 10.4.6.1.1](#), электрические машины и электромагнитные муфты подвергаются испытаниям межвитковой изоляции, как указано в [10.4.5.2](#); при этом должно приниматься во внимание следующее:

.1 машины, работающие в определенном пределе напряжений, должны выдерживать испытание межвитковой изоляции приложением напряжения, равного не менее 1,3 самого высокого предела напряжения;

.2 если у синхронных машин (кроме турбогенераторов) при номинальном токе возбуждения напряжение холостого хода превышает 1,3 номинального, испытание должно проводиться при этом повышенном напряжении холостого хода, соответствующем номинальному току возбуждения;

.3 если в системе возбуждения синхронных машин имеется силовой трансформатор, его межвитковая изоляция испытывается совместно с изоляцией обмоток машины тем же напряжением;

.4 межвитковая изоляция трехфазных многоскоростных электрических двигателей должна испытываться на каждой скорости;

.5 если у машин постоянного тока с более чем четырьмя полюсами повышение испытательного напряжения до 1,3 U_n приводит к недопустимому повышению напряжения между коллекторными пластинами, то испытания допускается проводить при меньшем значении испытательного напряжения, которое устанавливается одобренной технической документацией на машину;

.6 если у возбудителя в режиме форсирования возбуждения напряжение превышает 1,3 номинального, то испытание должно проводиться при наибольшем форсированном напряжении в течение 1 мин.

10.4.6.2 Трансформаторы.

10.4.6.2.1 При испытании на предприятии (изготовителе) изоляции обмоток трансформаторов на напряжение до 1000 В обмотки должны выдерживать испытательное напряжение, действующие значения которого указаны в [табл. 10.4.6.2.1-1](#).

Таблица 10.4.6.2.1-1

Трансформаторы	Номинальное напряжение обмоток, В	Испытательное напряжение, кВ
Силовые:		
трехфазные до 6,3 кВА	До 50	1,0
однофазные до 4,0 кВА	51 – 250	1,5
	251 – 400	2,0
	401 – 660	2,5
	661 – 1000	3,0
трехфазные более 6,3 кВА	127 – 1000	3,0
однофазные более 4,0 кВА	127 – 1000	3,0

При испытании на предприятии (изготовителе) изоляции обмоток трансформаторов на напряжение 15—220 кВ обмотки должны выдерживать испытательные напряжения

полного и срезанного грозового импульса, действующие значения которых указаны в [табл. 10.4.6.2.1-2](#).

Испытательные напряжения полного и срезанного грозовых импульсов должны представлять собой, соответственно, стандартные полный и срезанный грозовые импульсы напряжения.

Полный грозовой импульс напряжения (полный грозовой импульс) – импульс, характеризуемый повышением значения напряжения до максимального за время от долей микросекунды до 20 мкс и последующим менее быстрым снижением значения напряжения до нуля.

Срезанный импульс напряжения (срезанный импульс) – импульс, у которого скорость снижения напряжения существенно больше скорости изменения напряжения в момент времени, непосредственно предшествующий моменту среза.

Таблица 10.4.6.2.1-2

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции			
		грозового импульса		кратковременное (одноминутное) переменное	
		полного	срезанного	в сухом состоянии	под дождем
		Трансформаторы силовые, шунтирующие ректоры относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Трансформаторы силовые, шунтирующие ректоры относительно земли и между фазами (полюсами) ²	10.Трансформато ры силовые, шунтирующие ректоры относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Трансформаторы силовые, шунтирующие ректоры относительно земли и между фазами (полюсами) ²
1	2	3	4	5	6
15-19	а	95	115	38	-
	б			45	
20-23	а	125	150	50	-
	б			55	
24-26	а	150	175	60	-
	б			65	
27-34	а	170	200	65	-
	б			70	
35-109	а	190	220	80	-
	б			85	
110-149	-	480	550	200	-
150-219	-	550	600	230/275 ³	-
220	-	750	835	325/395 ³	-
¹ Уровень изоляции: а - для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов по 4.10, для остального электрооборудования - устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем; уровень изоляции б -для электрооборудования, разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов. ² Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения. ³ В знаменателе указаны значения для испытания в сухом состоянии трансформаторов и шунтирующих реакторов между фазами, в числителе – относительно земли.					

Нормированные испытательные напряжения изоляции нейтрали обмотки высокого напряжения (ВН) силовых трансформаторов классов напряжения 110, 150 и 220 кВ с неполной изоляцией нейтрали, допускающей работу с разземлением нейтрали приведены в [табл. 10.4.6.2.1-3](#).

Таблица 10.4.6.2.1-3

Класс напряжения трансформатора, кВ	Кратковременные испытательные напряжения промышленной частоты; действующее значение, кВ				Испытательное напряжение полного грозового импульса внутренней и внешней изоляции нейтрали и ввода нейтрали; максимальное значение, кВ
	Одноминутное напряжение внутренней изоляции		Напряжение (при плавном подъеме) внешней изоляции		
			в сухом состоянии	под дождем	
	нейтрали	ввода нейтрали, испытуемого отдельно	нейтрали и ввода нейтрали	ввода нейтрали категории размещения 1	
1	2	3	4	5	6
110-149	100	130	135	110	200
150-219	130	180	195	155	275
220	200	265	280	215	400

При испытании должны применяться: для внутренней изоляции силовых трансформаторов, реакторов - импульсы отрицательной полярности; для внешней изоляции силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов - импульсы положительной полярности; для внешней изоляции между фазами силовых трансформаторов - импульсы противоположных полярностей со значениями на каждой из двух испытываемых фаз, равными половине нормированного испытательного напряжения; третья фаза должна быть заземлена.

Методы испытаний изоляции грозовыми импульсами и критерии выдерживания испытания должны соответствовать стандартам на отдельные виды электрооборудования и соответствовать стандарту МЭК 60060-1:2010.

Должны применяться следующие методы испытаний:

для внутренней изоляции электрооборудования (кроме газонаполненного) - трехударный метод;

для внешней изоляции электрооборудования и внутренней изоляции газонаполненного электрооборудования - 15-ударный метод.

При испытании (трехударный или 15-ударный метод) должно быть приложено нормированное число импульсов испытательного напряжения каждой полярности (положительной и отрицательной) или только одной полярности в соответствии с указаниями нормативной документации на требования к электрической прочности изоляции (по стандарту МЭК 60060-1:2010).

Для внешней изоляции силовых трансформаторов допускается применять вместо 15-ударного метода метод пятидесятипроцентного разрядного напряжения, при этом выдерживаемое с вероятностью 90 % напряжение должно быть не меньше соответствующего испытательного напряжения.

Испытание внутренней и внешней изоляции силовых трансформаторов, реакторов напряжениями грозовых импульсов допускается проводить одновременно; при этом должны быть удовлетворены требования, предъявляемые как к внутренней, так и к внешней изоляции в отношении полярности, числа импульсов и их максимального значения, которое должно быть принято наибольшим из двух значений, нормированных для внутренней и внешней изоляции с учетом для последнего поправки на атмосферные условия при испытании.

10.4.6.2.2 При испытании на предприятии (изготовителе) изоляции обмоток трансформаторов на напряжение 15 — 220 кВ обмотки должны выдерживать

испытательные кратковременные переменные напряжения промышленной частоты. Действующие значения нормированных испытательных напряжений для воздушных промежутков электрооборудования классов напряжения от 15 до 220 кВ указаны в [табл. 10.4.6.2.2](#).

Апериодический импульс напряжения (апериодический импульс) — импульс, форма которого может быть описана суммой двух экспоненциальных функций.

Испытательное кратковременное переменное напряжение промышленной частоты — синусоидальное напряжение частоты 50 Гц или (при испытании силовых трансформаторов и реакторов напряжением, индуцированным в испытуемом трансформаторе или реакторе) повышенной частоты, но не более 400 Гц.

Испытательное переменное одномоментное напряжение (одномоментное напряжение) — испытательное переменное напряжение, прикладываемое к изоляции с выдержкой в течение 1 мин или в определенных случаях другого времени, но не более 5 мин.

Коммутационный импульс напряжения (коммутационный импульс) — импульс, характеризующийся подъемом значения напряжения до максимального за время от 20 мкс до нескольких тысяч микросекунд и последующим снижением значения напряжения.

Переменное напряжение при плавном подъеме — переменное напряжение, прикладываемое подъемом с заданной скоростью от нуля до перекрытия или до определенного значения с последующим быстрым снижением его до нуля без выдержки.

Таблица 10.4.6.2.2

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение	
		переменное при плавном подъеме	
		относительно земли	между фазами
1	2	3	4
15-19	а,б	60	-
20-23	а,б	70	-
24-26	а,б	80	-
27-34	а,б	90	-
35-109	а,б	105	-
110-149	а,б	280	-
150-219	а,б	320	415
220	а,б	465	600

¹Условия применения уровней изоляции указаны в [табл. 10.4.6.2.1-2](#).

В [табл. 10.4.6.2.2](#) указаны испытательные кратковременные напряжения промышленной частоты:

а — одномоментное напряжение, прикладываемое к изоляции с выдержкой при нормированном значении в течение 1 мин или другого времени (5 мин или менее 1 мин);

б — напряжение при плавном подъеме, прикладываемое к изоляции без выдержки при нормированном значении.

Методы испытаний изоляции кратковременным напряжением промышленной частоты и критерии выдерживания испытания должны соответствовать стандартам на отдельные виды электрооборудования и соответствовать МЭК 60060-1:2010.

Должны применяться следующие методы испытаний:

для внутренней и внешней изоляции относительно земли - однократное приложение одноминутного испытательного напряжения;

для внешней изоляции силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов, электрическая прочность которой определяется прочностью чисто воздушного промежутка, относительно земли и между фазами - трехкратное приложение испытательного напряжения при плавном подъеме.

Допускается применять вместо метода трехкратного приложения напряжения при плавном подъеме метод полного разряда; при этом выдерживаемое с вероятностью 90 % напряжение должно быть не меньше соответствующего испытательного.

Для изоляции нейтрали обмоток силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов, не допускающей работу с разземлением нейтрали испытание одноминутным напряжением промышленной частоты по методу, указанному для внутренней изоляции, является одновременно испытанием их внешней изоляции.

10.4.6.2.3 Межвитковая изоляция обмоток трансформаторов испытывается путем приложения к выводам одной из обмоток удвоенного номинального напряжения повышенной частоты при разомкнутых остальных обмотках.

Продолжительность испытания t , мин, должна быть не менее определенной по формуле:

$$t = 2f_n/f, \quad (10.4.6.2.3)$$

где f_n — номинальная частота, Гц;

f — повышенная частота испытательного напряжения, равная $2f_n - 2f_n$ (любое значение в этих пределах).

Во всех случаях продолжительность испытания — не менее 15 с.

10.4.6.3 Аккумуляторы.

10.4.6.3.1 Изоляция аккумуляторных батарей независимо от номинального напряжения должна испытываться напряжением 2000 В (действующее значение).

10.4.6.3.2 Литий-ионные аккумуляторные батареи, литий-ионные аккумуляторные системы, солнечные батареи и топливные элементы могут испытываться в соответствии с Приложением 18.

10.4.6.4 Электрические распределительные устройства, шинопроводы и аппараты.

10.4.6.4.1 Изоляция электрических аппаратов (коммутационных, защитных, управления), электрических щитов и пультов, шинопроводов, светильников напряжением до 1000 В должна выдерживать без пробоя и перекрытия приложенное испытательное напряжение, действующие значения которого указаны:

Номинальное аппаратов по изоляции, U_n	Напряжение, В	Испытательное (действующее значение)
60.....		1000
60 – 250.....		2000
251 – 660.....		2500
661 – 800.....		3000
801 – 1000.....		3500
1001 – 3000.....		$3U_n$

Примечания: 1. При испытании щитов, пультов, шинопроводов их комплектующие элементы, которые были подвергнуты самостоятельным испытаниям электрической прочности изоляции, могут быть отключены.

Допускается вместо отключения таких элементов снижать испытательное напряжение на 20 % по сравнению с указанным выше.

2. Испытательное напряжение на аппаратуру свыше 3 кВ указано в отдельной таблице настоящей главы.

3. Изоляция обмоток электромагнитных расцепляющих механизмов испытывается действующим значением 2000 В.

10.4.6.4.2 Испытательное напряжение для проверки изоляции предохранителей на напряжение до 500 В должно быть 3000 В.

10.4.6.4.3 Конденсаторы должны выдерживать испытательное напряжение, приложенное между соединенными обкладками и корпусом, действующие значения которого указаны ниже, а между обкладками – в соответствии с [10.4.6.9](#):

Напряжение, В	
Номинальное конденсатора, U_n	Испытательное (действующее значение)
220.....	3000
380.....	3000
500.....	3000
660.....	6000
1000.....	6000
3150.....	16000
6300.....	22000

10.4.6.5 Приборы контроля и управления судном, устройства внутренней электрической связи и сигнализации.

10.4.6.5.1 Электрическая прочность изоляции приборов контроля и управления судном, аппаратов и устройств внутренней электрической связи и сигнализации должна быть испытана напряжением, действующие значения которого указаны:

Напряжение, В	
Номинальное прибора, U_n	Испытательное (действующее значение)
До 60	$500 + 2U_n$
61 – 250.....	1500
251 – 380.....	2000

10.4.6.5.2 Указанные в [10.4.6.5.1](#) испытательные напряжения не применяются для датчиков тахометров, для которых должны применяться напряжения, указанные в [10.4.6.1.1](#) и [10.4.6.4.1](#) (для вторичных приборов измерителей).

10.4.6.6 Кабельные изделия.

10.4.6.6.1 Каждая изолированная жила готового кабеля должна выдерживать в течение 5 мин без пробоя приложение однофазного синусоидального переменного напряжения с частотой 50 (60) Гц или напряжение постоянного тока, указанное в [табл. 10.4.6.6.1](#). Эти испытательные напряжения для готового кабеля применяются как после выдержки изделий в воде, так и без такой выдержки, как при испытании с погружением в воду, так и без погружения с учетом требований стандартов МЭК 60502- 2:2014 и МЭК 60840:2017.

Таблица 10.4.6.6.1

Кабели	Испытательное напряжение, В	
	Переменный ток 50(60) Гц	Постоянный ток
Силовые на номинальное напряжение, В:		
250	1500	3000
750	2500	5000
1000	3000	-
3000	7000	-
6000	21000	-
8700	30500	-
12000	42000	-
18000	63000	-
45000-47000	65000	-
60000-69000	90000	-
110000-115000	160000	-
132000-138000	190000	-
150000-161000	218000	-
Сигнализации и связи на номинальное напряжение 250 В	1500	3000
Примечания: 1. Таблица относится к кабелям с резиновой, поливинилхлоридной и полиэтиленовой изоляцией в резиновой или поливинилхлоридной оболочке. 2. Испытательное напряжение для кабелей, номинальное напряжение которых не указано в таблице, устанавливается технической документацией в соответствии с национальными или международными стандартами. 3. Для кабелей с экранированными жилами, если они составляют более 50 % всех жил, испытательное напряжение может быть снижено на 25 % по сравнению с указанным в таблице.		

10.4.6.6.2 Все изолированные жилы кабеля до повива, а также установочные одножильные провода без оболочки должны дополнительно выдерживать без пробоя приложение испытательного синусоидального напряжения с частотой 50 Гц и с эффективным значением, указанным в [табл. 10.4.6.6.2](#).

Продолжительность нахождения каждой точки изоляции под испытательным напряжением при таком испытании – не менее 0,1 с.

10.4.6.7 Электрические отопительные и нагревательные приборы.

10.4.6.7.1 Электрические отопительные и нагревательные приборы с трубчатыми электронагревателями (ТЭН), за исключением подогревателей топлива и масла, должны выдерживать испытательное напряжение, действующие значения которого указаны в [табл. 10.4.6.7.1](#).

Таблица 10.4.6.6.2

Кабели	Площадь поверхности номинального сечения жилы, мм ²	Испытательное напряжение (действующее значение) для кабелей и проводов на номинальное напряжение, В	
		250	750
Силовые	0,75 – 16	6000	10000
	16 – 25	8000	10000
	более 25	10000	12000
Телефонные	–	4000	–

Таблица 10.4.6.7.1

Номинальное напряжение нагревательного прибора, В	Испытательное напряжение (действующее значение), В		
	в практически холодном состоянии		в нагретом до рабочей температуры состоянии независимо от диаметра ТЭН
	с ТЭН диаметром до 10 мм	с ТЭН диаметром более 10 мм	
12 – 60	800	1000	600
110 – 127	1300	1500	1200
220	1500	1700	1200
380	1800	2000	1200
Примечание. При испытаниях отопительных и нагревательных приборов с ТЭН, уже испытанными на предприятии (изготовителе), указанные напряжения могут быть снижены на 20 %.			

10.4.6.7.2 Подогреватели топлива и масла на номинальные напряжения 220 и 380 В должны испытываться напряжением 2000 В в холодном состоянии и 1500 В в нагретом до рабочей температуры состоянии.

10.4.6.8 Электрические измерительные приборы.

10.4.6.8.1 К средствам измерения электрических величин, на которые распространяются требования в [10.4.6.8.2](#), относятся аналоговые и цифровые приборы измерения электрических величин, измерительные преобразователи, а также составные части приборов для измерения неэлектрических величин, если на вход этих частей подается электрическая величина.

10.4.6.8.2 Испытательное напряжение, которое должна выдерживать изоляция измерительных приборов, рассчитанных на различные рабочие напряжения, действующие значения которого указаны:

Рабочее напряжение, В

Испытательное напряжение
(действующее значение), В

До 130	500
131 – 250	1500
251 – 660	2000
661 – 1000	3000
Свыше 1001	в соответствии с национальными или международными стандартами

Примечания: 1. Указанные напряжения приняты для испытания изоляции между токоведущими частями и корпусом прибора.

2. Допускается проведение испытания постоянным током. В этом случае указанные напряжения должны быть увеличены в 1,41 раза.

10.4.6.9 Конденсаторные установки повышения коэффициента мощности.

Конденсаторные установки повышения коэффициента мощности ($\cos \varphi$) должны выдерживать испытательное напряжение синусоидального переменного тока – 50 Гц между обкладками, прикладываемое к их выводам в течение 10 с, равное 2,15 номинального, или напряжение постоянного тока, равное 4,3 номинального.

10.4.6.10 Высоковольтное оборудование свыше 15 кВ.

10.4.6.10.1 Требование к испытаниям электрической прочности изоляции силовых трансформаторов номинальным напряжением выше 15 кВ приведены в [10.4.6.2.2](#).

10.4.6.10.2 Требования к испытаниям электрической прочности изоляции кабельных изделий номинальным напряжением выше 15 кВ приведены в [10.4.6.6.1](#)

10.4.6.10.3 Комплектные распределительные устройства (КРУ) 15–35 кВ и экранированные токопроводы:

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) внешняя изоляция, в т.ч. изоляция внутри оболочки КРУ, цепей первичных соединений КРУ должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в [табл. 10.4.6.10.3.1](#).

Таблица 10.4.6.10.3.1

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции				
		грозового импульса		кратковременное (одноминутное) переменное		
		полного		в сухом состоянии		под дождем
		КРУ с одним разрывом на полюс относительн о земли и между фазами (полюсами) ²	КРУ с двумя разрывами на полюс относительно земли и между фазами (полюсами) ²	КРУ с одним разрывом на полюс относительно земли и между фазами (полюсами) ²	КРУ с двумя разрывами на полюс относительно земли и между фазами (полюсами) ²	КРУ относительно земли и между фазами (полюсами) ²
1	2	3	4	5	6	7
15-19	а	95	110	38	45	38
	б			55	63	
20-23	а	125	145	50	60	50
	б			65	75	
24-26	а	150	165	60	70	60
	б			75	90	
27-34	а	170	190	65	85	65
	б			80	95	
35	а	190	220	80	95	80
	б			95	120	

¹Уровень изоляции:

а – для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов, для остального электрооборудования - устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем; уровень изоляции;

б – для электрооборудования, разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов.

²Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения.

Испытательное напряжение должно быть приложено:

к изоляции относительно земли и между полюсами при рабочем и разобщенном (контрольном) положениях выдвижного элемента;

к изоляции между токоведущими и заземленными частями при ремонтном положении выдвижного элемента;

к изоляции относительно земли и между полюсами при включенном и отключенном положениях разъединителей, присоединенных к цепям первичных соединений для КРУ без выдвижных элементов.

Примечание. Нормально присоединенное к цепям первичных соединений КРУ электрооборудование, для которого установлены испытательные напряжения грозовым импульсом меньшие, чем указанные в [табл. 10.4.6.10.3.1](#), при испытании по настоящему пункту должно быть отсоединено от цепей первичных соединений. Испытание должно быть повторено со всем присоединенным электрооборудованием приложением напряжения, допускаемого для всего электрооборудования;

.2 внешняя изоляция внутри оболочки КРУ между токоведущими частями одного и того же полюса цепей первичных соединений КРУ при разобщенном (контрольном)

положении выдвижного элемента при двух разрывах на полюс должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в [табл. 10.4.6.10.3.1](#) (графа 4).

КРУ без выдвижных элементов должны выдерживать испытания внешней изоляции между контактами одного и того же полюса разъединителей цепей первичных соединений в отключенном положении разъединителя;

.3 требования к изоляции КРУ при кратковременных переменных напряжениях.

Изоляция цепей первичных соединений КРУ должна выдерживать одноминутные напряжения, указанные в [табл. 10.4.6.10.3.1](#) (графы 5, 6 и 7).

Испытательное напряжение должно быть приложено к изоляции согласно [10.4.6.10.3.1](#).

Внешняя изоляция внутри оболочки КРУ между токоведущими частями одного и того же полюса цепей первичных соединений КРУ при разобранном (контрольном) положении выдвижного элемента при двух разрывах на полюс должна выдерживать в сухом состоянии напряжения, указанные в [табл. 10.4.6.10.3.1](#) (графа 6).

Внешняя изоляция (вне оболочки КРУН) цепей первичных соединений КРУН относительно земли должна выдерживать под дождем напряжения, указанные в [табл. 10.4.6.10.3.1](#) (графа 7);

.4 требования к изоляции экранированных токопроводов.

Изоляция экранированных токопроводов должна выдерживать:

напряжения полных грозовых импульсов, указанные в [табл. 10.4.6.10.3.1](#) (графа 3);

одноминутное переменное напряжение, указанное в [табл. 10.4.6.10.3.1](#) (графа 5).

10.4.6.10.4 Комплектные распределительные устройства элегазовые (КРУЭ) 110—220 кВ.

10.4.6.10.4.1 Изоляция главных цепей КРУЭ.

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) изоляция относительно земли КРУЭ, а также изоляция между полюсами КРУЭ трехполюсного исполнения должна выдерживать испытательные напряжения полного грозового импульса согласно [табл. 10.4.6.10.4.1.5](#) (графа 2);

.2 изоляция электромагнитных трансформаторов напряжения должна быть испытана также напряжением срезанного грозового импульса. При этом значения испытательных напряжений срезанного грозового импульса должны быть равны значениям испытательных напряжений полного грозового импульса, указанным в [10.4.6.10.4.1.1](#);

.3 изоляция между контактами одного и того же полюса выключателей и разъединителей при отключенном положении аппарата должна выдерживать испытательные напряжения полного грозового импульса согласно [табл. 10.4.6.10.4.1.5](#) (графы 3 и 4);

.4 изоляция относительно земли КРУЭ, а также изоляция между полюсами КРУЭ трехполюсного исполнения должна выдерживать испытательные кратковременные (одноминутные) переменные напряжения, указанные в [табл. 10.4.6.10.4.1.5](#) (графа 5);

.5 изоляция ввода «воздух - элегаз» в КРУЭ классов напряжения от 72,5 до 220 кВ в сухом состоянии, а для ввода категории размещения 1 также и под дождем должна выдерживать испытательные кратковременные (одноминутные) переменные напряжения согласно [табл. 10.4.6.10.4.1.5](#) (графа 5).

Таблица 10.4.6.10.4.1.5

Класс напряжения	Испытательное напряжение, кВ					
	полного грозового импульса			кратковременное (одноминутное) переменное		
	относительно земли и между полюсами	между контактами		относительно земли и между полюсами	между контактами	
		выключателей	разъединителей		выключателей	разъединителей
1	2	3	4	5	6	7
72,5-99	325		375	140		160
100-122	450		520	185		210
123-149	550		630	230		265
150-219	750		860	325		375
220	950		1050	395		460

.6 изоляция между контактами одного и того же полюса выключателей и разъединителей должна выдерживать испытательные кратковременные (одноминутные) переменные напряжения согласно [табл. 10.4.6.10.4.1.5](#) (графы 6 и 7);

.7 изоляция главных цепей КРУЭ должна выдерживать испытание переменным напряжением с измерением частичных разрядов. При этом испытание с измерением характеристик частичных разрядов должно проводиться приложением к испытываемой изоляции переменного напряжения, предварительное значение которого длительностью 10 с должно быть равно $1,05 U_{н.р}^1$ для электрооборудования 110 кВ и выше.

Затем напряжение должно быть без отключения снижено до значения $1,1 U_{н.р}/\sqrt{3}$ и выдержано в течение не менее 1 мин. Изоляцию считают выдержавшей испытание, если интенсивность частичных разрядов при напряжении $1,1 U_{н.р}/\sqrt{3}$ не превысила значения 10^{-1} Кл;

.8 изоляция вводов КРУЭ должна удовлетворять требованиям к стойкости в отношении теплового пробоя, а для вводов «воздух - элегаз» в КРУЭ категории размещения 1 – также к длине пути утечки внешней изоляции (требования к изоляции вводов см. [10.4.6.10.10](#)).

10.4.6.10.4.2 Изоляция цепей управления, вспомогательных цепей КРУЭ и вторичных обмоток измерительных трансформаторов:

.1 изоляция вторичных обмоток трансформаторов напряжения должна выдерживать в течение 1 мин испытательное напряжение 3 кВ частотой 50 Гц, приложенное от внешнего источника;

Изоляция вторичных обмоток трансформаторов тока должна выдерживать в течение 1 мин испытательное напряжение 3 кВ частотой 50 Гц, приложенное от внешнего источника.

Междусекционная изоляция секций первичных и вторичных обмоток, предназначенных для изменения коэффициента трансформации трансформаторов тока, должна выдерживать в течение 1 мин воздействие испытательного напряжения 3 кВ частотой 50 Гц;

¹ $U_{н.р}$ - наибольшее рабочее напряжение электрооборудования - наибольшее напряжение частоты 50 Гц, неограниченно длительное приложение которого к зажимам разных фаз (полюсов) электрооборудования допустимо по условиям работы его изоляции.

.2 изоляция цепей управления и вспомогательных цепей КРУЭ относительно земли должна выдерживать испытательное кратковременное (одноминутное) напряжение для электрооборудования 220 кВ и ниже, равное 2 кВ, прикладываемое поочередно между:

- токоведущими и заземленными частями;
- токоведущими частями разных цепей;
- разомкнутыми контактами элементов одной и той же цепи.

Длительность выдержки испытательного напряжения должна быть равна 1 мин.

Примечание. Испытание по токоведущим частям разных цепей и разомкнутым контактам элементов одной и той же цепи допускается не проводить при условии гарантирования предприятием-изготовителем электрооборудования необходимого качества изоляции.

.3 междувитковая изоляция обмоток электромагнитов в цепях управления КРУЭ (кроме включенных во вторичную цепь трансформаторов тока) должна выдерживать в течение 1 мин испытательное кратковременное переменное напряжение, приложенное между выводами обмоток и равное $3,5 U_n$ - для обмоток переменного тока и $2,5 U_n$ - для обмоток постоянного тока, где U_n - номинальное напряжение вспомогательных цепей и цепей управления;

10.4.6.10.4.3 Виды испытаний и общие указания по их проведению:

.1 изоляция КРУЭ должна подвергаться указанным выше испытаниям. Испытаниям должны подвергаться каждое КРУЭ или каждая его ячейка, полюс, отдельный модуль или транспортный блок, состоящий из одного или нескольких модулей;

.2 испытания изоляции КРУЭ должны проводиться при нормированной минимальной рабочей плотности элегаза. Нормированное значение минимальной рабочей плотности элегаза указывается в стандартах на электрооборудование конкретных типов (МЭК 62271-203:2011), а также в соответствии с руководством по эксплуатации оборудования;

.3 приведение испытательных напряжений к атмосферным условиям при испытании должно осуществляться только при испытании электрической прочности изоляции вводов «воздух - элегаз»;

.4 при испытании изоляции главных цепей КРУЭ напряжением полного грозового импульса должен применяться метод 15 импульсов с приложением импульсов положительной и отрицательной полярностей;

.5 при испытании изоляции трансформаторов напряжения напряжением срезанного грозового импульса должен применяться метод трех импульсов с приложением импульсов положительной и отрицательной полярностей.

.6 при испытании изоляции главных цепей КРУЭ напряжением коммутационного импульса должен применяться метод 15 импульсов с приложением импульсов положительной и отрицательной полярностей, за исключением ввода "воздух-елегаз" в КРУЭ категории размещения 1, который должен испытываться в сухом состоянии импульсами положительной полярности, а под дождем - импульсами положительной и отрицательной полярностей;

.7 при испытании изоляции главных цепей, цепей управления и вспомогательных цепей КРУЭ и вторичных обмоток измерительных трансформаторов кратковременным переменным напряжением должен применяться метод приложения одноминутного напряжения;

.8 испытание переменным напряжением с измерением частичных разрядов согласно [10.4.6.10.4.3.7](#) должно проводиться после испытаний электрической прочности изоляции напряжениями грозовых импульсов, коммутационных импульсов и кратковременным переменным.

10.4.6.10.5 Токопроводы с литой (твердой) изоляцией:

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) электрооборудование или его части с литой или заполненной компаундом изоляцией должно выдерживать испытание на отсутствие частичных разрядов в газовых включениях в изоляции приложением переменного напряжения.

Указанное испытание может проводиться методом измерения зависимости тангенса угла диэлектрических потерь от напряжения, изменяемого до 120 % наибольшего рабочего напряжения для электрооборудования классов напряжения от 3 до 110 кВ или 120 % наибольшего рабочего напряжения, деленного на $\sqrt{3}$, для электрооборудования классов напряжения 110 кВ и выше;

.2 испытание с измерением характеристик частичных разрядов должно проводиться приложением к испытываемой изоляции переменного напряжения, предварительное значение которого длительностью 10 с должно быть равно $1,3 U_{н.р}^1$ для электрооборудования классов напряжения от 3 до 35 кВ, $1,05 U_{н.р}^1$ - для электрооборудования 110 кВ и выше.

Затем напряжение должно быть без отключения снижено до значения $1,1 U_{н.р}/\sqrt{3}$ и выдержано в течение не менее 1 мин; при этом должно производиться измерение интенсивности частичных разрядов, допустимое значение которой указано в разделах с требованиями к электрооборудованию конкретных видов;

.3 метод испытания по частям, а также прикладываемое к этим частям напряжение, должны выбираться изготовителем в соответствии с национальными стандартами на электрооборудование;

10.4.6.10.6 Токопроводы с элегазовой изоляцией 110—220 кВ:

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) нормированные испытательные напряжения главных цепей токопроводов элегазовых должны соответствовать данным [табл. 10.4.6.10.6.1](#);

Таблица 10.4.6.10.6.1

Класс напряжения	Испытательное напряжение, кВ			
	полного грозового импульса		кратковременное (одноминутное) переменное	
	относительно земли	между фазами для ТЭТФ	относительно земли	между фазами для ТЭТФ
110	450	450	230	230
150	650	650	300	300
220	900	900	440	440

Примечания:
ТЭ – токопровод элегазовый;
ТЭТФ – токопровод элегазовый с расположением всех трех фаз в одной оболочке.

Для токопроводов с общей для всех трех фаз оболочкой, испытательное напряжение прикладывается поочередно к каждой фазе токопровода или к двум фазам при соединении третьей фазы с заземленной оболочкой

.2 изоляция цепей управления и вспомогательных цепей ТЭ относительно земли должна выдерживать испытательное кратковременное (одноминутное) переменное напряжение равное 2,0 кВ, прикладываемое поочередно между токоведущими и заземленными частями, а также между токоведущими частями разных цепей;

.3 интенсивность частичных разрядов в изоляции ТЭ не должна превышать значения 10-11 Кл при приложении к ней переменного напряжения, равного $1,1 U_{н.р}/\sqrt{3}$

¹ $U_{н.р}$ - наибольшее рабочее напряжение электрооборудования - наибольшее напряжение частоты 50 Гц, неограниченно длительное приложение которого к зажимам разных фаз (полюсов) электрооборудования допустимо по условиям работы его изоляции.

.4 при приложении к внешней изоляции концевых устройств ТЭ в виде вводов «воздух - элегаз» переменного напряжения, равного $1,1 U_{н.р}/\sqrt{3}$, должно фиксироваться отсутствие видимой короны;

.5 электрическая прочность внутренней изоляции ТЭ вводов «воздух – элегаз», «масло - элегаз», «кабель - элегаз» и «элегаз - элегаз», должна соответствовать значениям нормированных испытательных напряжений относительно земли согласно [10.4.6.10.6.1](#).

10.4.6.10.7 Изоляторы, испытываемые отдельно (сборные шины, жесткая ошиновка).

.1 требования к изоляции изоляторов при напряжениях грозовых импульсов. Внешняя изоляция изоляторов должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные для изоляторов и шинных опор,; в [табл. 10.4.6.10.7.1](#)

Таблица 10.4.6.10.7.1

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции		
		грозового импульса	кратковременное (одноминутное) переменное	
		полного	в сухом состоянии	под дождем
		Изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ²
1	2	3	4	5
15-19	а	95	38	38
	б		55	
20-23	а	125	50	50
	б		65	
24-26	а	150	60	60
	б		75	
27-34	а	170	65	65
	б		80	
35-109	а	190	80	80
	б		95	
110-149	-	450/550 ³	230	200
150-219	-	650	275	275
220	-	950	395	395

¹Уровень изоляции:

а – для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов, для остального электрооборудования - устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем; уровень изоляции;

б – для электрооборудования, разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов.

²Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения.

³В знаменателе указаны значения для испытания в сухом состоянии изоляторов с немасляной изоляцией без проверки качества выполнения изоляции на отсутствие частичных разрядов или другими дополнительными методами, а также шинных опор, в числителе - для остального электрооборудования.

.2 требования к изоляции изоляторов при переменных напряжениях.

Внутренняя изоляция изоляторов, в т.ч. изоляция вводов в аппараты должна выдерживать одноминутные напряжения, указанные в [табл. 10.4.6.10.4.1.5](#) (графа 4,5).

Внешняя изоляция изоляторов должна выдерживать в сухом состоянии, а изоляторов категории размещения 1 - также под дождем одноминутные напряжения, указанные для изоляторов в [табл. 10.4.6.10.4.6.1](#) (графы 4,5).

10.4.6.10.8 Сухие токоограничивающие реакторы.

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) изоляции обмоток сухих токоограничивающих реакторов на напряжение 15-220 кВ обмотки должны выдерживать испытательные напряжения полного и срезанного грозового импульса, действующие значения которых указаны в [табл. 10.4.6.2.1-2](#);

.2 каждый образец электрооборудования при выпуске с предприятия-изготовителя должен быть подвергнут испытаниям его изоляции:

для внутренней изоляции - испытательным одномоментным переменным напряжением в соответствии с [10.4.6.10.4.2.2](#);

для внутренней изоляции заполненных жидким или газообразным диэлектриком с элементами литой изоляции классов напряжения 110 кВ и выше - переменным напряжением с измерением характеристик частичных разрядов.

Примечания: 1. Допускается не проводить отдельно испытания изделий при установившемся производстве изоляции устанавливаемых на реакторах классов напряжения от 15 до 35 кВ, армируемых предприятием-изготовителем реактора, ограничиваясь приложением к вводам испытательного одномоментного переменного напряжения реактора при проведении испытания.

2. Допускается не проводить испытания изделий при установившемся производстве изоляции собранных токоограничивающих сухих реакторов, а ограничиваться испытанием их изоляторов;

.3 внутренняя изоляция обмотки токоограничивающих реакторов должна выдерживать относительно земли и других обмоток приложенное от внешнего источника испытательное одномоментное напряжение, указанное в [табл. 10.4.6.2.1-2](#). Части расщепленной обмотки должны рассматриваться каждая как отдельная обмотка.

10.4.6.10.9 Вентильные разрядники, ограничители перенапряжения.

.1 изоляция вентильных разрядников и ограничителей перенапряжения (далее ограничители перенапряжения или ОПН), изготовленная с применением органических (полимерных) материалов, должна быть трекинг-эрозионно-стойкой;

.2 при испытании на предприятии (изготовителе) изоляции корпуса ограничителя перенапряжения должна выдерживать испытания напряжением грозового импульса, коммутационного импульса, одномоментного напряжения промышленной частоты в соответствии с [табл. 10.4.6.10.9.2](#).

Таблица 10.4.6.10.9.2

Класс напряжения электро- оборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции		
		грозового импульса	кратковременное (одномоментное) переменное	
		полного	в сухом состоянии	под дождем
		Разрядник, ОПН относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Разрядник, ОПН относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ²
1	2	3	4	5
15 – 19	а	95	38	38
	б		55	
20 – 23	а	125	50	50
	б		65	
24 – 26	а	150	60	60
	б		75	
27 – 34	а	170	65	65

Класс напряжения электро- оборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции		
		грозового импульса	кратковременное (одноминутное) переменное	
		полного	в сухом состоянии	под дождем
		Разрядник, ОПН относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Разрядник, ОПН относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ²
1	2	3	4	5
	б		80	
35 — 109	а	190	80	80
	б		95	
110 — 149	-	450	230	200
150 — 219	-	650	300	275
220	-	900	440	395
¹ Уровень изоляции а – для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов, для остального электрооборудования - устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем; уровень изоляции; б – для электрооборудования, разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов. ² Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения.				

.3 испытанию напряжением грозового импульса должна подвергаться изоляция всех типов ограничителей. Максимальное значение напряжения испытательного импульса должно быть не менее значения остающегося напряжения на ограничителе при номинальном разрядном токе, умноженного на 1,3.

Остающееся напряжение (ОПН $U_{ост}$) — максимальное значение напряжения на ограничителе при протекании через него импульсного тока с данной амплитудой и формой импульса.

Номинальный разрядный ток (ОПН I_n) — максимальное (амплитудное) значение грозового импульса тока 8/20 мкс, используемое для классификации ОПН.

.4 испытанию напряжением коммутационного импульса должна подвергаться внешняя изоляция ограничителей с номинальными разрядными токами 10000 и 20000 А и наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением 210 кВ и выше. Значение испытательного напряжения должно быть равно значению остающегося напряжения при наибольшем значении коммутационного тока из приведенных в [табл. 10.4.6.10.9.4](#), умноженному на 1,25. Остающиеся напряжения на ограничителе должны быть указаны изготовителем в технических документах на конкретные типы ограничителей при импульсах токов 30/60 мкс, 8/20 мкс и 1/10 мкс с максимальными значениями импульсов, указанными в [табл. 10.4.6.10.9.4](#).

Таблица 10.4.6.10.9.4

Класс ограничителя по пропускной способности	Номинальный разрядный ток, А	Максимальные значения токов, А, при импульсах, мкс		
		30/60	8/20	1/10
1	5000	125, 250, 500	2500, 5000, 10000	5000
	10000	125, 250, 500	5000, 10000, 20000	10000
2	10000	250, 500, 1000	5000, 10000, 20000	10000
3	10000	500, 1000, 2000	5000, 10000, 20000	10000
4	10000	500, 1000, 2000	5000, 10000, 20000	10000
	20000	500, 1000, 2000	10000, 20000, 40000	20000

Класс ограничителя по пропускной способности	Номинальный разрядный ток, А	Максимальные значения токов, А, при импульсах, мкс		
		30/60	8/20	1/10
5	20000	500, 1000, 2000	10000, 20000, 40000	20000

.5 испытанию напряжением промышленной частоты (1 мин) должны подвергаться ограничители с номинальным разрядным током 5000 А, а также ограничители с номинальным разрядным током 10000 и 20000 А, длительно допустимое рабочее напряжение которых менее 210 кВ.

Амплитуда одноминутного испытательного напряжения должна быть не менее значения:

остающегося напряжения при номинальном разрядном токе, умноженного на 0,88; для ограничителей с номинальным разрядным током 5000 А;

остающегося напряжения при наибольшем значении коммутационного тока согласно [табл. 10.4.6.10.9.4](#) (в зависимости от класса пропускной способности и номинального разрядного тока), умноженного на 1,06 - для ограничителей с номинальным разрядным током 10000 и 20000 А;

.6 испытания изоляции корпуса ОПН должны проводиться 15-ударным методом. При нормальных атмосферных условиях испытательное напряжение должно быть не менее остающегося напряжения ОПН при номинальном разрядном токе, умноженного на 1,3.

10.4.6.10.10 Вводы, проходные изоляторы 110—220 кВ;

.1 требования к изоляции вводов и проходных изоляторов при напряжениях грозовых импульсов. При испытании на предприятии (изготовителе) внешняя изоляция вводов и проходных изоляторов напряжением от 15 до 110 кВ должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в [табл. 10.4.6.10.7.1](#).

Внешняя изоляция вводов и проходных изоляторов 110—220 кВ должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в [табл. 10.4.6.10.10.1](#).

Таблица 10.4.6.10.10.1

Класс напряжения электро-оборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции		
		грозового импульса	кратковременное (одноминутное) переменное	
		полного	в сухом состоянии	под дождем
		Ввод, проходной изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ¹	Ввод, проходной изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ¹	Ввод, проходной изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ¹
1	2	3	4	5
110	-	450/550 ²	230	200
150	-	650	275	275
220	-	950	395	395
¹ Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения – также и между полюсами.				
² В знаменателе указаны значения для вводов, в числителе - для других изоляторов				

.2 испытание под дождем внешней изоляции электрооборудования, имеющего основные активные части, расположенные в металлической оболочке и

присоединяемые через самостоятельные вводы, допускается не проводить, если испытание внешней изоляции вводов под дождем проведено отдельно;

.3 каждый образец электрооборудования при выпуске с предприятия-изготовителя должен быть подвергнут испытаниям его изоляции:

для внутренней изоляции вводов классов напряжения 110 кВ и выше - переменным напряжением с измерением характеристик частичных разрядов.

Примечания: 1. Допускается не проводить отдельно испытание изоляции устанавливаемых на трансформаторах, реакторах и аппаратах вводов классов напряжения от 3 до 35 кВ, армируемых предприятием-изготовителем трансформатора, реактора или аппарата, а также вводов, собираемых из частей на баке электрооборудования, ограничиваясь приложением к вводам испытательного одноминутного переменного напряжения трансформатора, реактора или аппарата при проведении испытания изделий при установившемся производстве последних.

2. В объем испытаний фарфоровых проходных изоляторов, указанный в стандартах на эти изоляторы, испытание одноминутным переменным напряжением может не входить, при условии указания другого способа проверки качества изготовления изоляторов, заменяющего испытание одноминутным напряжением;

.4 внешняя изоляция вводов, предназначенных для выводов нейтрали обмоток ВН силовых трансформаторов классов напряжения 110, 150 и 220 кВ с неполной изоляцией нейтрали, допускающей работу с разземлением нейтрали, должна быть испытана напряжениями полных грозовых импульсов, указанными в [табл. 10.4.6.2.1-3](#) (графа 6);

.5 требования к изоляции изоляторов при переменных напряжениях.

Внутренняя изоляция изоляторов, в т.ч. изоляция вводов в аппараты должна выдерживать одноминутные напряжения, указанные в [табл. 10.4.6.10.7.1](#) (графы 4 и 5).

Внутренняя изоляция вводов в силовые трансформаторы и шунтирующие реакторы классов напряжения 110 кВ и выше должна выдерживать испытание длительным переменным напряжением значением, равным $1,5 U_{н.р}/\sqrt{3}$.

Напряжение должно быть плавно поднято до нормированного значения, а затем выдержано в течение 0,5 ч вне зависимости от его частоты; при этом должно проводиться измерение интенсивности частичных разрядов.

Изоляция считается выдержавшей испытание, если интенсивность частичных разрядов во время выдержки напряжения не превысила значения 10^{-11} Кл.

10.4.6.10.11 Предохранители, предохранители-разъединители:

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) внешней изоляции предохранителей, предохранителей-разъединителей (далее предохранителей) должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в [табл. 10.4.6.10.11.1](#).

Методы испытаний изоляции грозовыми импульсами и критерии выдерживания испытания должны соответствовать стандарту МЭК 60060-1:1989 на электрооборудование отдельных видов и приведены в [табл. 10.4.6.10.11.1](#).

Должны применяться следующие методы испытаний:

для внутренней изоляции электрооборудования – трехударный метод;

для внешней изоляции электрооборудования – 15-ударный метод.

Для внешней изоляции между контактами одного и того же полюса разъединителей и предохранителей при вынутом патроне допускается применять вместо 15-ударного метод полного разряда; при этом выдерживаемое с вероятностью 90 % напряжение должно быть не меньше соответствующего испытательного напряжения.

Таблица 10.4.6.10.11.1

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции					
		грозового импульса		кратковременное (одноминутное) переменное			
		полного		в сухом состоянии		под дождем	
		Предохранитель относительно земли	Предохранитель между контактами ²	Предохранитель относительно земли	Предохранитель между контактами ^{3,2}	Предохранитель относительно земли	Предохранитель между контактами ²
1	2	3	4	5	6	7	8
15 – 19	а	95	110	38	45	38	45
	б			55	63		
20 – 23	а	125	145	50	60	50	60
	б			65	75		
24 – 26	а	150	165	60	70	60	70
	б			75	90		
27 – 34	а	170	190	65	85	65	75
	б			80	95		
35 – 109	а	190	220	80	95	80	95
	б			95	120		
110 – 149	-	450	570	230		230	
150 – 219	-	650	790	300	315	300	315
220	-	900	1100	440	460	440	460

¹Уровень изоляции

а – для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов, для остального электрооборудования - устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем; уровень изоляции;

б – для электрооборудования, разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов.

²Уровень изоляции между контактами одного и того же полюса предохранителей с патроном, но без плавкой вставки между электродами.

³Уровень изоляции между контактами одного и того же полюса, предохранителей при вынутом патроне.

.2 испытание изоляторов, разъединителей, испытательными напряжениями грозовых импульсов по методу, указанному для внешней изоляции, является одновременно испытанием электрической прочности их внутренней изоляции;

.3 внешняя изоляция предохранителей (предохранитель с патроном с неперегоревшей плавкой вставкой) относительно земли, а для предохранителей трехполюсного исполнения - между соседними полюсами должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в [табл. 10.4.6.10.11.1](#) (графа 3). Внешняя изоляция предохранителей между контактами одного и того же полюса предохранителя при вынутом патроне должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в [табл. 10.4.6.10.11.1](#) (графа 4).

.4 требования к изоляции при одноминутном переменном напряжении. Внутренняя изоляция предохранителей (предохранитель с патроном с неперегоревшей плавкой вставкой) относительно земли, а для предохранителей трехполюсного исполнения — между соседними полюсами должна выдерживать одноминутное напряжение, указанное в [табл. 10.4.6.10.11.1](#) (графа 5).

.5 внешняя изоляция предохранителей относительно земли должна выдерживать в сухом состоянии, а для предохранителей категории размещения 1 – также под дождем одноминутные напряжения, указанные в [табл. 10.4.6.10.11.1](#) (графы 5 и 7).

.6 внешняя изоляция предохранителей между контактами одного и того же полюса предохранителя при вынутом патроне должна выдерживать в сухом состоянии одноминутное напряжение, указанное в [табл. 10.4.6.10.11.1](#) (графа 6), а изоляция между контактами одного и того же полюса предохранителя с патроном, но без плавкой вставки между электродами в сухом состоянии и под дождем – указанные в [табл. 10.4.6.10.11.1](#) (графы 6 и 8).».

10.5 ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НА СООТВЕТСТВИЕ УСЛОВИЯМ РАБОТЫ НА СУДНЕ

10.5.1 Общие положения.

10.5.1.1 Перечень изделий электрического оборудования, которые подвергаются различным видам механических и климатических испытаний, приведены в табл. [10.5.1.1-1](#) и [10.5.1.1-2](#).

Таблица 10.5.1.1-1

Испытания оборудования на соответствие условиям работы на судне

Изделия	Механические испытания				Климатические испытания								Испытания защитного исполнения оболочки
	вибрационные	испытания на удар	на устойчивость к качке	на устойчивость к длительным наклонам	на теплоустойчивость	на холодоустойчивость	на воздействие смены температур	на влагоустойчивость	на устойчивость к инею и влаге после	на стойкость к соляному туману	на стойкость к солнечной радиации	на грибоустойчивость	
Электрические машины	+	+	(+)	+	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Трансформаторы	+	+	(+)	(+)	+	+	—	+	—	(+)	—	(+)	(+)
Статические преобразователи	+	+	(+)	—	+	+	—	+	—	(+)	—	(+)	
Аппараты коммутационные, защитные, управления	+	+	+	+	+	+	(+)	+	(+)	(+)	—	(+)	(+)
Электроизмерительные приборы	+	+	(+)	+	+	+	—	+	—	(+)	+	(+)	+
Электрические щиты и пульты	+	+	(+)	(+)	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Корпусы распределительных устройств, щитов и пультов управления, контроля и сигнализации	+	+	—	—	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Электроприводы	+	+	(+)	+	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Приборы контроля управления судном	+	+	(+)	+	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Аппараты и устройства внутренней связи и сигнализации	+	+	+	(+)	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Электрические нагревательные и отопительные приборы	+	+	(+)	(+)	+	+	—	+	—	(+)	—	(+)	
Аккумуляторы и аккумуляторные батареи	+	+	+	+	+	+	—	—	—	(+)	—	(+)	—

Изделия	Механические испытания				Климатические испытания								Испытания защитного исполнения оболочки
	вибрационные	испытания на удар	на устойчивость к качке	на устойчивость к длительным наклонам	на теплоустойчивость	на холодоустойчивость	на воздействие смены температур	на влагоустойчивость	на устойчивость к инею и влаге после	на стойкость к соляному туману	на стойкость к солнечной радиации	на грибоустойчивость	
Конденсаторы и конденсаторные установки для повышения коэффициента мощности	+	+	(+)	(+)	+	+	—	+	—	(+)	—	(+)	(+)
Светильники	+	+	—	(+)	(+)	(+)	(+)	+	(+)	(+)	—	(+)	(+)
Установочные изделия	+	+	—	—	(+)	+	—	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Кабели и провода	(+)	(+)	—	—	+	+	—	+	—	(+)	(+)	(+)	—
Шинопроводы	+	+	(+)	(+)	+	+	—	+	—	(+)	—	(+)	(+)
Условные обозначения: « + » – изделия подлежат испытанию; « (+) » – испытание обязательно не для всех изделий данного вида или в отдельных случаях изделия могут быть от него освобождены (см. положения по проведению данного испытания и по испытаниям изделий данного вида); « — » – испытания изделий не требуется.													

Таблица 10.5.1.1-2

Испытания оборудования 15-220 кВ на соответствие условиям работы на судне

Изделия	Механические испытания				Климатические испытания								Испытания защитного исполнения оболочки
	вибрационные испытания	испытания на удар	на устойчивость к качке	на устойчивость к длительным наклонам	на теплоустойчивость	на холодоустойчивость	на воздействие смены температур	на влагоустойчивость	на устойчивость к инею и влаге после оттаивания	на стойкость к соляному туману	на стойкость к солнечной радиации	на грибоустойчивость	
Трансформаторы	+	+	(+)	(+)	+	+	—	+	—	(+)	—	(+)	(+)
Комплектные распределительные устройства 15-35 кВ	+	+	—	—	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Комплектные распределительные устройства элегазовые 35-220 кВ	+	+	—	—	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Токопровод экранированный 15-35 кВ	+	+	+	(+)	+	+	—	+	—	(+)	(+)	(+)	(+)
Токопровод элегазовый 110-220 кВ	+	+	+	(+)	+	+	—	+	—	(+)	(+)	(+)	+

Изделия	Механические испытания				Климатические испытания								Испытания защитного исполнения оболочки
	вибрационные испытания	испытания на удар	на устойчивость к качке	на устойчивость к длительным наклонам	на теплоустойчивость	на холодоустойчивость	на воздействие смены температур	на влагоустойчивость	на устойчивость к инею и влаге после оттаивания	на стойкость к соляному туману	на стойкость к солнечной радиации	на грибоустойчивость	
Токопровод с литой (твердой) изоляцией 15- 35 кВ	+	+	+	(+)	+	+	-	+	-	(+)	(+)	(+)	(+)
Сборные шины, жесткая ошиновка (в т.ч. изоляторы в составе оборудования)	+	+	+	(+)	+	+	-	+	(+)	(+)	(+)	(+)	-
Сухие токоограничивающие реакторы	+	+	+	+	+	+	-	+	-	(+)	(+)	(+)	(+)
Вентильные разрядники, ограничители перенапряжений	+	+	+	(+)	+	+	-	+	-	(+)	(+)	(+)	(+)
Вводы, проходные изоляторы 110 — 220 кВ	+	+	+	+	+	+	-	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Предохранители, предохранители-разъединители 15 — 35 кВ	+	+	+	(+)	+	+	-	+	-	(+)	-	(+)	(+)
Кабели и провода	(+)		-	(+)	+	+	-	+	-	(+)	(+)	(+)	-
Установочные изделия	+	+	-	-	(+)	+	-	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Условные обозначения: « + » – изделия подлежат испытанию; «(+)» – испытание обязательно не для всех изделий данного вида или в отдельных случаях изделия могут быть от него освобождены (см. положения по проведению данного испытания и по испытаниям изделий данного вида); «-» – испытания изделий не требуется.													

10.5.1.2 Для отдельных крупногабаритных или тяжелых изделий, которые невозможно испытывать на стандартных испытательных стендах и в стандартных испытательных камерах, вместо проведения натурных испытаний могут быть представлены результаты расчетов в отношении механических и климатических воздействий по методикам, согласованным с Регистром, либо в соответствии с национальными или международными стандартами.

10.5.2 Определения и пояснения.

10.5.2.1 Вибропрочность оборудования – способность оборудования противостоять воздействию вибраций без повреждения при сохранении всех параметров в заданных пределах после ее воздействия.

10.5.2.2 Виброустойчивость оборудования – способность оборудования выполнять свои функции в условиях вибраций, сохраняя при этом параметры в заданных пределах.

10.5.2.3 Влагоустойчивость — способность оборудования сохранять свои параметры в заданных пределах при длительных воздействиях повышенной влажности.

10.5.2.4 Длительность ударного импульса — время, в течение которого действует ускорение одного знака, определенное в отношении ударного импульса.

10.5.2.5 Защищенность оборудования — степень защиты встроенного в оболочку оборудования от попадания твердых посторонних тел и степень защиты электрического оборудования, расположенного внутри оболочки, от проникновения воды.

10.5.2.6 Коррозионная стойкость — способность металлических частей оборудования противостоять образованию коррозии в атмосфере, насыщенной водными растворами солей (идентично морской).

10.5.2.7 Нормальные климатические условия характеризуются следующими значениями климатических факторов:

- .1 температура 25 ± 10 °C;
- .2 относительная влажность 60 ± 30 %;
- .3 атмосферное давление $0,1 \pm 0,004$ МПа.

10.5.2.8 Плеснеустойчивость (грибостойкость) — способность оборудования противостоять развитию на нем грибковой плесени в среде, зараженной грибковыми спорами.

10.5.2.9 Практически установившаяся температура изделия — температура изделия или его части, изменение которой в течение 1 ч не превышает 1 °C при условии, что нагрузка изделия и температура среды остаются неизменными.

10.5.2.10 Практически холодное состояние изделия — состояние изделия, при котором температура любой его части отличается от температуры охлаждающей среды не более чем на 3 °C.

10.5.2.11 Резонанс — явление увеличения амплитуды колебаний изделия или его узлов и деталей в 2 раза и более по сравнению с амплитудой колебаний точек крепления, возникающее при совпадении частоты вынуждающей силы с резонансной частотой изделия.

10.5.2.12 Резонансная частота — частота собственных колебаний изделия или его узлов, при которой у изделия в целом или его отдельных узлов и деталей возникает явление резонанса.

10.5.2.13 Стандартные климатические условия характеризуются следующими значениями климатических факторов:

- .1 температура 20 ± 1 °C;
- .2 относительная влажность 65 ± 2 %;
- .3 атмосферное давление $0,1 \pm 0,004$ МПа.

10.5.2.14 Тепловое равновесие изделия — равновесие, которое считается достигнутым, когда температура всех его частей не более чем на 3 °C отличается от температуры внешней среды.

10.5.2.15 Теплоустойчивость оборудования — способность оборудования выполнять свои функции при наиболее высокой температуре окружающего воздуха, которая может возникнуть в условиях эксплуатации без повреждения при сохранении параметров в заданных пределах.

10.5.2.16 Ударопрочность оборудования — способность оборудования противостоять воздействию ударов без повреждения и при сохранении параметров в заданных пределах после их воздействия.

10.5.2.17 Удароустойчивость оборудования — способность оборудования выполнять свои функции в условиях ударов, сохраняя параметры в заданных пределах.

10.5.2.18 Холодоустойчивость оборудования — способность оборудования выполнять свои функции при наиболее низкой температуре окружающего

воздуха, которая может возникнуть в условиях эксплуатации без повреждения и коррозии при сохранении параметров в заданных пределах.

10.5.2.19 Цикл качания частоты — изменение частоты в диапазоне от низшей до высшей.

10.5.3 Механические испытания.

10.5.3.1 Общие положения.

10.5.3.1.1 Изделия должны крепиться непосредственно к платформе испытательного стенда, а если это невозможно — к специальному приспособлению, укрепленному на ней. Способ крепления изделий должен быть таким же, как это предусмотрено при их эксплуатации.

10.5.3.1.2 Изделия с амортизаторами при всех видах механических испытаний (за исключением испытаний на обнаружение резонансных частот) должны крепиться на амортизаторах, а при испытании их на обнаружение резонансных частот — жестко.

10.5.3.1.3 При испытании вибрационными и ударными нагрузками изделия должны подвергаться их воздействию в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлениях. Во всех случаях одно из направлений воздействия должно быть перпендикулярно нормальному эксплуатационному положению изделия.

10.5.3.1.4 Вибрационные испытания изделий проводятся в диапазоне частот 2_{-0}^{+3} 100 Гц.

10.5.3.1.5 Указанные в [10.5.3.1.4](#) нормы частот относятся к изделиям массой до 200 кг. Оборудование массой более 200 кг в том случае, если оно состоит из отдельных конструктивно разъемных блоков, секций и т. п., может подвергаться испытаниям по блокам (посекционно).

На неразъемное оборудование должна быть представлена документация, подтверждающая соответствие оборудования рабочим условиям, указанным в части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов.

10.5.3.2 Вибрационные испытания заявка на проведение которых поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-6, тест Fc.

Вибрационные испытания заявка на проведение которых заявка по проведение которых поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартом в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-6:2007, тест Fc.

10.5.3.2.1 Поддиапазоны частот, амплитуды и ускорения при вибрационных испытаниях указаны в [табл. 10.5.3.2.1](#).

Таблица 10.5.3.2.1

Метод 2 – по стандарту МЭК 60068-2-6, Test F_c (до 1 июля 2022 г.) и по стандарту МЭК 60068-2-6:2007, Test F_c (1 июля 2022 г. и после этой даты)

Диапазон частот, Гц	Амплитуда, мм	Частота перехода, Гц	Ускорение, g
для оборудования обычного исполнения			
$2_{-0}^{+3} - 100$	+1,0	13,2	+0,7
для оборудования, подверженного повышенной вибрации			
$2_{-0}^{+3} - 100$	+1,6	25,0	+4,0
П р и м е ч а н и я : 1. При обнаружении резонансных частот испытания проводят на каждой резонансной частоте в течение не менее 90 мин. В случае близкого расположения нескольких резонансных частот допускается проведение испытаний плавным изменением частоты в обнаруженном диапазоне в течение 120 мин. 2. В случае отсутствия резонансных частот испытания проводятся в течение 90 мин в каждой плоскости на частоте 30 Гц.			

10.5.3.3 Испытания на удар проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-27.

10.5.3.4 Испытания на устойчивость к качке и к длительным наклонам.

10.5.3.4.1 Во время испытаний изделие должно находиться в рабочем состоянии при нормальных климатических условиях.

Изделия без подвижных частей от испытания освобождаются.

10.5.3.4.2 При испытании на устойчивость к качке оборудование выдерживается в состоянии качки на стенде последовательно в двух взаимно перпендикулярных положениях с измерением параметров в каждом положении. Предельный угол наклона в каждом положении 30° от вертикали в каждую сторону с периодом 7 — 9 с.

10.5.3.4.3 Продолжительность испытаний в каждом положении должна быть достаточной для контроля за изделием и замера параметров, но не менее 15 мин.

10.5.3.4.4 При испытании на устойчивость к длительным наклонам изделие выдерживается в наклонном положении последовательно в двух взаимно перпендикулярных плоскостях поочередно в каждую из четырех сторон на угол 22,5°, а аварийное оборудование – на угол 30° к горизонтали.

10.5.3.4.5 Продолжительность испытания изделий в наклонном положении в рабочем состоянии должна быть достаточной для контроля их работы и измерения параметров в каждом положении, но не менее 5 мин в каждую сторону.

10.5.3.4.6 Изделия, в технической документации которых ограничено их расположение на судне по условиям длительных наклонов, испытываются с учетом таких ограничений, согласованных Регистром.

10.5.3.4.7 Изделие считается выдержавшим испытание, если в процессе испытания оно нормально функционировало, не изменяло заданных параметров, или не было заеданий, заклиниваний или перегревов подвижных частей.

10.5.4 Климатические испытания.

10.5.4.1 Испытания на теплоустойчивость заявка по проведение которых поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-2.

Испытания на теплоустойчивость заявка по проведение которых поступила 1 июля 2022 г., и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068- 2-2:2007.

10.5.4.1.1 От указанных в настоящей главе испытаний на теплоустойчивость освобождаются светильники, которые подвергаются тепловым испытаниям с большей степенью жесткости, а также изделия, подвергаемые испытаниям на нагревание, которые по своим размерам не могут быть испытаны в камере тепла, либо температура испытаний на нагревание которых выше температуры испытаний на теплоустойчивость.

10.5.4.2 Испытания на холодоустойчивость, заявка на проведение которых поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-1.

Испытания на холодоустойчивость, заявка на проведение которых поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068- 2- 1:2007.

10.5.4.3 Испытание на воздействие смены температур.

10.5.4.3.1 Испытанию подлежат изделия, предназначенные для установки на открытых палубах.

10.5.4.3.2 Испытания проводятся в следующем порядке:

.1 изделие выдерживается в камере влажности в течение 5 сут в условиях периода стабилизации испытания на влагуустойчивость (95–100 % при температуре 25 °С);

.2 после выдержки в течение 2–3 ч в камере при нормальных климатических условиях изделие подвергается подряд не менее чем двум циклам следующих испытаний:

постепенно охлаждается в камере до температуры – 25 °С;

включается под номинальную нагрузку и температура в конце испытаний повышается до +55 °С. При достижении теплового равновесия цикл заканчивается;

.3 по окончании последнего цикла изделие помещается в камеру влажности, и испытание на влагуустойчивость проводится в полном объеме согласно [10.5.4.4](#).

10.5.4.3.3 Испытание на воздействие смены температур рекомендуется совмещать с испытаниями на тепло- и холодоустойчивость.

Изделие считается выдержавшим испытания, если оно выдержало испытание на влагуустойчивость, проведенное сразу по окончании последнего цикла испытаний, указанных в [10.5.4.3.2](#).

10.5.4.4 Испытание на влагуустойчивость. Испытания на влагуустойчивость, заявка на проведение которых поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068 2-30, тест Db.

Испытания на влагуустойчивость, заявка на проведение которых поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068 2-30:2005, тест Db.

10.5.4.5 Испытание на воздействие инея и росы.

10.5.4.5.1 Испытанию на воздействие инея и росы подлежат изделия, устанавливаемые на открытых палубах или в иных местах, где возможно выпадение инея на изделия.

Для изделий в герметическом исполнении и испытываемых в циклическом режиме на влагуустойчивость указанное испытание отдельно не проводится.

10.5.4.5.2 Испытания проводятся по следующей методике:

.1 изделие устанавливается в камеру холода в выключенном состоянии и выдерживается в течение 2 ч при температуре -20 ± 5 °C;

.2 изделие вынимается из камеры, и на его клеммы подается напряжение, определенное в программе испытаний (достаточным считается максимально допустимое значение рабочего напряжения). Под таким напряжением (без нагрузки) изделие выдерживается при нормальных климатических условиях до оттаивания инея и высыхания его, но не менее 2 ч;

.3 за время оттаивания проводятся испытания приложением напряжения, указанного выше, как между выводами, так и между выводами и корпусом.

10.5.4.5.3 Изделие считается выдержавшим испытание, если не произошло пробоя или повреждения изоляции изделия.

10.5.4.6 Испытания на воздействие соляного (морского) тумана.

10.5.4.6.1 Испытанию подлежат изделия, предназначенные для установки на открытой палубе или в открытых помещениях.

10.5.4.6.2 Изделия испытываются в штатных оболочках с закрытыми крышками, дверцами, с заглушенными отверстиями для ввода кабелей. Все остальные отверстия (например, вентиляционные) должны быть открыты.

10.5.4.6.3 Испытания проводятся путем циклического распыления в камере водного раствора солей (морской туман) при температуре $+35 \pm 2$ °C:

.1 циклическое распыление – в течение 2 ч с последующей выдержкой в течение 7 сут., количество циклов – 4;

.2 состав раствора, г/л: хлористый натрий – 27, хлористый магний – 6, хлористый калий – 1, хлористый калий – 1, вода дистиллированная 1 литр;

.3 дисперсность тумана – 1 – 10 мкм (до 90 – 95 капель);

.4 водность раствора – 2 – 3 г/м² (в конце распыления).

10.5.4.6.4 Методика и длительность испытаний указана в [табл. 10.5.4.6.4](#).

Таблица 10.5.4.6.4

п/п	Последовательность, условия и нормы испытаний	Числовое значение
1	Измерение сопротивления изоляции и проведение функциональных испытаний.	–
2	Установка оборудования в камеру и выдержка при циклическом распылении раствора солей (морской туман) ¹ :	
	температура в камере, °C	35±2
	состав синтетического раствора солей на 1 л дистиллированной воды для образования морского тумана, г/л:	
	хлористый натрий	27
	хлористый магний	6

п/п	Последовательность, условия и нормы испытаний	Числовое значение
	хлористый кальций	1
	хлористый калий	1
	дисперсность морского тумана (90 % капель), мк	1 – 5
	водность морского тумана, г/м	2 – 3
	продолжительность испытаний, количество циклов ²	4
	продолжительность распыления раствора (в начале каждого цикла), ч	2
3	Извлечение оборудования из камеры, измерение сопротивления изоляции и проведение функциональных испытаний, ч	4 – 6
¹ Во время испытания оборудование находится в выключенном состоянии.		
² Каждый цикл состоит из следующих этапов: распыление раствора солей, выдержка оборудования в камере в течение 7 сут, проведение функциональных испытаний на седьмые сутки цикла.		

10.5.4.6.5 Для изделий в металлических корпусах со специальными покрытиями, а также для металлических компонентов (сальники, кабельные лотки и лестницы, кабельные стяжки и т.д.) допускается проведение ускоренных циклических испытаний на воздействие соляного тумана путем циклического распыления в камере водного раствора солей (морской туман) при температуре $+27 \pm 2$ °C:

- .1 циклическое распыление – 15 мин в течение каждого часа испытаний;
- .2 состав раствора – аналогично [10.5.4.6.3.2](#);
- .3 дисперсность тумана – аналогично [10.5.4.6.3.3](#);
- .4 водность раствора – аналогично [10.5.4.6.3.4](#);
- .5 длительность испытаний – 7 сут.

10.5.4.7 Испытание на грибостойкость.

10.5.4.7.1 Испытанию на грибостойкость подвергаются все изделия, предназначенные для постоянной эксплуатации в тропических условиях (если все элементы, входящие в состав изделия, такие испытания выдержали, то испытания изделия в сборе могут не проводиться).

10.5.4.7.2 Виды плесневых грибов для приготовления водной суспензии из их спор приведены в [табл. 10.5.4.7.2](#).

Таблица 10.5.4.7.2

Спора	Штамм	Типичные культуры	Свойства
<i>Aspergillus niger</i>	v. Tieghem	ATCC. 6275	Обильно растет на многих материалах и стойка к солям меди
<i>Aspergillus terreus</i>	Thom	POMD. 82j	Воздействует на пластмассовые материалы
<i>Aureobasidium pullulans</i>	(De Barry) Arnaud	ATCC. 9348	Воздействует на краски и лаки
<i>Penicillium funiculosum</i>	Thom	JAM. 7013	Воздействует на многие материалы, особенно на текстильные
<i>Penicillium ochrochloron</i>	Biourge	ATCC. 9112	Стойка к солям меди
<i>Scopulariopsis brerioaulis</i>	(Sacc.) Buin Var. Glabra Thon	JAM. 5146	Воздействует на резину
<i>Trichoderma viride</i>	Pers. Ex Fr	JAM. 5061	Воздействует на целлюлозу, текстиль и пластмассы
<i>Paecilomyces varioti</i>	Bainier	JAM. 5001	Воздействует на пластмассу и кожу

10.5.4.7.3 Изделия подвергаются испытаниям в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-10 по следующей методике:

- .1 образцы для испытаний берутся из поставки без предварительной специальной очистки изделия;
- .2 перед началом испытаний оборудование выдерживается при температуре 55 ± 2 °C в течение 4–6 ч, затем помещается в стандартные климатические

условия на 2–6 ч, в течение которых проверяются электрические параметры и функционирование изделия;

.3 испытания проводятся в специальной камере грибообразования, в среде, зараженной грибковой плесенью, при отсутствии света и движения воздуха, при температуре $(27 - 30) \pm 1$ °C и относительной влажности 95 ± 3 %;

.4 вместе с образцами изделий в камере должна находиться контрольная чашка Петри с питательной средой.

В качестве питательной среды рекомендуется пивное сусло или синтетическая среда Чапек – Докса следующего состава:

азотнокислый натрий NaNO_3 – 2 г;
дигидрофосфат калия KH_2PO_4 – 0,7 г;
гидрофосфат калия K_2HPO_4 – 0,3 г;
сульфат магния $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5 г;
солянокислый калий KCl – 0,5 г;
сернокислое железо $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,01 г;
сахароза¹ – 30 г;
дистиллированная вода – 1000 см³;
агар-агар – 25 г;

.5 отключенное от источников питания изделие в камере вместе с чашкой Петри с питательной средой опрыскивается из стеклянного пульверизатора с диаметром выходного отверстия не менее 1 мм водной суспензией спор плесневых грибов из расчета 50 мг суспензии на 1 л объема камеры.

Водная суспензия должна состоять из смеси спор плесневых грибов, названия которых приведены в [табл. 10.5.4.7.2](#);

.6 оборудование выдерживается в течение 48 ч в указанных выше условиях в камере. Если в течение этого времени на контрольной чашке Петри не обнаружен рост плесневых грибов, производится вторичное опрыскивание, и отсчет времени начинается снова;

.7 после обнаружения в контрольной чашке Петри роста грибов изделие выдерживается в камере 28 сут при указанных климатических условиях;

.8 по истечении срока оборудование помещается на 24 ч в нормальные климатические условия, затем производится его осмотр и измерение параметров.

10.5.4.7.4 Образцы изделий считаются выдержавшими испытание, если в результате осмотра невооруженным глазом не обнаружено заметного роста плесени, или если только видны единичные проросшие споры при осмотре через лупу 5-кратного увеличения.

10.5.4.7.5 Испытания на грибоустойчивость проводятся в микробиологической лаборатории компетентными лицами.

Инспектор может не вести наблюдение за испытаниями, однако результаты испытаний должны быть представлены в виде протокола и соответствовать вышеуказанной методике.

10.5.4.8 Испытание на воздействие солнечной радиации.

10.5.4.8.1 Испытаниям подвергаются изделия, которые предназначены для работы на открытой палубе и которые полностью или частично во время эксплуатации будут подвергаться непрерывному воздействию солнечной радиации.

10.5.4.8.2 Испытания проводятся в специальной камере при температуре воздуха в тени камеры 55 ± 2 °C. Изделие или его часть подвергается облучению от источников инфракрасного и ультрафиолетового излучения в течение 120 ч. Интенсивность излучения установки должна обеспечивать суммарную плотность теплового потока не ниже 1125 Вт/м², в том числе плотность потока ультрафиолетовой части спектра с длиной волны 280 – 400 нм должна быть не менее 42 Вт/м².

¹ При применении глюкозы вместо сахарозы содержание соответственно уменьшается.

10.5.4.8.3 Изделие считается выдержавшим испытание:

- .1 если не произошло деформации, растрескивания, расслоения, коробления, отклеивания деталей из пластика и других материалов;
- .2 если параметры и сопротивление изоляции остались в норме;
- .3 если не обнаружено ухудшения видимости и читаемости надписей и знаков на шкалах или на иных частях изделия.

10.5.5 Испытание защитного исполнения оболочек.

10.5.5.1 Защита от проникновения твердых тел.

10.5.5.1.1 Данные испытания распространяются на изделия на напряжение до 1000 В.

Испытания степени защиты на напряжение выше 1000 В должны проводиться в соответствии со стандартом МЭК 60529:2013.

Испытания степени защиты электрических вращающихся машин должны проводиться в соответствии со стандартом МЭК 60034-5:2000+AMD:2006.

10.5.5.1.2 При испытании проверяется степень защиты от попадания внутрь изделия посторонних твердых тел.

10.5.5.1.3 Обозначение степени защиты и ее определение указаны в [приложении 9](#).

Методика испытаний оболочек изделий на соответствие защитного исполнения для защиты от попадания внутрь изделия посторонних твердых тел и критерии их оценки даны в [табл. 10.5.5.1.3](#).

Таблица 10.5.5.1.3

Степень защиты (первая цифра IP)	Методика испытаний и критерии оценки
1	Приложение жесткого шара диаметром 50 мм к любым отверстиям в оболочке изделия с силой $50 \text{ Н} \pm 10 \%$. Результаты считаются удовлетворительными, если шар не проходит и не соприкасается с токоведущими частями внутри изделия.
2	Приложение испытательного щупа (см. приложение 10), соединенного с источником безопасного напряжения (не ниже 40В) в любом возможном положении с силой $10 \text{ Н} \pm 10 \%$, а также приложение жесткого шара диаметром 12,5 мм к любым отверстиям с силой $30 \text{ Н} \pm 10 \%$. Результаты считаются удовлетворительными, если контрольная лампа щупа не загорается, и испытательный шар не проходит ни в одно из отверстий и не соприкасается с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки изделия.
3	Приложение жесткой стальной проволоки диаметром 2,5 мм в любое из отверстий в оболочке с силой $3 \text{ Н} + 10 \%$. Результаты считаются удовлетворительными, если проволока не проходит ни в одно из отверстий в оболочке.
4	То же, диаметр проволоки 1 мм, сила $1 \text{ Н} \pm 10 \%$.
5	Оболочки могут быть отнесены к одной из следующих категорий: – Категория 1: оболочки, в которых нормальный рабочий цикл оборудования приводит к понижению давления внутри оболочки ниже окружающего, например, в результате влияния теплового цикла. – Категория 2: оболочки, внутри которых давление не отличается от окружающего. Оболочка считается оболочкой первой категории, если в стандарте на конкретный вид изделия не указано, что она относится ко второй категории. Испытания оболочек первой категории. Оболочку помещают внутрь испытательной камеры и давление в оболочке поддерживается ниже окружающего с помощью вакуумного насоса. Соединение для всасывания должно быть выполнено при помощи отверстия, специально предусмотренном для этого испытания. Если в стандарте на конкретные виды изделий нет других указаний, такое отверстие должно находиться вблизи опасных частей. Если невозможно сделать специальное отверстие, то соединение для всасывания должно быть выполнено при помощи отверстия для ввода кабеля. При наличии других отверстий (например, дополнительных отверстий для ввода кабеля или дренажных отверстий), они должны оставаться в положении, предназначенном для нормального использования в работе. Изделие обдувается тальком, способным быть просеянным через сито с размерами квадратной ячейки 75 мкм и толщиной проволоки 50 мкм. Количество порошка талька составляет 2 кг на 1 м^3 объема испытательной камеры. Тальк не следует использовать при испытаниях более 20 раз. При испытании через оболочку необходимо прокачать объем воздуха, равный 80 объемам оболочки, при скорости обновления воздуха не более 60 объемов оболочки в час. При этом значение вакуума не должно превышать 2 кПа (20 мбар) по манометру. Если обмен воздуха происходит со скоростью от 40 до 60 объемов в час, испытание длится 2 ч.

Степень защиты (первая цифра IP)	Методика испытаний и критерии оценки
	При скорости обмена менее 40 объемов в час с максимальным значением вакуума 2 кПа (20 мбар) испытание проводят до тех пор, пока через оболочку не пройдет 80 объемов, или же длительность испытания должна составить 8 ч. Испытание оболочек второй категории. Оболочку помещают внутрь испытательной камеры в нормальном рабочем положении, но не присоединяют к вакуумному насосу. Отверстия, нормально открытые при эксплуатации, должны оставаться открытыми при испытании. Длительность испытания – 8 ч. Если оболочки первой и второй категорий невозможно испытывать в испытательной камере целиком, должен быть применен один из следующих способов: – испытание отдельных закрытых секций оболочки; – испытание представительных частей оболочки, содержащих в качестве элементов двери, вентиляционные отверстия, соединения, уплотнения подшипников и другие элементы, находящиеся в рабочем положении во время испытания; – испытание оболочки уменьшенного размера (макета), имеющей такие же конструктивные элементы, что и полномасштабная оболочка. Для двух последних случаев объем прокачиваемого через оболочку воздуха должен быть таким же, как для целой полномасштабной оболочки. Защиту считают удовлетворительной, если в результате проверки обнаруживают, что порошок талька не накапливается в таком количестве либо в таком месте, что нормальная работа оборудования или требования безопасности могли бы быть нарушены при попадании на эти места пыли любого другого вида. Пыль не должна накапливаться в местах, где она может вызвать трекинг (образование токопроводящих следов)" на путях утечки.
6	Оболочка считается оболочкой первой категории независимо от того, имеется внутри оболочки снижение давления ниже окружающего или нет. Испытание проводят как для оболочки Категории 1 (степень 5X). Результат считается удовлетворительным, если внутри оболочки не будет отложений пыли (полная защита от проникновения пыли).

10.5.5.1.4 При невозможности проведения испытаний на комплектном оборудовании должны быть испытаны представительные части оборудования либо оборудование меньших размеров, но имеющее полномасштабные конструктивные части, подлежащие испытаниям.

10.5.5.2 Защита от воды.

10.5.5.2.1 Методика испытаний и положение об оценке испытаний защитного исполнения оболочек изделий от проникновения воды приведены в [табл. 10.5.5.2.1](#). Испытания степени защиты проводят в соответствии со стандартами МЭК 60529.

Таблица 10.5.5.2.1

Степень защиты (вторая цифра IP)	Методика испытаний и критерии оценки
1	Защита от вертикально падающих капель воды. Изделие в нормальном рабочем положении устанавливается на поворотный стол. Поворотный стол должен иметь скорость вращения порядка 1 об/мин и эксцентриситет (расстояние между осью вращения стола и осью образца) приблизительно 100 мм. Испытуемую оболочку устанавливают в нормальное рабочее положение под емкостью для получения капель, причем основание емкости должно быть больше основания оболочки. За исключением оболочек, которые крепят на стене либо на потолке, размеры стола для крепления оболочки должны быть меньше размеров основания оболочки. Оболочка подвергается воздействию капель, отвесно падающих из емкости с водой через отверстия в днище, расположенные на пересечении воображаемой сетки со стороной ячейки 20 мм, площадью большей, чем площадь испытываемого изделия. Оболочка, обычно закрепляемая на потолке либо на стене, должна быть закреплена в нормальном рабочем положении на деревянной доске, размеры которой должны быть равны размерам той поверхности оболочки, которая контактирует со стеной либо потолком при нормальной эксплуатации. Температура воды не должна отличаться более чем на 5 °С от температуры испытываемого образца. Расход воды – 1 мм/мин. Длительность испытаний – не менее 10 мин. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если капли воды, проникающие в изделие, не нарушают его нормальной работы, и вода не скапливается в отдельных местах и вблизи вводов кабелей.
2	Защита от капель воды. Испытания проводятся аналогично степени защиты 1, при этом стол, на котором установлена оболочка, не должен вращаться, как в случае испытания для второй характеристической цифры 1, угол наклона в каждом из положений составляет 15° от вертикали в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Оболочку испытывают в каждой наклонной позиции в течение 2,5 мин. Расход воды – 3 мм/мин. Полная продолжительность испытания – 10 мин. Оценка результатов испытаний аналогична указанной для степени защиты 1.
3	Защита от капель дождя. Испытания с помощью качающейся трубы или разбрызгивателя в соответствии со стандартом на конкретный вид изделия. Испытания с помощью качающейся трубы. Изделие в нормальном рабочем положении обливается тонкими струями воды из отверстий в трубе, изогнутой в виде полуокружности. Стол для установки оболочки не должен быть решетчатым. Испытуемую оболочку помещают в центр полуокружности. При качании труба должна отклоняться на угол 120° (60° в каждую сторону от вертикали); длительность полного колебания (2 × 120°) должна составлять около 4 с, а продолжительность всего испытания – 5 мин. Затем оболочку поворачивают на 90° в горизонтальной плоскости и испытания продолжают еще 5 мин. Средний расход воды на отверстие – 0,07±5 % л/мин. Количество отверстий устанавливается исходя из радиуса трубки. Максимальный приемлемый радиус качающейся трубы – 1600 мм. Испытания с помощью разбрызгивателя. Изделие в нормальном рабочем положении обливается под углом ± 60° к вертикали из разбрызгивателя, на максимальном расстоянии 200 мм. Для данного испытания экран с противовесом надвинут на 30°.

Степень защиты (вторая цифра IP)	Методика испытаний и критерии оценки
	Средний расход воды – 10 ± 5 % л/мин. Заданный расход воды регулируют с помощью регулировки давления воды в пределах 50 - 150 кПа. Во время испытания давление следует поддерживать постоянным. Длительность испытания составляет 1 мин. на 1 м² рассчитанной поверхности оболочки (без учета опорной поверхности) при минимальной продолжительности испытания 5 мин. Оценка результатов аналогична указанной для степени защиты 1.
4	То же, что при степени защиты 3 с уточнениями. Испытания с помощью качающейся трубы. В качающейся трубе должны быть предусмотрены отверстия по всей полуокружности, то есть на дуге 180°. При качании труба должна отклоняться на угол 360° (180° в каждую сторону от вертикали); длительность одного полного колебания (2× 360°) должна составлять около 12 с, а продолжительность всего испытания – 10 мин. Если в стандарте на конкретный вид изделия не указано иное, то стол для крепления оболочки должен быть решетчатым, чтобы предотвратить отражение от него капель и обеспечить обрызгивание оболочки со всех сторон при отклонении трубы до ее предельного положения в каждом направлении. Испытания с помощью разбрызгивателя. Экран с противовесом сдвигают с разбрызгивателя и оболочку обрызгивают со всех сторон. Оценка результатов аналогична указанной для степени защиты 1.
5	Защита от водяных струй. Испытание проводят путем обливания оболочки со всех сторон струей воды, формирующейся с помощью сопла. Условия проведения испытаний: – внутренний диаметр сопла – 6,3 мм; – расход воды – 12,5 л/мин ± 5 %; – давление воды – регулируют для получения требуемого расхода; – параметры раскрытия струи – круг диаметром 40 мм на расстоянии 2,5 м от сопла; – продолжительность испытания на 1 м² поверхности корпуса, которую подвергают обрызгиванию, – 1 мин.; – минимальная продолжительность испытания – 3 мин.; – расстояние между соплом и поверхностью оболочки 2,5 – 3 м. Оценка результатов аналогична указанной для степени защиты 1.
6	Защита от условий, существующих на палубе судна (защита от сильной водяной струи). Испытание проводят путем обливания оболочки со всех сторон струей воды, формирующейся с помощью сопла. Условия проведения испытаний: – внутренний диаметр сопла – 12,5 мм; – расход воды – 100 л/мин ± 5 %; – давление воды – регулируют для получения требуемого расхода; – параметры раскрытия струи – круг диаметром 120 мм на расстоянии 2,5 м от сопла; – продолжительность испытания на 1 м² поверхности корпуса, которую подвергают обрызгиванию, – 1 мин.; – минимальная продолжительность испытания – 3 мин.; – расстояние между соплом и поверхностью оболочки 2,5 – 3 м. Оценка результатов аналогична указанной для степени защиты 1.
7	Защита от погружения в воду.

Степень защиты (вторая цифра IP)	Методика испытаний и критерии оценки
	Испытание проводят путем полного погружения оболочки в воду в рабочем положении, как указано изготовителем, таким образом, чтобы были выполнены следующие условия: а) нижняя точка оболочки высотой менее 850 мм должна находиться на глубине 1000 мм от уровня воды; б) верхняя точка оболочки высотой более или равной 850 мм должна находиться на глубине 150 мм от уровня воды; в) длительность испытаний – 30 мин.; г) температура воды не должна отличаться от температуры оборудования более чем на 5 °С. Вода не должна проникнуть в корпус при определенных давлении и времени. Для электрических машин испытание может быть заменено следующим: – машину испытывают при внутреннем давлении около 10 кПа (0,1 бар); – продолжительность испытания – 1 мин. Результаты испытания считают удовлетворительными, если во время его проведения не будет обнаружена утечка воздуха. Место утечки можно определить либо кратковременным погружением машины в воду (вода только покрывает машину), либо использованием водного раствора мыла.
8	За исключением случаев, когда имеется стандарт на изделие, условия испытаний являются предметом согласования между изготовителем и потребителем; однако они должны быть более жесткими, чем условия для степени защиты 7, и должно быть учтено, что в рабочих условиях оболочка будет находиться длительно в погруженном состоянии.
П р и м е ч а н и я : 1. Электрические машины со степенями защиты 1, 2, 3, 7 испытываются в нерабочем состоянии. Испытания машин со степенью защиты 4, 5, 6 должны проводиться в рабочем и нерабочем состояниях. Длительность каждого испытания – не менее 10 мин. 2. После испытаний оболочек изделий против проникновения воды электрические машины сразу подвергаются испытаниям на электрическую прочность изоляции. Если испытания проводятся на невращающихся машинах, они перед испытанием электрической прочности изоляции должны поработать в режиме холостого хода в течение 15 мин. Испытательное напряжение при этом должно составлять 50 % испытательного напряжения, но не менее 125 % номинального напряжения. Электрическое оборудование, которое по своей конструкции и примененной изоляции предназначено для работы под водой, считается по защите равноценной степени защиты 8. Обозначение второй характеристической цифрой от 0 до 6 означает соответствие одновременно всем требованиям для меньших цифр.	

10.6 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

10.6.1 Испытание на нагревание.

10.6.1.1 Испытание электрических машин на нагревание должно проводиться в нормальных климатических условиях при температуре воздуха 25 ± 10 °C до установившейся температуры.

Испытание на нагревание может совмещаться с испытанием на теплоустойчивость.

10.6.1.2 При испытании изделие должно работать в номинальном режиме.

10.6.1.3 Изделия, предназначенные для работы в кратковременном режиме, должны испытываться с практически холодного состояния. Продолжительность испытания должна быть не менее продолжительности предписанного режима работы изделия.

Остальные изделия могут испытываться как с практически холодного, так и с нагретого состояния. Продолжительность испытания – до практически установившейся температуры.

10.6.1.4 Испытания изделий, рассчитанных на питание трехфазным током (например, коммутационных аппаратов, полюса которых при этом соединяют последовательно), допускается проводить однофазным током при токах до 400 А.

10.6.1.5 Изделие должно испытываться в эксплуатационном положении.

10.6.1.6 Открывающиеся конструкции оболочек (двери, люки, съемные кожухи и т.п.), а также отверстия для ввода кабелей при испытании должны находиться в нормальном эксплуатационном состоянии.

10.6.1.7 Части, подлежащие контролю при нагревании, должны быть указаны в программе и методике испытаний изделия.

10.6.2 Испытание на перегрузку.

10.6.2.1 Генераторы после нагревания до установившейся температуры, соответствующей номинальной нагрузке, должны выдерживать перегрузки по току, указанные в [табл. 10.6.2.1](#).

Таблица 10.6.2.1

Генератор	Перегрузки по току, %/I _{ном}	Продолжительность перегрузки, с
Переменного тока с номинальной мощностью до 1200 кВА	50	30
Переменного тока с номинальной мощностью более 1200 кВА	50	15
Постоянного тока	50	15

10.6.2.2 Электродвигатели должны выдерживать перегрузки по вращающему моменту, указанные в [табл. 10.6.2.2](#), без остановки или без внезапного изменения частоты вращения.

Таблица 10.6.2.2

Электродвигатели	Превышение по вращающему моменту, %	Продолжительность перегрузки, с	Примечания
Многофазные синхронные, а также короткозамкнутые с пусковым током меньше 4,5-кратного номинального тока	50	15	Частота, напряжение и возбуждение должны удерживаться на уровне номинальных значений
Многофазные асинхронные с короткозамкнутым и фазным	60	15	Частота и напряжение должны удерживаться на

Электродвигатели	Превышение по вращающему моменту, %	Продолжительность перегрузки, с	Примечания
ротором для непрерывной и повторно-кратковременной работы			уровне номинальных значений
То же, но для кратковременной работы и для непрерывной работы с переменной нагрузкой	100	15	То же
Постоянного тока	50	15	Напряжение должно удерживаться на уровне номинального значения

10.6.2.3 Испытание должно проводиться при наибольших значениях температуры частей изделия, достигнутых при испытании на нагревание, и при той же температуре охлаждающей среды.

10.6.2.4 Изделие считается выдержавшим испытание, если при осмотре после него не обнаружено деформаций, повреждений, заметного изменения цвета изоляции, а параметры изделий остались в заданных пределах.

10.6.3 Испытания по проверке уровня создаваемых радиопомех.

10.6.3.1 Проверка уровня напряжения и напряженности поля радиопомех, создаваемых оборудованием, заявка на проведение которой поступила до 1 июля 2022 г., осуществляется с помощью приборов с квазипиковым детектором по CISPR 16-1 и 16-2, ГОСТ Р 51319-99 в соответствии с методикой изложенной в [12.6.14, разд. 12](#).

Проверка уровня напряжения и напряженности поля радиопомех, создаваемых оборудованием, заявка на проведение которой поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, осуществляется с помощью приборов с квазипиковым детектором по CISPR 16-1-2:2016 и 16-2-1:2017, ГОСТ Р 51319-99 в соответствии с методикой изложенной в [12.6.14, разд. 12](#).

Полоса пропускания измерителя радиопомех должна составлять 200 Гц в диапазоне частот 0,01–0,15 МГц, 9 кГц в диапазоне частот 0,15–30 МГц и 120 кГц в диапазоне 30–2000 МГц за исключением диапазона 156–165 МГц, где полоса пропускания должна составлять 9 кГц.

10.6.3.2 Для оборудования, размещаемого на открытой палубе и ходовом мостике, устанавливаются следующие допустимые уровни создаваемых электромагнитных помех.

Электромагнитное поле на расстоянии 3 м в диапазонах частот:

150 – 300 кГц – 80 – 52 дБ мкВ/м;

300 кГц – 30 МГц – 52 – 34 дБ мкВ/м;

30 – 2000 МГц – 54 дБ мкВ/м,

за исключением диапазона 156 – 165 МГц, где устанавливается 24 дБ мкВ/м.

Напряжение помех в цепях питания и ввода-вывода, измеренное с помощью эквивалента сети по заявке, поступившей до 1 июля 2022 г. по CISPR 16, а по заявке, поступившей 1 июля 2022 г. и после этой даты, по CISPR 16-2-3:2016 в диапазонах частот:

10 – 150 кГц – 96 – 50 дБ мкВ/м;

150 – 350 кГц – 60 – 50 дБ мкВ/м;

350 кГц – 30 МГц – 50 дБ мкВ/м.

10.6.3.3 Для оборудования, размещаемого в машинных и других закрытых помещениях судна, устанавливаются следующие допускаемые уровни создаваемых электромагнитных помех:

электромагнитное поле на расстоянии 3 м в диапазонах частот:

150 кГц – 30 МГц – 80 – 50 дБ мкВ/м;

30 – 100 МГц – 60 – 54 дБ мкВ/м;

100 – 2000 МГц – 54 дБ мкВ/м,

за исключением диапазона 156 – 165 МГц, где устанавливается 24 дБ мкВ/м.

Напряжение помех в цепях питания и ввода-вывода, измеренное по заявке, поступившей до 1 июля 2022 г. с помощью эквивалента сети по CISPR 16-2, а по заявке, поступившей 1 июля 2022 г. и после этой даты по CISPR 16-2-3:2016 в диапазонах частот:

10 – 150 кГц – 120 – 69 дБ мкВ/м;

150 – 500 кГц – 79 дБ мкВ/м;

500 кГц – 30 МГц – 73 дБ мкВ/м.

10.6.4 Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам (ЭМС).

10.6.4.1 Проверка устойчивости оборудования к электромагнитным помехам осуществляется в соответствии с методикой, изложенной в [12.6.15.1 – 12.6.15.6](#) [разд. 12](#).

10.7 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ОБОРУДОВАНИЯ

10.7.1 Испытания электрических машин.

10.7.1.1 Объем испытаний и проверок электрических машин приведен в [табл. 10.7.1.1](#).

Таблица 10.7.1.1

Электрические машины	Технический осмотр и проверки	Измерение сопротивления изоляции	Испытания электрической прочности изоляции	Испытания на соответствие условиям эксплуатации	Испытание на нагревание	Испытание на кратковременную перегрузку по току	Испытание на кратковременную перегрузку по вращающему моменту	Проверка коммутации коллекторной машины	Испытание на стоянку под током	Испытание при повышенной частоте вращения	Испытание на электрическую и термическую прочность при токе короткого замыкания	Испытание на допустимые уровни напряжений, промышленных радиопомех ³	Проверка работоспособности при сбросе и набросе нагрузки	Проверка работоспособности при изменении нагрузки от холостого хода до номинальной	Прочие испытания и проверки
Генераторы переменного тока синхронные	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	см. 10.7.1.11
Генераторы постоянного тока ¹	+	+	+	+	+	+	—	+	—	+	—	+	—	—	
Двигатели переменного тока асинхронные	+	+	+	+	+	+	+	—	+ ²	+	—	+	—	—	
Двигатели постоянного тока	+	+	+	+	+	+	+	+	+ ²	+	—	+	—	—	
Преобразователи	+	+	+	+	+	+	—	(+)	—	+	(+)	+	—	—	
Электромашинные усилители	+	+	+	+	+	+	—	+	—	+	—	+	—	—	
Прочие машины	+	+	+	+	+	(+)	(+)	(+)	—	(+)	(+)	+	—	—	
Условные обозначения: + — испытание (проверка) проводится; (+) — необходимость проведения испытания (проверки) определяется в зависимости от конкретной машины; — — испытание (проверка) не проводится.															
¹ Возбудители синхронных машин могут испытываться совместно с этими машинами.															
² Испытанию на стоянку под током должны подвергаться только гребные двигатели, двигатели, предназначенные для непосредственного привода рулевого устройства, а также двигатели для привода якорных и швартовых механизмов.															
³ испытания выполняются в соответствии со стандартом МЭК 60034-1:2017 (п.13).															

10.7.1.2 При осмотре и проверках, кроме указанного в [10.4.1](#), должны быть проверены:

- .1 величина и симметрия воздушного зазора между статором и ротором (между полюсами и якорем);
- .2 осевая симметрия статора и ротора (полюсов и якоря);
- .3 равномерность расстановки по окружности полюсов и щеток;
- .4 усилие нажатия на щетки;
- .5 биение коллектора, контактных колец, конца вала, осевой разбег ротора (якоря) (биение коллектора целесообразно также проверять после испытания при повышенной частоте вращения);
- .6 результаты испытания водяного воздухоохладителя, а также систем непосредственного водяного охлаждения машины на непроницаемость и прочность;
- .7 результаты измерения сопротивления изоляции стояка подшипника от фундамента;
- .8 результаты измерения омического сопротивления обмоток.

10.7.1.3 При невозможности проведения испытания на влагоустойчивость крупногабаритных машин в собранном виде такие машины допускается испытывать в разобранном виде (например, отдельно испытывать якоря, роторы, части разборных статоров). В таких случаях полученные при измерениях после испытания значения сопротивления изоляции должны быть приведены (пересчитаны) к полной машине.

10.7.1.4 При испытании генераторов переменного тока на кратковременную перегрузку по току рекомендуется одновременно проверить достаточность резерва их возбуждения. Проверка производится при коэффициенте мощности нагрузки 0,6 ($\cos \varphi$).

Резерв возбуждения считается достаточным, если в течение 2 мин испытания током 150 % от номинального при указанном коэффициенте мощности напряжение генератора не снижается более чем на 10 %.

10.7.1.5 При испытании генераторов переменного тока вместе с их системами регулирования напряжения проверяется:

.1 изменение напряжения при изменении нагрузки от холостого хода до номинальной при номинальном коэффициенте мощности. При этом напряжение не должно изменяться более чем на 2,5 % от номинального для основных и на 3,5 % – для аварийных генераторов;

.2 изменение напряжения при внезапном изменении симметричной нагрузки генератора, работающего при номинальной частоте вращения и номинальном напряжении при имеющихся токе и коэффициенте мощности. При этом снижение напряжения должно быть не менее 85 %, а повышение – более 120 % от номинального. После этого изменения нагрузки напряжение генератора должно в течение не более 1,5 с восстанавливаться в пределах +3 % от номинального напряжения. Для аварийных генераторов эти значения могут быть увеличены по времени до 5 с и по напряжению до +4 %.

При отсутствии точных данных о максимальной внезапной нагрузке, можно применять нагрузку величиной 60 % номинального тока с индуктивным коэффициентом мощности 0,4 и менее, включаемой на холостом ходу и потом выключаемой. Изменение напряжения в переходных режимах может определяться расчетным путем на основании результатов предыдущих испытаний головного образца генератора с системой регулирования напряжения без необходимости дополнительной проверки во время испытаний серийного образца.

.3 способность выдерживать трехкратный номинальный ток генератора при коротком замыкании в течение времени до 2 с или, при наличии точных данных, в течение времени срабатывания устройства селективной защиты.

Изготовитель должен представить документацию по переходному режиму в момент внезапного короткого замыкания при наличии возбуждения и при номинальной частоте вращения, достаточную для определения параметров защитных устройств в системе распределения электрической энергии, в которой будет использоваться генератор. Влияние автоматического регулятора напряжения должно быть принято во внимание, а параметры настройки для регулятора напряжения должны быть учтены вместе с кривой затухания. Такая кривая затухания должна быть доступна при расчете параметров защиты системы распределения от токов короткого замыкания. Кривая затухания должна определяться проведением натурных испытаний, либо расчетным путем с использованием имитационной модели. Сходимость результатов имитационной модели должна быть подтверждена проведенными ранее натурными испытаниями.

10.7.1.6 Испытание электродвигателей на кратковременную перегрузку по вращающему моменту должно проводиться в соответствии с 10.5.2 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов.

Для двигателей постоянного тока вращающий момент может быть выражен через ток перегрузки.

Испытания гребных электродвигателей пропульсивных установок на кратковременную перегрузку по вращающему моменту, указанному в спецификации на ГЭУ, могут быть заменены испытаниями на соответствующую перегрузку по току. В дополнение к указанным испытаниям должны быть представлены расчеты механической прочности компонентов гребного двигателя (выходного вала, узлов крепления полюсов и т. п.) при расчетной перегрузке по вращающему моменту.

10.7.1.7 При проверке коммутации коллекторных машин должно учитываться следующее:

.1 проверка должна проводиться как на номинальном режиме, так и при кратковременной перегрузке по току;

.2 проверка при номинальной нагрузке должна проводиться по истечении времени, необходимого для достижения машиной практически установившейся температуры;

.3 проверку коммутации при номинальной нагрузке целесообразно совмещать с испытанием на нагревание; проверку при перегрузке – с испытанием на кратковременную перегрузку по току;

.4 степень искрения машины при номинальном режиме работы должна быть не выше 1,5, если в исключительных обоснованных случаях иное не указано в технической документации на машину.

Степень искрения при перегрузке во всех случаях должна быть указана в технической документации на машину;

.5 степень искрения на коллекторах машин оценивается по наиболее искрящим щеткам. Таблица оценки степени искрения приведена в [приложении 7](#).

10.7.1.8 Испытание на стоянку под током должно проводиться при выполнении следующих условий:

.1 режим работы двигателя – номинальный. Температура нагревания его – наибольшая, достигаемая при работе в этом режиме;

.2 испытываемый двигатель должен затормаживаться механическим путем, отсчет времени стоянки под током должен начинаться с момента остановки ротора (якоря);

.3 длительность стоянки под током двигателей рулевых машин для рулей с непосредственным приводом – 60 с, длительности и режимы стоянки под током двигателей якорных и швартовых механизмов должны соответствовать положениям 5.6.2 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов;

.4 после испытания машины должны тщательно осматриваться на отсутствие повреждений, деформаций, заметного изменения цвета изоляции.

10.7.1.9 Испытание при повышенной частоте вращения должно проводиться после испытания на кратковременную перегрузку по току, а для машин, испытываемых на стоянку под током, – после этого испытания при температуре частей машин, близкой к установившейся температуре, достигаемой в конце испытаний на нагревание при выполнении следующих условий:

.1 продолжительность испытания всех машин, за исключением стартеров, – 2 мин (стартеров – 20 с);

.2 двигатели с последовательным возбуждением должны испытываться при частоте вращения, на 20 % превышающей наибольшую указанную на их паспортной табличке, но не менее чем на 50 % превышающей номинальную (стартеры во всех случаях при 120 % частоты вращения холостого хода);

.3 машины с регулируемой частотой вращения, а также с несколькими номинальными частотами вращения должны испытываться при частоте вращения, на 20 % превышающей наибольшую указанную на их паспортной табличке; все остальные – при частоте вращения, на 20 % превышающей номинальную;

.4 машины могут испытываться как в режиме генератора, так и в режиме двигателя, предпочтительно в режиме, соответствующем назначению;

.5 отсчет времени испытания должен начинаться с момента достижения машиной испытательной частоты вращения;

.6 после испытания машина должна быть тщательно осмотрена на отсутствие повреждений и деформаций.

10.7.1.10 Испытание на стойкость к ударному току короткого замыкания должно проводиться в соответствии со стандартом МЭК 60034-1:2017 (п.9.9) при выполнении следующих условий:

.1 режим короткого замыкания должен создаваться внезапным одновременным замыканием всех трех фаз (полюсов) при работе машины на холостом ходу при напряжении 105 % номинального и включенном устройстве автоматического регулирования напряжения;

.2 мощность двигателя при испытании должна быть не меньше эксплуатационной;

.3 длина проводников от машины до замыкающего устройства должна быть наименьшей, площадь сечения – наибольшей из предусмотренных технической документацией на генератор, материал проводников – медь;

.4 параметры режима короткого замыкания должны осциллографироваться;

.5 оценка результата испытания (оценка механической прочности машины) должна производиться путем тщательного ее осмотра, в особенности состояния и крепления лобовых частей обмотки статора, сварных швов и других механических соединений, а также по результатам испытания электрической прочности изоляции, проведенного после испытания на стойкость к току короткого замыкания.

Оценка результата испытания машин мощностью более 1000 кВт производится, кроме того, и по показаниям, полученным от тензометрирования напряжений в элементах крепления активной стали и изоляции лобовых частей, а также в результате измерения вибраций (вибродатчиками) тех же частей, а также корпуса машины и подшипников.

10.7.1.11 В число прочих испытаний и проверок, в зависимости от конкретной машины, могут входить:

.1 проверка действия блокировок, защиты, сигнализации (например, защиты от превышения частоты вращения);

.2 проверка резерва возбуждения генераторов переменного тока (см. [10.7.1.4](#));

.3 проверка пределов изменения уставки напряжения синхронных генераторов со статической системой возбуждения;

.4 испытание действия электрического подогрева машины;

.5 измерение электрического напряжения между концами вала, а также между изолированным от фундамента стояком подшипника и фундаментом (оба измерения производятся при работе машины с номинальным напряжением и частотой в одном и том же режиме вольтметром с малым внутренним сопротивлением). При измерении напряжения между стояком и фундаментом масляные пленки между шейками вала и обоими подшипниками должны быть шунтированы.

Перечисленные в настоящем пункте испытания (проверки) могут проводиться в любой последовательности на любом этапе испытаний.

10.7.1.12 Напряжения постоянного тока, развиваемые мегомметром при измерениях сопротивления изоляции электрических машин должны соответствовать величинам, указанным в [табл. 10.7.1.12](#).

Таблица 10.7.1.12

Номинальное напряжение U_n (В)	Минимальное напряжение, развиваемое мегомметром (В)	Минимальное сопротивление изоляции (МΩ)
$U_n \leq 250$	$2 \times U_n$	1
$250 < U_n \leq 1000$	500	1
$1000 < U_n \leq 7200$	1000	$(U_n/100)+1$
$7200 < U_n \leq 15000$	5000	$(U_n/100)+1$

10.7.2 Испытания трансформаторов.

10.7.2.1 Объем испытаний и проверок трансформаторов приведен в [табл. 10.7.2.1](#).

Таблица 10.7.2.1

№ п/п	Трансформаторы	Осмотр и проверка	Измерение сопротивления изоляции	Испытание изоляции	Испытание электрической прочности воздушных промежутков (см. примечание 2)	Испытания на соответствие условиям эксплуатации	Проверка величины измерения вторичного напряжения	Испытание на нагревание	Испытание на перегрузку	Испытание на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого замыкания	Испытание бака на плотность и прочность при повышенном внутреннем давлении	Испытание пробы негорючего жидкого диэлектрика
	Силовые:											
	мощностью 6,3 кВА и более 3-фазные и 4 кВА и более однофазные	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	мощностью менее 6,3 кВА 3-фазные и 4 кВА и менее однофазные	+	+	+		+	+	+	+	+		

Примечания: 1. Условные обозначения – см. табл. 10.7.1.1.
2. Испытание электрической прочности воздушных промежутков проводится для трансформаторов на напряжение 1 кВ и выше.

10.7.2.2 Для проверки изменения вторичного напряжения в процентах (ΔU , %) сравниваются замеры напряжений на выводах вторичной обмотки на холостом ходу U_0 и при активной номинальной нагрузке U_n . Проверка совмещается с испытанием на нагревание. Проверяемая величина определяется по формуле

$$\Delta U = \frac{U_0 - U_{n100}}{U_n} \quad (10.7.2.2)$$

Для трансформаторов мощностью менее 6,3 кВА ΔU должно быть меньше или равно 5 %; для трансформаторов мощностью 6,3 кВА и более – меньше или равно 2,5 %.

10.7.2.3 При испытании на нагревание должно быть учтено следующее:

.1 испытание следует проводить методом непосредственной нагрузки трансформатора при номинальных напряжениях на выводах и токах в обмотках;

.2 при испытании трансформаторов с негорючим жидким диэлектриком определяется также и превышение температуры верхних слоев последнего над температурой охлаждающей среды.

10.7.2.4 Испытание на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого замыкания проводится при внешнем коротком замыкании на соответствие максимальным значениям, установленным в технической документации на трансформатор.

Для трехфазных трансформаторов мощностью 6,3 кВА и более и однофазных мощностью более 4 кВА испытание должно проводиться при следующих условиях:

.1 испытательная установка должна обеспечить требуемое значение ударного тока короткого замыкания через трансформатор с точностью $\pm 5\%$ расчетного, при этом длительность режима короткого замыкания должна быть не менее 0,5 с;

.2 испытательная установка должна обеспечить протекание установившегося тока короткого замыкания через трансформатор с точностью $\pm 10\%$ расчетного значения и длительностью режима короткого замыкания, соответствующей времени термической прочности трансформатора (не менее 3 с);

.3 напряжение (частоты 50 Гц) должно обеспечивать вышеуказанные режимы;

.4 до начала данного испытания должен быть проведен тщательный осмотр трансформатора для сравнения его состояния до и после испытания. Кроме того, до начала этих испытаний должны быть проведены опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Данные измерения сопротивления изоляции и испытания электрической прочности изоляции, необходимые также для последующего сравнения, могут быть использованы от предыдущих испытаний;

.5 испытание может проводиться как созданием короткого замыкания специальным аппаратом непосредственно у выводов (клемм) вторичной обмотки предварительно включенного в сеть трансформатора, так и включением в сеть трансформатора с предварительно замкнутой вторичной обмоткой;

.6 испытание должно быть проведено для каждой вторичной обмотки, а если обмотки с ответвлениями, то как при полностью включенных витках, так и при их минимальном количестве.

Результаты наладочных коротких замыканий в счет испытательных не принимаются;

.7 испытание должно проводиться на нагретом трансформаторе при температуре, близкой к максимальной, достигаемой при испытании на нагревание;

.8 при испытаниях должны осциллографироваться на входе – напряжение и ток, в короткозамкнутой обмотке – ток.

Рекомендуется измерять усилия в опорных конструкциях;

.9 после испытаний должны быть проведены контрольные опыты холостого хода и короткого замыкания, измерено сопротивление изоляции и произведен тщательный осмотр трансформатора. Если все проверки дадут положительные результаты, должны быть проведены испытания электрической прочности изоляции (напряжением, равным 0,8 полного испытательного) и междувитковой изоляции, после чего при необходимости должна быть произведена разборка трансформатора;

.10 трансформатор считается выдержавшим испытание, если при осмотре не обнаружено деформаций, сползания витков, существенного изменения цвета изоляции, а сравнительные опыты и измерения дали удовлетворительные результаты. Незначительные остаточные смещения обмоток в осевом направлении и незначительные остаточные деформации балок ярма, если они не превышают

допустимых в стандартах пределов, при оценке результатов испытаний могут не приниматься во внимание.

Испытание на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого замыкания прочих трансформаторов должно проводиться в соответствии со стандартами или, при их отсутствии, в соответствии с другой одобренной технической документацией на трансформаторы.

10.7.2.5 Баки трансформаторов с негорючим жидким диэлектриком должны испытываться на плотность и прочность при избыточном давлении. Способ испытания, избыточное давление и критерии оценки результатов должны быть указаны в технической документации на такие трансформаторы. Кроме того, должны быть представлены протоколы испытаний жидкого диэлектрика, взятого из бака такого трансформатора, по определению пробивного напряжения и тангенса угла диэлектрических потерь на соответствие технической документации.

10.7.2.6 Испытания трансформаторов силовых напряжением 15–220 кВ.

К силовым трансформаторам с уровнем напряжения от 15 до 220 кВ должны применяться следующие виды испытаний, которые приведены в [табл. 10.7.2.6](#).

Таблица 10.7.2.6

№п/п	Трансформаторы силовые, напряжением 15 — 220кВ	Определение условий включения трансформаторов	Хромотографический анализ газов, растворенных в масле	Оценка влажности твердой изоляции вводов	Измерение сопротивления изоляции	Измерение тангенса угла диэлектрических потерь (tgδ) изоляции обмоток	Оценка состояния бумажной изоляции обмоток	Испытание изоляции повышенным напряжением частоты 50 Гц	Измерение сопротивления обмоток постоянному току	Проверка коэффициента трансформации	Проверка группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных	Фазировка трансформаторов	Измерение потерь холостого хода	Измерение сопротивления короткого замыкания (ZK) трансформатора	Оценка состояния переключающих устройств	Испытание бака на герметичность	Проверка устройств охлаждения, предохранительных устройств, газового реле, реле давления,	Тепловизионный контроль состояния трансформаторов	Измерение характеристик частичных разрядов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	С масляной изоляцией	+	+ ¹⁾	+	+	+ ²⁾	+	+	+ ¹⁾	+	+	+	+ ³⁾	+ ⁴⁾	+	+	+	+	+ ¹⁾
2	С твердой изоляцией (компаунд)	+	-	+	+	+ ²⁾	-	+	+ ¹⁾	+	+	+	+ ³⁾	+ ⁴⁾	+	-	(+)	+	+ ¹⁾

Условные обозначения:

« + » – изделия подлежат испытанию;

« (+) » – испытание обязательно не для всех изделий данного вида или в отдельных случаях изделия могут быть от него освобождены (см. положения по проведению данного испытания и по испытаниям изделий данного вида);

« — » – испытания изделий не требуется.

¹⁾ Производится для классов напряжений трансформаторов 35 кВ и выше

²⁾ Производится для классов напряжений трансформаторов 110 кВ и выше

³⁾ Производится у головных образцов трансформаторов мощностью 1000 кВА и выше

⁴⁾ Производится у головных образцов трансформаторов мощностью 125 МВА и выше

10.7.2.6.1 Определение условий включения трансформаторов:

.1 контроль при вводе в эксплуатацию новых трансформаторов и трансформаторов, прошедших капитальный или восстановительный ремонт со сменой обмоток и изоляции (первое включение). Контроль осуществляется в соответствии с требованиями инструкций изготовителей;

.2 контроль при вводе в эксплуатацию трансформаторов, прошедших капитальный ремонт в условиях эксплуатации (без смены обмоток и изоляции).

10.7.2.6.2 Хроматографический анализ газов, растворенных в масле:

.1 состояние трансформаторного оборудования следует оценивать путем сопоставления измеренных данных с граничными значениями концентрации газов в масле, по скорости роста концентрации газов в масле, по соотношениям концентраций диагностических газов (пар газов) и графическому критерию с учетом эксплуатационных факторов и других действующих нормативных документов по диагностированию силовых трансформаторов;

.2 контроль производится:

для класса напряжения 35 кВ - у блочных трансформаторов, трансформаторов собственных нужд и трансформаторов, имеющих среднегодовую нагрузку не менее 50 % от номинальной (при наличии соответствующей методики отбора проб анализа газов, растворенных в масле);

для классов напряжения 110 кВ и выше – у всех трансформаторов.

.3 для шунтирующих реакторов оценка состояния по результатам анализа газов, растворенных в масле, производится по инструкциям изготовителей;

.4 анализ растворенных в масле газов должен осуществляться в следующие сроки:

трансформаторы напряжением 35 кВ (блочные трансформаторы, трансформаторы собственных нужд и трансформаторы, имеющие среднегодовую нагрузку не менее 50 % от номинальной) после включения их в работу – в течение первых 3 суток, через 1 и 6 мес. после включения и далее – не реже 1 раза в 6 мес.;

все трансформаторы напряжением 35 кВ, независимо от нагрузки, после включения их в работу следует контролировать в течение первых 3 суток;

все трансформаторы 35 кВ и выше – перед вводом в работу, перед началом и после завершения капитального и восстановительного ремонта трансформатора и/или работ с маслом;

трансформаторы напряжением 110 кВ и выше после включения их в работу - в течение первых 3 суток, через 10 дней, 1, 3 и 6 месяцев после включения и далее - не реже 1 раза в 6 мес. Для трансформаторов с предполагаемым дефектом периодичность отбора проб масла устанавливается в каждом конкретном случае, исходя из состава и концентрации газов, скорости их нарастания;

10.7.2.6.3 Оценка влажности твердой изоляции.

10.7.2.6.3.1 Испытания проводятся для трансформаторов с уровнем напряжения 110 кВ и выше. Допустимое значение влагосодержания твердой изоляции вновь вводимых трансформаторов и трансформаторов, прошедших капитальный ремонт, – не выше 1 %, а эксплуатируемых трансформаторов – не выше 2 % по массе. Для трансформаторов, отработавших установленные нормативно технической документацией сроки, допускается значение влагосодержания – 2 %, а у эксплуатируемых трансформаторов – 4 % по массе;

10.7.2.6.3.2 Определение влагосодержания твердой изоляции трансформаторов проводится:

.1 перед вводом трансформаторов в эксплуатацию и при капитальном ремонте при появлении признаков увлажнения, установленных измерениями и/или при продолжительности пребывания активной части трансформатора на воздухе,

превышающей для трансформаторов классов напряжения до 35 кВ - 16 ч при относительной влажности до 75 % и 8 ч при относительной влажности 75 % и более; для трансформаторов классов напряжения 110 — 220 кВ - 16 ч при относительной влажности до 75 % и 10 ч при относительной влажности до 85 %;

.2 в период выполнения капитального ремонта, предусматривающего проведение работ по подсушке/промывке твердой изоляции.

Определение влагосодержания твердой изоляции трансформаторов проводится приоритетно по анализу влагосодержания заложенных в бак образцов изоляции;

Влагосодержание твердой изоляции в процессе эксплуатации допускается не определять, если влагосодержание масла, проба которого отобрана из трансформатора, прогретого до 60 °С, не превышает 10 г/т;

Периодичность контроля влагосодержания твердой изоляции расчетными способами или иными инструментальными методами, реализуемыми без вскрытия бака трансформатора в процессе эксплуатации: первый раз — через 12 лет после включения и в дальнейшем — 1 раз через 4 — 6 лет.

10.7.2.6.4 Измерение сопротивления изоляции.

10.7.2.6.4.1 Измерение сопротивления изоляции обмоток:

.1 сопротивление изоляции обмоток измеряется мегаомметром на напряжение 2500 В;

.2 сопротивление изоляции каждой обмотки вновь вводимых в эксплуатацию трансформаторов и трансформаторов, прошедших капитальный ремонт, приведенное к температуре испытаний, при которой определялись исходные значения, должно быть не менее 50 % по отношению к значениям, указанным изготовителем. В случае отсутствия значений изготовителя — по отношению к первично измеренным значениям. В любом случае сопротивление изоляции выше 3000 МОм при температуре 20 °С считается удовлетворительным и сравнение с исходными данными не требуется;

.3 для трансформаторов на напряжение от 15 до 35 кВ включительно мощностью до 10 МВА и дугогасящих реакторов сопротивление изоляции обмоток должно быть не ниже значений, представленных в [табл. 10.7.2.6.4.1.3](#).

Таблица 10.7.2.6.4.1.3

Значение сопротивлений изоляции

Температуры обмотки, °С	10	20	30	40	50	60	70
R _{60°} , МОм	450	300	200	130	90	60	40

.4 сопротивление изоляции сухих трансформаторов с номинальным напряжением свыше 15 кВ при температуре обмоток 20 — 30 °С должно быть не менее 500 МОм;

.5 измерение сопротивления изоляции обмоток должно производиться при температуре изоляции не ниже:

10 °С — для трансформаторов напряжением до 150 кВ включительно;

20 °С — для трансформаторов напряжением 220 кВ;

.6 в процессе эксплуатации измерения сопротивления изоляции обмоток трансформаторов производятся с периодичностью не реже 1 раза в 4 года, а также при неудовлетворительных результатах испытаний масла и/или анализа газов, растворенных в масле и в объеме комплексного диагностического обследования;

10.7.2.6.4.2 Измерение сопротивления изоляции доступных стяжных шпилек, бандажей, полубандажей ярем и прессующих колец относительно активной стали и ярмовых балок, а также ярмовых балок относительно активной стали и электростатических экранов относительно обмоток и магнитопровода.

.1 измерения должны производиться в случае осмотра активной части трансформатора или через специальный проходной изолятор на баке трансформатора (при его наличии). Используются мегаомметры на напряжение 1000 В;

.2 измеренные значения сопротивления изоляции стяжных шпилек, бандажей, полубандажей ярем и прессующих колец относительно активной стали и ярмовых балок, а также ярмовых балок относительно активной стали, должны быть не менее 2 МОм, а сопротивление изоляции ярмовых балок не менее 0,5 МОм;

10.7.2.6.5 Измерение тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$) изоляции обмоток для трансформаторов напряжением 110 – 220 кВ.

.1 значения $\text{tg}\delta$ изоляции обмоток вновь вводимых в эксплуатацию трансформаторов и трансформаторов, прошедших капитальный ремонт, приведенные к температуре испытаний, при которой определялись исходные значения, с учетом влияния $\text{tg}\delta$ масла не должны отличаться от значений, указанных изготовителем в сторону ухудшения более чем на 50 %;

.2 измеренные (при температуре изоляции 20 °С и выше) значения $\text{tg}\delta$ изоляции обмоток вновь вводимых в эксплуатацию трансформаторов и трансформаторов, прошедших капитальный ремонт, не превышающие 1 %, считаются удовлетворительными и их сравнение с исходными данными не требуется;

.3 при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации $\text{tg}\delta$ изоляции измеряется как по схемам, применяемым изготовителем, так и дополнительно по зонам изоляции (например, ВН - корпус, НН - корпус, ВН - НН) с подсоединением вывода «экран» измерительного моста к свободным обмоткам или баку. В процессе эксплуатации допускается проводить только измерения по зонам изоляции;

.4 измерение $\text{tg}\delta$ обмоток должно производиться при температуре изоляции не ниже:

10 °С – для трансформаторов напряжением до 150 кВ включительно;

20 °С – для трансформаторов напряжением 220 кВ;

60 °С – для всех трансформаторов при выполнении оценки влагосодержания твердой изоляции расчетным путём;

.5 в процессе эксплуатации измерения значения $\text{tg}\delta$ изоляции обмоток трансформаторов производятся с периодичностью не реже 1 раза в 4 года, а также при неудовлетворительных результатах испытаний масла и/или анализа газов, растворенных в масле и в объеме комплексного диагностического обследования.

10.7.2.6.6 Оценка состояния бумажной изоляции обмоток.

10.7.2.6.6.1 Оценка по наличию фурановых соединений и соотношения CO_2/CO в масле.

.1 значение содержания фурановых производных в трансформаторном масле, ограничивающее область нормального состояния оборудования, должно быть не более 0,0006 % массы;

.2 достижение значений соотношения CO_2/CO более 30 в сочетании с влагосодержанием масла более 30 г/т указывает на полное исчерпание ресурса бумажной изоляции обмоток (показатель предельного состояния). В случае достижения содержания фурановых производных и (или) соотношения CO_2/CO указанных выше значений необходимо выполнить испытания бумажной изоляции согласно [10.7.2.6.6.2](#);

.3 отбор проб масла на содержание фурановых соединений следует проводить до замены силикагеля в адсорбционных и термосифонных фильтрах, а также обработки масла (дегазации, регенерации и пр.), но не ранее, чем через 6 месяцев после замены;

10.7.2.6.6.2 Оценка по степени полимеризации.

.1 оценка по степени полимеризации деструкции целлюлозы, влияющей на механическую прочность бумажной изоляции, производится у трансформаторов напряжением 110 кВ и выше;

.2 отбор образцов твердой изоляции производится в случае, если по косвенным методам оценки имеются достаточные основания ожидать значительного износа твердой изоляции. Косвенная оценка состояния твердой изоляции осуществляется по следующим показателям:

наличие в трансформаторном масле фурановых производных, в том числе фурфурола;

результаты хроматографического анализа растворенных в масле фурановых соединений, газов CO и CO₂ в соответствии с рекомендациями в [10.7.2.6.2](#);

результаты физико-химического анализа масла;

результаты измерения диэлектрических параметров изоляции (R60, tgδ).

.3 ресурс бумажной изоляции обмоток считается исчерпанным при снижении степени полимеризации бумаги до 250 единиц (показатель предельного состояния) и менее. У ответственных трансформаторов напряжением 35 кВ, отработавших установленные нормативно-технической документацией сроки (блочных трансформаторов, трансформаторов собственных нужд), оценка состояния бумажной изоляции обмоток по степени полимеризации и определение фурановых соединений проводится при комплексных диагностических обследованиях;

10.7.2.6.7 Испытание изоляции повышенным напряжением частоты 50 Гц;

.1 при капитальном ремонте с полной сменой обмоток и изоляции испытание повышенным напряжением вместе с вводами обязательно для всех типов и классов трансформаторов. Значение испытательного напряжения принимается равным значению напряжения, используемому изготовителем. При капитальном ремонте с частичной сменой изоляции или при реконструкции трансформатора значение испытательного напряжения принимается 0,9 заводского;

.2 значения испытательных напряжений приведены в табл. [10.7.2.6.7-1](#) и [10.7.2.6.7-2](#). Время проведения испытания – 60 с.

.3 импортные трансформаторы разрешается испытывать напряжениями, указанными в табл. [10.7.2.6.7-1](#) и [10.7.2.6.7-2](#), лишь в тех случаях, если они не превышают напряжения, которым данный трансформатор был испытан изготовителем;

.4 испытание изоляции цепей защитной и контрольно-измерительной аппаратуры, установленной на трансформаторе, производится на полностью собранных трансформаторах. Испытывается изоляция (относительно заземленных частей и конструкций) цепей с присоединенными трансформаторами тока, газовыми и защитными реле, маслоуказателями, отсечным клапаном и датчиками температуры при отсоединенных разъемах манометрических термометров, цепи которых испытываются отдельно. Значение испытательного напряжения - 1 кВ. Продолжительность испытания – 1 мин. Значение испытательного напряжения при испытаниях манометрических термометров—750 В. Продолжительность испытания—1 мин.

Таблица 10.7.2.6.7-1

**Испытательные напряжения промышленной частоты электрооборудования классов
напряжения до 35 кВ с нормальной и облегченной изоляцией**

Класс напряжения трансформатора, кВ	Испытательное напряжение					
	силовые трансформаторы, шунтирующие реакторы и дугогасящие реакторы			аппараты, трансформаторы тока и напряжения, токоограничивающие реакторы, изоляторы, вводы, конденсаторы связи, экранированные токопроводы, сборные шины, КРУ		
	головного образца на заводе - изготовителе	головного образца на производстве	при установившемся производстве	головного образца на заводе - изготовителе	головного образца на производстве и при установившемся производстве	
					фарфоровая изоляция	другие виды изоляции
15-19	45,0/37,0	40,5/33,3	38,3/31,5	55,0 (63,0)	55,0 (63,0)	49,5 (56,7)
20-34	55,0/50,0	49,5/45,0	46,8/42,5	65,0 (75,0)	65,0 (75,0)	58,5 (64,5)
35	85,0	76,5	72,3	95,0 (120,0)	95,0 (120,0)	85,5 (108,0)

Примечания: 1 Испытательные напряжения, указанные в виде дроби, распространяются на электрооборудование: числитель - с нормальной изоляцией, знаменатель - с облегченной изоляцией (в том числе сухих трансформаторов).

2. Испытательные напряжения для аппаратов и КРУ распространяются как на их изоляцию относительно земли и между полюсами, так и на промежуток между контактами с одним или двумя (цифра в скобках) разрывами на полюс. В случаях если испытательное оборудование не позволяет обеспечить испытательное напряжение выше 100 кВ, допускается проводить испытание при максимально возможном испытательном напряжении, но не менее 100 кВ.

3. Если головной образец на заводе-изготовителе был испытан напряжением, отличающимся от указанного, испытательные напряжения головного образца на производстве и при установившемся производстве должны быть соответственно скорректированы.

Таблица 10.7.2.6.7-2

Испытательные напряжения промышленной частоты герметизированных силовых трансформаторов.

Класс напряжения трансформатора, кВ	Испытательное напряжение, кВ		
	головного образца на заводе – изготовителя	головного образца на производстве	при установившемся производстве
15	38	34,2	32,3
20	50	45,0	42,5

10.7.2.6.8 Измерение сопротивления обмоток постоянному току:

.1 измерения сопротивления обмоток трансформаторов постоянному току должны производиться на всех ответвлениях, если в паспорте трансформатора нет других указаний;

.2 измерения сопротивления обмоток трансформаторов постоянному току в межремонтный период проводятся в случае комплексного диагностического обследования трансформатора, а также, если на наличие дефекта указывают средства периодического контроля, осуществляемого на работающем трансформаторе, такие как анализ растворенных в масле газов, физико-химический анализ масла, тепловизионный контроль, осмотр и проверка РПН;

.3 на трансформаторах с устройствами РПН измерения в процессе эксплуатации проводятся с периодичностью:

трансформаторы напряжением 110 кВ и выше - 1 раз в 4 года;

трансформаторы напряжением 35 кВ - по решению технического руководителя;

.4 перед измерением сопротивления обмоток трансформаторов, снабженных устройствами регулирования напряжения под нагрузкой и устройством переключения без возбуждения, следует произвести не менее трех полных циклов переключения;

.5 сопротивления обмоток трехфазных трансформаторов, измеренные на одинаковых ответвлениях разных фаз при одинаковой температуре, не должны отличаться более чем на 2 %;

.6 значения сопротивления обмоток однофазных трансформаторов после температурного пересчета не должны отличаться более чем на 5 % от исходных значений;

10.7.2.6.9 Проверка коэффициента трансформации:

.1 проверка производится при всех положениях переключателей ответвлений.

Коэффициент трансформации, измеренный при вводе трансформатора в эксплуатацию, не должен отличаться более чем на 2 % (если иное не указано в документации изготовителя) от значений, измеренных на соответствующих ответвлениях других фаз, и от исходных значений, а измеренный при капитальном ремонте не должен отличаться более чем на 2 % от коэффициента трансформации, рассчитанного по напряжениям ответвлений. При капитальных ремонтах коэффициент трансформации проверяется в случае замены или ремонта обмоток трансформатора.

10.7.2.6.10 Проверка группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных трансформаторов:

.1 проверка группы соединения обмоток и полярности выводов производится головного образца на производстве и электрооборудования, прошедшего восстановительный или капитальный ремонт;

.2 группа соединений должна соответствовать указанной в паспорте трансформатора, а полярность выводов - обозначениям на крышке трансформатора;

.3 измерения производятся при вводе в эксплуатацию, в эксплуатации - в случае отсутствия заводской документации (заводской таблички) на трансформатор и после капитального ремонта - в случае изменения схемы соединения или замены обмоток.

10.7.2.6.11 Фазировка трансформаторов:

.1 перед первым включением в работу нового или вышедшего из ремонта оборудования (при изменении внешней силовой схемы присоединения трансформатора) должна производиться его фазировка.

10.7.2.6.12 Измерение потерь холостого хода:

.1 измерения производятся у головных образцов трансформаторов мощностью 1000 кВА и более при напряжении, подводимом к обмотке низшего напряжения, равном указанному в протоколе заводских испытаний (паспорте). Измерения потерь холостого хода трансформаторов мощностью до 1000 кВА производятся после капитального ремонта с полной или частичной расшихтовкой магнитопровода. У трехфазных трансформаторов потери холостого хода измеряются при однофазном возбуждении по схемам, применяемым на заводе-изготовителе;

.2 у головных образцов трехфазных трансформаторов на производстве и при капитальном ремонте соотношение потерь на разных фазах не должно отличаться от

соотношений, приведенных в протоколе заводских испытаний (паспорте), более чем на 5 %. У однофазных трансформаторов при вводе в эксплуатацию измеренные потери не должны превышать исходные (паспортные) значения более чем на 10 %.

10.7.2.6.13 Измерение сопротивления короткого замыкания (Zк) трансформатора:

.1 измерение сопротивления короткого замыкания производится у трансформаторов 125 МВА и более;

.2 для трансформаторов с устройством регулирования напряжения под нагрузкой Zк измеряется на основном и обоих крайних ответвлениях;

.3 значения Zк трансформатора при установившемся производстве не должны превышать значения, определенного по напряжению КЗ (Uк) трансформатора, на основном ответвлении более чем на 5 %;

.4 значения Zк при измерениях при установившемся производстве и при капитальном ремонте не должны превышать исходные более чем на 3 %. У трехфазных трансформаторов дополнительно нормируется различие значений Zк по фазам на основном и крайних ответвлениях, которое не должно превышать 3 %;

.5 в процессе эксплуатации измерения Zк производятся после воздействия на трансформатор тока КЗ, превышающего 70 % расчетного значения, используемого изготовителем, а также в объеме комплексного диагностического обследования.

10.7.2.6.14 Оценка состояния переключающих устройств.

10.7.2.6.14.1 Переключающие устройства с ПБВ (переключение без возбуждения);

.1 в устройствах с ПБВ проверяют состояние:

контактного узла и привода;

контактных пружин.

.2 в устройствах ПБВ барабанного типа проверяют усилие, развиваемое контактными пружинами, которое должно быть в пределах 20—50 Н (2-5 кгс);

10.7.2.6.14.2 Переключающие устройства с РПН (регулирование под нагрузкой).

.1 оценка состояния переключающих устройств при вводе трансформаторов в эксплуатацию и капитальном ремонте производится в соответствии с требованиями инструкций изготовителя и инструкции по эксплуатации конкретного переключающего устройства;

.2 текущие ремонты устройств РПН с выводом их из работы следует проводить совместно с текущими ремонтами трансформаторов не реже 1 раза в год (если иное не оговорено документацией изготовителя), а также после определенного числа переключений, указанного в инструкции изготовителя данного устройства РПН;

.3 масло из бака контакторов устройств РПН должно испытываться на пробивное напряжение после определенного числа переключений, указанного в инструкции изготовителя данного устройства РПН, но не реже 1 раза в год. На наличие влагосодержания масло из устройства РПН испытывается по решению технического руководителя или в случае получения неудовлетворительных результатов по пробивному напряжению. Масло из бака контакторов устройств РПН, работающих в неавтоматическом режиме допускается испытывать 1 раз в 2 года;

.4 при значениях показателей, превышающих нормируемые значения, масло должно быть осушено, очищено или заменено. Отбор пробы масла из бака контактора устройства РПН для проведения анализа растворенных в масле газов проводится при неудовлетворительных результатах АРГ масла, отобранного из бака трансформатора. Оценка результатов производится в соответствии с рекомендациями изготовителя устройства РПН, и архивными материалами технического диагностирования переключающего устройства.

10.7.2.6.15 Испытание бака на герметичность;

.1 испытаниям подвергаются головные образцы всех типов трансформаторов, кроме герметизированных и не имеющих расширителя;

.2 испытание производится:

у трансформаторов напряжением до 35 кВ включительно - гидравлическим давлением столба масла, высота которого над уровнем заполненного расширителя составляет 0,6 м, за исключением трансформаторов с волнистыми баками и пластинчатыми радиаторами, для которых высота столба масла принимается равной 0,3 м;

у трансформаторов с пленочной защитой масла - созданием внутри гибкой оболочки избыточного давления воздуха 10 кПа;

у остальных трансформаторов - созданием избыточного давления азота или сухого воздуха 10 кПа в надмасляном пространстве расширителя;

.3 продолжительность испытания во всех случаях - не менее 3 ч;

.4 температура масла в баке при испытаниях должна быть:

не ниже 10 °С - для трансформаторов напряжением до 150 кВ включительно;

не ниже 20 °С - для трансформаторов напряжением 220 кВ;

.5 испытания в процессе эксплуатации производятся для трансформаторов, оборудованных высоковольтными вводами протяжного типа, верхний узел герметизации которых находится выше уровня масла в баке-расширителе трансформатора, при неудовлетворительных результатах испытаний масла из бака трансформатора на газосодержание;

.6 бак трансформатора считают выдержавшим испытания на герметичность, если в течение нормированного времени снаружи бака не обнаружено течей масла или не произошло падения избыточного нормированного давления.

10.7.2.6.16 Проверка устройств охлаждения, предохранительных устройств, газового реле, реле давления, струйного реле, средств защиты масла от воздействия окружающего воздуха:

.1 проверка устройств охлаждения при вводе в эксплуатацию, текущем ремонте трансформаторов и в межремонтный период и при капитальном ремонте производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации системы охлаждения, входящей в комплект технической документации изготовителя данного трансформатора;

.2 проверка предохранительного и отсечного клапанов, а также предохранительной (выхлопной) трубы при вводе трансформатора в эксплуатацию и капитальном ремонте производится в соответствии с требованиями инструкций изготовителя;

.3 проверка и испытания газового реле, реле давления и струйного реле производятся в соответствии с инструкциями по эксплуатации соответствующих реле. Проверка работоспособности газового реле, установленного на трансформаторах с пленочной защитой, путем нагнетания в него воздуха запрещается. Величина уставки газового реле должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации на трансформатор. При отсутствии в эксплуатационной документации указаний, следует принять уставку, соответствующую максимальной чувствительности, исключавшую срабатывание реле при пуске и остановке электронасосов системы охлаждения;

.4 проверка воздухоосушителя, установок азотной и пленочной защиты масла, термосифонного и адсорбционного фильтров при вводе трансформатора в эксплуатацию, и капитальном ремонте и в процессе эксплуатации производится в соответствии с требованиями документации изготовителя и национальными стандартами. Адсорбент, загружаемый в воздухоосушитель и фильтры трансформаторов, должен иметь остаточное влагосодержание не более 0,5 % массы.

10.7.2.6.17 Тепловизионный контроль состояния трансформаторов:

.1 тепловизионный контроль производится у трансформаторов напряжением 15 кВ и выше;

.2 периодичность контроля трансформаторов:

15—35 кВ – 1 раз в 3 года;

35—110 кВ – 1 раз в 3 года;

110—220 кВ – 1 раз в 2 года;

.3 для трансформаторов и автотрансформаторов, у которых по результатам анализа газов, растворенных в масле, концентрации метана, этана и этилена превышают граничные значения или приближаются к ним тепловизионный контроль следует проводить через каждые 3—6 месяцев, если иное не предусмотрено техническим руководителем. Целесообразно проводить ИК-контроль при максимально возможной нагрузке трансформатора и дополнительно на холостом ходу.

10.7.2.6.18 Измерение характеристик частичных разрядов:

.1 контроль изоляции обмоток по характеристикам частичных разрядов (ЧР) распространяется на трансформаторы классов напряжений от 110 и 220 кВ по решению технического руководителя;

.2 для трансформаторов классов напряжений 35 кВ контроль изоляции обмоток по характеристикам частичных разрядов проводится при обнаружении дефектов электрического характера на основании анализа растворенных в масле газов. Перечень контролируемых по ЧР трансформаторов и применяемые при этом измерительные системы устанавливаются по решению технического руководителя.

10.7.3 Испытания статических преобразователей и источников бесперебойного питания (ИБП).

10.7.3.1 Объем испытаний и проверок статических преобразователей приведен в [табл. 10.7.3.1](#).

Таблица 10.7.3.1

Статические преобразователи	Осмотр и проверки	Измерение сопротивления изоляции	Испытание изоляции	Испытания на соответствие условиям эксплуатации	Испытание на нагревание	Испытание на перегрузку	Испытание на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого замыкания	Проверка работы при набросах и сбросах нагрузки	Испытание на стойкость к коммутационным перенапряжениям	Прочие проверки	Испытание на допустимые уровни напряжения радиопомех	Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам
Выпрямители	+	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	+	+
Инверторы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	+	+
Преобразователи частоты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	+	+
ИБП	+	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	+	+
Примечание. Условные обозначения – см. табл. 10.7.1.1												

10.7.3.2 При испытании изоляции должна быть проверена также электрическая прочность межвитковой изоляции трансформатора преобразователя (или проверен документ о том, что трансформатор выдержал такое испытание).

10.7.3.3 При испытании на перегрузку по окончании режима при максимальной температуре, достигнутой преобразователем при перегрузке, должна быть проверена работа защиты от перегрузки, если такая защита предусмотрена. Ток и время срабатывания защиты, а также другие необходимые параметры должны контролироваться на соответствие технической документации.

10.7.3.4 Испытание на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого замыкания должно проводиться с выполнением следующих условий:

.1 опыт короткого замыкания должен быть проведен при наибольшем токе короткого замыкания, выдерживаемом преобразователем;

.2 опыт при наибольшем допустимом токе короткого замыкания должен проводиться в практически холодном состоянии преобразователя при нормальных климатических условиях испытаний и при максимальном длительно допустимом значении напряжения на входе преобразователя, включенного на номинальную нагрузку, путем создания короткого замыкания вблизи клемм выхода, а для инверторов – вблизи клемм выхода и входа, с занесением амплитуды и длительности входного тока короткого замыкания в паспорт изделия;

.3 может быть проведен опыт при наименьшем токе короткого замыкания и наибольшей допустимой длительности его протекания. Этот опыт должен проводиться в нагретом состоянии преобразователя. Температура преобразователя и внешней среды к началу опыта должны быть такими же, как при испытании на теплоустойчивость (нагревание), то есть этот опыт следует проводить сразу по окончании испытания в камере тепла;

.4 процессы короткого замыкания должны осциллографироваться.

10.7.3.5 Проверка работы преобразователя при набросах и сбросах нагрузки осуществляется при номинальных параметрах на входе преобразователя путем внезапного включения и отключения нагрузки по схеме: 0 – 50 % – 0, 0 – 100 % – 0, 0 – допустимая нагрузка – 0. Процессы должны осциллографироваться.

10.7.3.6 Испытания на стойкость к коммутационным перенапряжениям проводятся включением и отключением от источника питания ненагруженного, а затем заранее нагруженного наибольшей допустимой нагрузкой преобразователя. Осциллограмма должна доказать, что пиковое напряжение на вентилях при этом не превышает их номинального обратного напряжения.

10.7.3.7 К прочим относятся проверки действия аппаратуры управления, работы сигнализации, вентиляции, работы фильтра, емкости батарей а также другие, указанные в одобренной технической документации в зависимости от вида преобразователя. Этапы и последовательность их проведения не регламентируются.

10.7.4 Испытания аккумуляторов и аккумуляторных батарей.

10.7.4.1 Испытаниям должны подвергаться аккумуляторные батареи каждого типа.

Аккумуляторы подвергаются испытаниям, если они предназначены для самостоятельной поставки (не в батареях).

10.7.4.2 В объем испытаний и проверок аккумуляторов и батарей должны входить:

- .1** осмотр и проверки, в том числе уровня и плотности электролита;
- .2** измерение сопротивления изоляции (у батарей);
- .3** испытание электрической прочности изоляции (у батарей);
- .4** испытания на соответствие условиям эксплуатации;
- .5** испытание на термостойкость мастики кислотных аккумуляторов;
- .6** проверка герметичности моноблоков кислотных аккумуляторов;
- .7** проверка на саморазряд.

10.7.4.3 К началу испытаний батареи (аккумуляторы) должны пройти необходимое число циклов заряд-разряда, чтобы их емкость достигала гарантируемых технической документацией значений, и представлены результаты проверки их номинальной емкости.

10.7.4.4 Испытания вибрационными и ударными нагрузками должны проводиться следующим образом:

.1 подготовленные в соответствии с [10.7.4.3](#) полностью заряженные батареи (аккумуляторы) должны подвергаться вибрационным и ударным воздействиям в трех взаимно перпендикулярных направлениях; при этом могут быть применены любые пробки, не допускающие вытекания электролита;

.2 при испытаниях на вибрационную и ударную устойчивость батареи должны подключаться к контрольной цепи. Ток и напряжение при этом должны быть стабильными.

10.7.4.5 По окончании всех испытаний вибрационными и ударными воздействиями батареи должны быть поставлены на разряд для проверки номинальной емкости, которая должна быть не менее указанной в технической документации (за вычетом израсходованной энергии в контрольной цепи).

10.7.4.6 При испытании на теплоустойчивость батарея должна быть заряжена и разряжена при температуре +55 °С. Режимы заряда и разряда могут быть нормальными и ускоренными, что решается в каждом конкретном случае, однако полученные значения напряжения, тока, емкости, должны соответствовать указанным в технической документации на батарею.

Аналогично проводится испытание на холодоустойчивость.

Стартерные батареи должны разряжаться в стартерном режиме.

10.7.4.7 Испытаниям на устойчивость к качке и длительным наклонам батареи должны подвергаться только с целью проверки невыекания электролита. Проверять при этом функционирование батарей не требуется.

Батареи с максимально допустимым уровнем электролита должны подвергаться воздействию качки, как указано в [10.5.3.4](#), и затем наклону на 40° от вертикали поочередно в две стороны, лежащие в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, по 10 мин в каждую. При качке и наклонах на поверхности аккумуляторов не должно появляться следов электролита (пробки могут быть закрыты, но без герметизирующих деталей).

10.7.4.8 Испытание на термостойкость мастики кислотных батарей может проводиться на образцах, не подвергаемых другим видам испытаний. Батареи испытываются без электролита сначала в течение 6 ч при температуре –60 °С с наклоном на 45° от нормального положения и затем после охлаждения до нормальной температуры испытаний в течение 6 ч при температуре –40 °С в нормальном положении. После нагревания мастика не должна иметь потеков, после охлаждения – разрывов, трещин, отставания от крышек моноблока.

10.7.4.9 Проверка герметичности моноблока кислотной батареи должна проводиться по окончании всех механических и температурных воздействий на батарею при выполнении следующих условий:

.1 если испытанию термостойкости мастики подвергались не те батареи, которые прошли механические испытания, то проверка герметичности должна проводиться как на батареях, прошедших механические и климатические испытания, так и на батареях, испытывавшихся только на термостойкость;

.2 герметичность батареи проверяется путем создания в ней повышенного или пониженного давления по сравнению с атмосферным на 133 ± 9 Н/м² в течение 4 – 5 с.

Батарея считается выдержавшей проверку, если показание манометра или вакуумметра не меняется.

Положительный результат проверки подтверждает стойкость мастики к механическим и термическим воздействиям;

.3 герметичность батареи без доливных горловин проверяется путем создания в ней избыточного давления до срабатывания предохранительных клапанов.

10.7.4.10 Проверка на саморазряд заключается в проверке остаточной емкости после 28 сут. нахождения без нагрузки при температуре 25 ± 5 °С предварительно полностью заряженной батареи, прошедшей испытания на соответствие условиям эксплуатации. Потеря емкости вследствие саморазряда не должна превышать 30 % от номинальной емкости для кислотных и 25 % от номинальной емкости для щелочных аккумуляторов.

10.7.4.11 Литий-ионные аккумуляторные батареи, литий-ионные аккумуляторные системы, солнечные батареи и топливные элементы могут испытываться в соответствии с [приложением 18](#).

10.7.5 Испытания распределительных устройств.

10.7.5.1 Объем испытаний и проверок распределительных устройств приведен в [табл. 10.7.5.1](#).

Таблица 10.7.5.1

Щиты и пульты	Осмотр и проверки	Измерение сопротивления изоляции	Испытание электрической прочности изоляции	Испытания на соответствие условиям работы оборудования на судне	Испытание на нагревание	Испытание на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого замыкания	Прочие испытания и проверки	Испытания на допустимые уровни напряжений промышленных радиопомех	Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам
Щиты и пульты управления, контроля и сигнализации гребных электроустановок	+	+	+	+	+	(+)	см. 10.7.5.7	(+)	+
То же, главных механизмов	+	+	+	+	+	–		(+)	+
То же, электрической установки	+	+	+	+	+	–			
То же, вспомогательных и палубных механизмов	+	+	+	+	+	–		(+)	+
То же, сигнально-отличительных фонарей	+	+	+	+	+	см. 10.7.5.6.5		+	+
Главные и аварийные распределительные щиты	+	+	+	+	+	+		(+)	+
Прочие распределительные щиты и устройства (в том числе коробки и ящики с предохранителями)	+	+	+	+	+	+		(+)	+
Зарядные щиты	+	+	+	+	+	–		(+)	+
Щиты питания от внешнего источника	+	+	+	+	+	(+)			+
Корпусы распределительных устройств, щитов и пультов управления, контроля и сигнализации	+	–	–	+	–	–	–	–	–
Условные обозначения: « + » – испытания (проверки) проводятся; «(+)» – необходимость проведения испытаний (проверок) определяется в зависимости от конкретного вида изделия; « – » – испытания (проверки) не проводятся.									

10.7.5.2 При осмотре и проверках в дополнение к указанному в [10.4.1](#) проверяются:

- .1 размещение органов управления и указателей коммутационного состояния аппаратов (включено-выключено);
- .2 размещение измерительных приборов и сигнальных ламп;
- .3 цвет сигнальных ламп и кнопок управления;
- .4 надписи и знаки на табличках и их размещение, однолинейные схемы силовых цепей, мнемосхемы;
- .5 состав, размещение, установка, параметры и характеристики аппаратов, приборов и арматуры;
- .6 расположение, крепление и окраска шин;
- .7 прокладка и крепление проводов;
- .8 состояние обработки поверхностей токоведущих и изоляционных деталей и узлов;

.9 изоляционные расстояния;

.10 наличие и качество заземления неподвижных, выдвижных и установленных на открывающихся конструкциях элементов на корпус щита пульта, а также наличие и качество узлов для заземления каждой секции щита пульта на корпус судна;

.11 выполнение мероприятий по защите токоведущих частей от попадания жидкости, если имеются приборы и аппараты гидравлики или жидкостного охлаждения;

.12 фиксация открывающихся и выдвижных дверей, щитков, панелей и т.п. в открытом положении.

10.7.5.3 В дополнение к положениям [10.6.1](#) испытание на нагревание должно проводиться при выполнении следующих условий:

.1 к изделиям с нижним вводом кабеля должны подводиться так, как при установке изделия на судне, для учета дополнительного нагрева от кабелей;

.2 число кабелей должно соответствовать числу силовых цепей изделия, которые в условиях эксплуатации могут работать одновременно;

.3 площадь сечения кабелей должна соответствовать площади сечения, указанной в схемах подключения;

.4 ожидаемые при эксплуатации тепловыделения от кабелей допускается имитировать любым другим равноценным способом;

.5 при испытании должна измеряться температура нагрева токоведущих и изолирующих частей, воздуха внутри оболочки, оболочки изделия и наружного воздуха.

10.7.5.4 Испытание распределительных устройств на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого замыкания должно проводиться при выполнении следующих условий:

.1 щиты трехфазного тока допускается испытывать однофазным током короткого замыкания при условии поочередного пропуска его по каждому двум смежным фазам силовой цепи. В таких случаях максимальное значение ударного тока короткого замыкания уменьшают на 7 % по сравнению с амплитудным значением предельного тока короткого замыкания, указанного в технической документации на щит;

.2 испытаниям должны подвергаться силовые цепи распределительных устройств. Схема испытаний должна быть одобрена Регистром в составе программы и методики испытаний;

.3 до начала испытаний на электродинамическую прочность должны быть измерены расстояния между токоведущими частями в ряде сечений, где наиболее вероятны деформации. После каждого включения ударного тока эти расстояния должны проверяться;

.4 если электродинамическая прочность аппаратов ниже расчетной прочности шин щита, такие аппараты допускается шунтировать или заменять перемычками, места установки которых должны быть указаны на схеме испытаний;

.5 испытания аппаратов должны проводиться согласно требованиям [10.7.6.3 — 10.7.6.5](#).

.6 испытания распределительных устройств на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого замыкания могут проводиться по национальным или международным стандартам.

10.7.5.5 Испытание распределительных щитов постоянного тока на функционирование защит и стойкость к короткому замыканию должно проводиться при выполнении следующих условий:

.1 щиты постоянного тока, смонтированные на специализированном испытательном стенде, подключенные к источнику электроэнергии, соединены с электропотребителями, состав которых определен согласованной программой и методикой испытаний. Потребители выбираются по наибольшему прогнозируемому току подпитки точки короткого замыкания;

.2 междуполюсной безиндуктивной перемычки. Активное сопротивление перемычки и коммутирующий автоматический выключатель рассчитываются и выбираются исходя из прогнозируемых тяжелых условий возникновения короткого замыкания;

.3 максимальное значение ударного тока короткого замыкания уменьшается на 7 % по сравнению с амплитудным значением предельного тока короткого замыкания, указанного в технической документации на щит.

10.7.5.6 Щит считается выдержавшим испытание на стойкость к токам короткого замыкания, если:

- .1 не произошло деформации или поломки токоведущих частей и их креплений;
- .2 не произошло выбрасывания ножей разъединителей, разъединения или приваривания контактов;
- .3 температура токоведущих частей не превысила допустимой;
- .4 отсутствуют другие повреждения, препятствующие нормальной работе щита;
- .5 испытанием электрической прочности изоляции, проведенным по окончании испытания на стойкость к токам короткого замыкания, не отмечено ухудшение изоляции щита;

.6 защитная аппаратура щита и установленного оборудования сработала по алгоритму, заданному в программе испытаний;

.7 не произошло отказов и сбоев в работе автоматических выключателей, защищаемого ими оборудования и других работающих систем распределительного щита.

10.7.5.7 В число прочих испытаний и проверок в зависимости от конкретного распределительного устройства могут входить:

.1 опробование аппаратов и их приводов. Опробованию подвергаются аппараты и приводы, сочленяемые при сборке щита, аппараты, состоящие из отдельных частей (например, аппараты рубящего типа), генераторные и секционные выключатели, а также другие аппараты (например, контакторы и реле), если они не попадают в проверку на функционирование;

.2 проверка действия блокировок. Надежность работы блокировок должна проверяться многократно в процессе проведения испытаний на вибро-, ударо-, тепло- и холодоустойчивость и по окончании их. Электрические блокировки должны проверяться при предельных допустимых отклонениях напряжения и частоты от номинальных значений;

.3 испытание конструкции щита на механическую прочность при многократных коммутационных операциях. Такому испытанию подвергаются щиты с аппаратами, включение и отключение которых связано с приложением значительных усилий. Испытание производится многократными коммутационными операциями (не менее 100 циклов) каждым таким аппаратом. После испытания конструкции щита в районах крепления аппаратов и их приводов должны тщательно осматриваться;

.4 проверка функционирования. Такой проверке подвергаются цепи управления, контроля и сигнализации всех щитов и пультов, где они имеются, при испытаниях на устойчивость к механическим и климатическим воздействиям. Это особенно важно для цепей с релейноконтакторными элементами.

Проверка функционирования распределительных щитов сигнально-отличительных фонарей, кроме того, должна осуществляться при максимально допустимых длительных и кратковременных отклонениях напряжения и частоты от номинальных значений (при испытаниях на вибро-, ударо-, тепло- и холодоустойчивость);

.5 испытание на воздействие тока короткого замыкания щитов сигнально-отличительных фонарей заключается в проверке срабатывания защиты при коротком замыкании в линии, идущей к сигнально-отличительному фонарю, и проверке работоспособности при этом щита. Испытание должно быть проведено поочередно для двух линий. В каждой линии должно быть проведено по два коротких замыкания.

Результаты испытаний на воздействие токов короткого замыкания считаются удовлетворительными, в следующих случаях:

- защитой отключена аварийная линия;
- сработала сигнализация об отключении этой линии;
- остальные линии фонарей остались в работе, что подтверждается работой сигнализации испытывавшейся цепи;
- элементы щита остались в рабочем состоянии без замены каких-либо из них, за исключением плавких вставок предохранителей;
- испытание электрической прочности изоляции подтвердило ее удовлетворительное состояние;
- результат осмотра положителен;

.6 проверка падения напряжения на элементах сигнализации щита сигнально-отличительных фонарей, включенных в цепи этих фонарей, подтверждает, что оно находится в допустимых пределах.

10.7.5.8 При освидетельствовании распределительных щитов и щитов управления, собранных из компонентов, имеющих документы, подтверждающие техническое наблюдение в соответствии с Номенклатурой РС, испытания могут проводиться в объеме серийного образца. Если на компоненты имеются СТО ИКО, то необходимо руководствоваться 2.16 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

10.7.5.9 Испытания комплектных распределительных устройств (КРУ) внутренней установки, высоковольтных отсеков трансформаторных подстанций (ТП) напряжением 15–35 кВ в дополнение [10.7.5.1 – 10.7.5.8](#).

10.7.5.9.1 Измерение сопротивления изоляции:

.1 в настоящих требованиях приняты следующие условные обозначения категорий контроля:

П – при вводе в эксплуатацию нового электрооборудования и электрооборудования, прошедшего восстановительный или капитальный ремонт и реконструкцию на специализированном ремонтном предприятии;

К – при капитальном ремонте на субъекте электроэнергетики;

С – при среднем ремонте;

Т – при текущем ремонте электрооборудования;

М – между ремонтами;

.2 измерение сопротивления изоляции элементов из органических материалов производится мегаомметром на напряжение 2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в [табл. 10.7.5.9.1.2](#).

Таблица 10.7.5.9.1.2

Наименьшие допустимые значения сопротивления изоляции подвижных частей,
выполненных из органических материалов

Вид испытания	Сопротивление изоляции, МОм, на номинальное напряжение, кВ	
	15–150	220
П	3000	5000
С	1000	3000

.3 измерение сопротивления изоляции вторичных цепей производится мегаомметром на напряжение 500–1000 В.

10.7.5.9.2 Испытание повышенным напряжением частоты 50 Гц:

.1 испытание повышенным напряжением частоты 50 Гц первичных цепей ячеек проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно. Значение испытательного напряжения принимается в соответствии с [табл. 10.4.6.10.10.1](#).

Продолжительность приложения испытательного напряжения – 1 мин.

Все выдвижные элементы с выключателями устанавливаются в рабочее положение, включают выключатели; выдвижные элементы с разрядниками, силовыми и измерительными трансформаторами выкатываются в контрольное положение. Испытание повышенным напряжением производится до присоединения силовых кабелей.

10.7.5.9.3 Проверка соосности и величины вхождения подвижных контактов в неподвижные.

.1 несоосность контактов не должна превышать 4—5 мм. Вертикальный люфт ламелей разъединяющих контактов выкатной тележки должен быть в пределах 8 — 14 мм.

Вхождение подвижных контактов в неподвижные должно быть не менее 15 мм, запас хода - не менее 2 мм;

10.7.5.9.4 Измерение сопротивления постоянному току.

.1 сопротивление разъёмных контактов не должно превышать значений, приведенных в [табл. 10.7.5.9. 4.1](#).

Таблица 10.7.5.9.4.1

Допустимые значения сопротивлений постоянному току элементов КРУ

Измеряемый элемент ¹	Допустимые значения сопротивления
1. Втычные контакты первичной цепи	Допустимые значения сопротивления контактов приведены в инструкциях изготовителя. В случаях, если значения сопротивления контактов не приведены в инструкциях изготовителя, они должны быть не более: для контактов на 400 А - 75 мкОм; для контактов на 630 А - 60 мкОм; для контактов на 1000 А - 50 мкОм; для контактов на 1600 А - 40 мкОм; для контактов на 2000 А и выше - 33 мкОм
2. Связь заземления выдвижного элемента с корпусом	Не более 0,1 Ом

Примечание . ¹Измерение выполняется, если позволяет конструкция КРУ.

10.7.5.9.5 Контроль сборных шин.

.1 контроль контактных соединений сборных шин должен выполняться согласно указаниям [10.7.22](#).

10.7.5.9.6 Механические испытания.

.1 испытания включают 5-кратное вкатывание и выкатывание выдвижных элементов с проверкой соосности разъединяющих контактов главной цепи, работы шторочного механизма, блокировок, фиксаторов.

10.7.5.9.7 Контроль контактов и контактных соединений аппаратов и токоведущих частей ячеек:

.1 контроль проводится при наличии технической возможности.

10.7.6 Испытания электрических аппаратов (коммутационных, защиты, управления).

10.7.6.1 Объем испытаний и проверок электрических аппаратов приведен в [табл. 10.7.6.1](#).

Таблица 10.7.6.1

Аппараты	Осмотр и проверки	Измерение сопротивления изоляции	Испытание электрической прочности	Испытания на соответствие условиям работы оборудования на судне	Испытание на нагревание	Проверка величин срабатывания (и возврата)	Испытание на предельную коммутационную способность	Испытание на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого	Проверка работы ручного и двигательного привода и указателя коммутационного	Проверка схемы на функционирование	Испытания на допустимые уровни промышленных радиопомех	Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам	Прочие испытания (и проверки)
Автоматические выключатели	+	+	+	+	+	⁺¹	+	⁺²	+	+	—	+	—
Выключатели, переключатели, разъединители	+	+	+	+	+	—	+	⁺²	+	—	—	—	—
Предохранители	+	+	+	+	+	⁺¹	⁺³	—	—	—	—	—	⁺⁴
Контакты, реле ⁵	+	+	+	+	+	+	+	⁺⁶	—	—	—	+	⁺⁷
Пускатели и контроллеры (в том числе командоаппараты), пусковые и пускорегулировочные реостаты	+	+	+	+	+	⁺⁸	+	⁺⁶	+	+	⁺⁹	+	⁺⁷
Реостаты возбуждения, резисторы в ящиках	+	+	+	+	+	—	—	—	⁺¹⁰	—	—	—	—
Электромагнитные муфты ¹¹	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	+	⁺¹²
Кнопочные и путевые, конечные выключатели	+	+	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—
Магнитные усилители, реакторы, дроссели	+	+	+	+	+	—	—	(+)	—	⁺¹ ₃	—	+	(+)
Аппараты, блоки, модули с бесконтактными элементами	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	(+)	+	(+)
Устройства защиты генераторов	+	+	+	+	+	+	+	(+)	—	+	(+)	+	(+)

Аппараты	Осмотр и проверки
	Измерение сопротивления изоляции
	Испытание электрической прочности
	Испытания на соответствие условиям работы оборудования на судне
	Испытание на нагревание
	Проверка величин срабатывания (и возврата)
	Испытание на предельную коммутационную способность
	Испытание на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого
	Проверка работы ручного и двигателя привода и указателя коммутационного
	Проверка схемы на функционирование
	Испытания на допустимые уровни индустриальных радиопомех
	Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам
	Прочие испытания (и проверки)
Условные обозначения: + – испытание (проверка) проводится; (+) – необходимость проведения испытания (проверки) определяется в зависимости от конкретного изделия (т. е. от его конструкции, принципа действия, назначения, расположения на судне и др.); – – испытание (проверка) не проводится. ¹ Для автоматических выключателей проверяется работа разъединителей (максимальных, минимальных, обратного тока, независимых и при коротком замыкании в одном полюсе). Проверяются время-токовые характеристики. ² Испытываются электродинамическая и термическая устойчивость к токам короткого замыкания. Для автоматических выключателей испытание совмещается с испытанием на предельную коммутационную способность. Универсальные переключатели и другие выключатели, переключатели, предназначенные для работы в цепях управления, сигнализации и измерительных цепях, а также в схемах ДВС со стартерным пуском, испытанию не подлежат. ³ Для предохранителей – испытание на отключающую способность (в том числе для контактов вспомогательной цепи). ⁴ Испытание максимальным током неплавления и минимальным током плавления предохранителей с плавкими вставками общего назначения, проверка работы указателей срабатывания и бойка, воздействующего на контакты вспомогательной цепи предохранителя или расцепляющее устройство другого аппарата. ⁵ За исключением полупроводниковых реле, не предназначенные для запуска электрических двигателей. ⁶ Испытываются электродинамическая и термическая устойчивость к токам короткого замыкания цепи контактора и цепи катушки реле тока, т.е. включаемых последовательно в силовые цепи. Электротепловые реле испытываются только на термическую устойчивость. ⁷ Проверка работы механической блокировки реверсивных контакторов, пускателей, контроллеров. ⁸ Относится к встраиваемым аппаратам (контакторам, реле). ⁹ Относится к контроллерам и пускорегулировочным реостатам, а также к пускателям и пусковым реостатам, если они не отвечают требованиям 2.2 части XI "Электрическое оборудование" Правил классификации и постройки морских судов. ¹⁰ Относится к реостатам. ¹¹ Испытания электромагнитных муфт проводятся аналогично испытаниям электрических машин (и в той же последовательности). ¹² Проверка балансировки, проверка отношения максимального момента к номинальному, проверка на отсутствие осевых усилий, испытание при повышенной частоте вращения. ¹³ Относится к магнитным усилителям.	

10.7.6.2 Кроме указанного в [10.4.1](#), осмотр и проверки должны проводиться при выполнении следующих условий:

.1 для аппаратов, предназначенных для встраивания в электрические распределительные щиты и другие изделия, проверяются крепежные детали, удобство монтажа и демонтажа в условиях эксплуатации;

.2 у изделий, имеющих в своем составе другие аппараты (у контроллеров, реостатов и др.), проверяется настройка этих аппаратов по заданным параметрам;

.3 проверяется правильность заземления и усилие нажатия контактов, растворы и провалы контактов.

10.7.6.3 Проверка величин срабатывания и возврата аппаратов должна проводиться при выполнении следующих условий:

.1 необходимо удостовериться, что срабатывание и возврат аппарата при предельных допустимых отклонениях от номинальных значений напряжения, тока, частоты происходят (не происходят, если не должны происходить);

.2 при проверках электромагнитных аппаратов источник электроэнергии (схема питания) должен обеспечить возможность получения стабильных параметров электроэнергии.

Перемещение якоря электромагнита не должно существенно влиять на установленные напряжение и ток;

.3 проверки должны проводиться в горячем и холодном состоянии аппарата при достижении его частями теплового равновесия во время испытаний на тепло- и холодоустойчивость. У аппарата с катушками напряжения в горячем состоянии, кроме того, проверяется достаточность усилия, развиваемого электромагнитом, для срабатывания аппарата при минимальных допустимых значениях напряжения и частоты; в холодном – механическая прочность аппарата, срабатывающего при максимальном допустимом напряжении на катушке электромагнита;

.4 должно быть не менее трех измерений параметров при срабатывании; для катушек постоянного тока – не менее шести (по три каждой полярности);

.5 оценка измерений должна проводиться по наихудшему результату;

.6 для аппаратов с катушками напряжения постоянного тока определение напряжения срабатывания $U_{ср}$ может выполняться косвенно – посредством измерения тока срабатывания $I_{ср}$ с пересчетом результата по формуле

$$U_{ср} = I_{ср} R_t, \quad (10.7.6.3.6)$$

где R_t – активное сопротивление катушки при температуре испытания, Ом;

.7 защитные характеристики, если от температуры аппарата зависит выдержка времени, определяются при нагреве током постоянной величины, начиная с холодного состояния аппарата.

10.7.6.4 Цель испытания на предельную коммутационную способность – удостовериться, что эта способность соответствует указанной в технической документации. Испытание должно проводиться при выполнении следующих условий:

.1 в зависимости от вида аппарата и требований технической документации на аппарат проверяются все или часть из перечисленных параметров:

наибольшая отключающая способность;

наибольшая включающая способность;

способность аппарата выдерживать один или несколько циклов, состоящих из следующих друг за другом операций включения и автоматического отключения максимального тока, определяющего его наибольшую коммутационную способность;

способность аппарата отключать токи меньшие, чем определяющие его наибольшую отключающую способность; проверяется также способность аппарата отключать критические для него токи, если в технической документации на аппарат указана зона таких токов;

.2 возможности испытательной установки должны соответствовать требованиям технической документации, одобренной Регистром;

.3 испытываемый аппарат должен устанавливаться и испытываться в нормальном рабочем положении;

.4 все части аппарата, подлежащие при эксплуатации заземлению, а также все его токоведущие части, не имеющие электрической связи с испытываемой цепью, для выяснения, не происходит ли переброса дуги на них при испытании на отключающую

способность (в том числе при отключении критических токов), должны быть электрически соединены между собой и подключены к нейтрали источника энергии или к искусственной нейтральной точке;

.5 если ионизированная зона, создаваемая дугой, не ограничивается оболочкой аппарата, должны быть проверены границы ионизированной зоны выхлопа аппарата на соответствие границам, указанным в технической документации. Для этого по границам зоны должны быть расположены стальные решетки или пластины с отверстиями, которые должны быть электрически соединены между собой и подключены, как указано в [10.7.6.4.4](#) (рекомендуются: толщина пластин – 3 мм, диаметр отверстий – 7 мм, расстояния между центрами отверстий – 10 мм);

.6 должны быть проверены границы выброса пламени при отключении максимального тока (для этой цели по границам зоны выброса пламени, указанным в технической документации на аппарат, рекомендуется расположить легковоспламеняющийся материал);

.7 испытания должны проводиться при предельном значении постоянной времени (коэффициента мощности) цепи, а также при значениях, при которых ожидаются более тяжелые условия коммутации (что должно быть оговорено в программе и методике испытаний). В каждой трехфазной цепи коэффициент мощности не должен отличаться от среднего арифметического коэффициента мощности трех фаз более чем на $\pm 15\%$;

.8 во избежание облегчения условий испытания аппаратов, у которых собственное время срабатывания существенно зависит от величины уставок расцепителей, такие аппараты следует испытывать отрегулированными на максимальные и минимальные значения собственного времени срабатывания;

.9 во избежание облегчения условий испытания однополюсных аппаратов, предназначенных для работы в трехфазных цепях (например, предохранителей), такие аппараты должны быть испытаны при одновременном включении во все фазы в соответствии с условиями их применения (так как при испытании в однофазной цепи отключение может происходить при благоприятной фазе тока);

.10 в процессе испытания должны осциллографироваться токи в полюсах аппарата и напряжение на клеммах ввода;

.11 испытание наибольшей отключающей способности предохранителей должно проводиться на предохранителях с плавкими вставками на номинальный ток;

.12 испытание коммутационной способности контроллеров, пусковых и пускорегулировочных реостатов должно проводиться на контроллерах (реостатах), включенных в схему электропривода.

Мощность двигателя, используемого при испытании, и режимы испытаний (пуски, реверсы, перегрузки, коммутация тока заторможенного двигателя и т.д.) устанавливаются технической документацией изготовителя.

Аппарат считается выдержавшим испытание на коммутационную способность, если за время испытания:

не произошло повреждения, препятствующего нормальной работе аппарата (допускается необходимость мелкого ремонта, например, зачистка или смена контактов);

не произошло разрушения оболочки, порчи изоляции или других дефектов, препятствующих дальнейшей работе аппарата, однако влекущих за собой опасность для обслуживающего персонала;

не наблюдалось переброса дуги между полюсами, на металлическую оболочку и другие заземляемые и токоведущие части;

время горения дуги не превышало установленного технической документацией на аппарат;

не произошло сваривания контактов.

10.7.6.5 Испытание на электродинамическую и/или термическую прочность.

Целью испытания является проверка способности аппарата противостоять механическому и/или тепловому действию предельных токов короткого замыкания, указанных в технической документации на аппарат. Мощность двигателя, используемого при испытании, и режимы испытаний (пуски, реверсы, перегрузки, коммутация тока заторможенного двигателя и т.д.) устанавливаются технической документацией изготовителя.

Испытание должно проводиться при выполнении следующих условий:

.1 напряжение испытательной цепи должно быть достаточным для предотвращения обрыва тока в цепи при отбросе контактов электродинамическими силами;

.2 если в конструкции аппарата предусмотрена возможность регулирования силы нажатия контактов, то испытания должны проводиться при номинальных рабочих значениях нажатия, установленных в технической документации на аппарат;

.3 испытание можно начинать при холодном состоянии аппарата. Ударный ток должен включаться не менее трех раз (включения при настройке не засчитываются). Интервалы между подачей ударных токов должны быть такими, чтобы токоведущие части аппарата охлаждались до температуры, соответствующей их длительной работе при полной нагрузке.

Испытание на термическую прочность рекомендуется совмещать с последним включением ударного тока. В противном случае, оно должно быть начато при упомянутой выше рабочей температуре аппарата включением ударного тока;

.4 средства измерения температуры при испытании на термическую прочность должны обеспечивать получение показаний за время не более 2 с;

.5 включение и отключение испытательной цепи должно производиться аппаратом испытательной установки. Параметры процесса короткого замыкания должны осциллографироваться.

Аппарат считается выдержавшим испытание, если не произошло:

сваривания контактов;

самопроизвольного отключения;

чрезмерного нагрева частей (сверх указанного в технической документации на аппарат);

переброса дуги между полюсами на соседние электрически независимые токоведущие части, оболочку и другие металлические заземленные части;

появления внешних эффектов, опасных для обслуживающего персонала;

повреждения, препятствующего его дальнейшей нормальной работе.

10.7.6.6 Проверка работы двигательного привода автоматического выключателя должна проводиться, как указано в [10.7.6.3](#). Кроме того, должны быть проверены:

.1 надежность отключения выключателя любым из расцепителей при возбужденном включающем устройстве;

.2 невозможность включения выключателя, если операция включения начинается во время действия отключающего устройства;

.3 отсутствие опасности для персонала и повреждений выключателя при неправильных действиях (приведение в действие включающего устройства при включенном выключателе и отключающего устройства при отключенном выключателе);

.4 переход на управление ручным приводом и обратно;

.5 безопасность для персонала и отсутствие возможности повреждения аппарата при действии ручным приводом и одновременном дистанционном включении (отключении) цепи двигательного привода;

.6 действие блокировки от повторных включений выключателя на короткое замыкание (рекомендуется совмещать с испытанием на предельную коммутационную способность аппарата).

10.7.6.7 Испытанию максимальным током неплавления и минимальным током плавления должны подвергаться предохранители с плавкими вставками с учетом следующего:

.1 испытание на максимальный ток неплавления должно проводиться на предохранителях с плавкими вставками, имеющими максимальное электрическое сопротивление, испытание на минимальный ток плавления – с вставками, имеющими минимальное сопротивление;

.2 температура при испытаниях должна соответствовать указанной в технической документации.

Если в течение времени, указанного в технической документации, предохранитель не отключит цепь при испытании на максимальный ток неплавления и в течение времени, не превышающего указанного в технической документации, отключит при испытании на минимальный ток плавления, то предохранитель испытание выдержал.

10.7.6.8 Время-токовые, ампер-секундные характеристики предохранителей должны проверяться по осциллограммам, полученным при испытании на отключающую способность.

10.7.7 Испытания конденсаторов, конденсаторных установок для повышения коэффициента мощности.

10.7.7.1 В объем испытаний и проверок конденсаторов и конденсаторных установок входят:

- .1 осмотр и проверки;
- .2 измерение сопротивления изоляции;
- .3 испытание электрической прочности изоляции;
- .4 испытания на соответствие условиям работы оборудования на судне;
- .5 проверка на герметичность;
- .6 измерение тангенса угла потерь;
- .7 испытание на термическую стабильность;
- .8 испытание на разряд;
- .9 проверка продолжительности работы конденсаторов;
- .10 проверка действия защиты;
- .11 проверка действия автоматики установки (если имеется).

10.7.7.2 При испытаниях конденсаторных установок на соответствие условиям работы на судне вместо испытания на теплоустойчивость проводится испытание на так называемую термическую стабильность при температуре в термокамере, на 5 °С превышающей указанную в [табл. 10.5.5.1.3](#), и напряжении на выводах не менее 120 % номинального с частотой 50 Гц. После прогрева до теплового равновесия конденсаторы выдерживают в течение 48 ч. Результаты испытаний положительные, если в течение последних 10 ч тангенс угла потерь и изменение температуры корпуса находятся в пределах, установленных технической документацией.

Если наблюдаются большие изменения, испытание продолжают до стабилизации или пробоя.

10.7.7.3 Испытание защитного исполнения оболочки проводится только на комплектных конденсаторных установках (т. е. испытывается оболочка шкафа, где размещены конденсаторы).

10.7.7.4 Проверка на герметичность осуществляется с целью убедиться в отсутствии течи пропитывающего диэлектрика. Конденсаторы выдерживают в термокамере при температуре 105 – 110 °С до полного подогрева по всему объему в течение 8 — 16 ч (в зависимости от габаритов), затем охлаждают при температуре +5-35 °С в течение такого же времени, вновь нагревают и охлаждают таким же образом.

10.7.7.5 Испытание на разряд проводят пятью разрядами накоротко после заряда двойным номинальным напряжением постоянного тока. Не позднее чем через 5 мин

после этого должно быть проверено испытание электрической прочности изоляции между обкладками.

Конденсаторы считаются выдержавшими испытание, если изменение их емкости, измеренной до испытания на разряд и после испытания электрической прочности изоляции, не превышает 2 %.

10.7.7.6 Проверка действия защиты конденсаторов должна показать, что при пробое конденсаторного элемента срабатывает его предохранитель и не происходит разрушения конденсатора, подтвердить правильность выбора защиты и устойчивость установки к действиям тока короткого замыкания.

По окончании проверки установка должна быть тщательно осмотрена с проверкой параметров изоляции.

10.7.7.7 Суперконденсаторы и суперконденсаторные системы могут испытываться в соответствии с Приложением 18.

10.7.8 Испытания шинопроводов.

10.7.8.1 В объем испытаний и проверок шинопроводов должны входить:

- .1 осмотр и проверки;
- .2 измерение сопротивления изоляции;
- .3 испытание электрической прочности изоляции;
- .4 испытания на соответствие условиям работы на судне;
- .5 испытание на нагревание;
- .6 испытание на перегрузку, если перегрузка предусмотрена технической документацией;
- .7 испытание на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого замыкания (при больших мощностях может быть заменена расчетом).

10.7.8.2 Механическим испытаниям должны подвергаться все элементы шинопровода, отличающиеся от других по конструкции (прямые, угловые, тройниковые и другие секции, ответвительные коробки), собранные в различных сочетаниях в нескольких пролетах.

При значительных расстояниях между опорами допускается испытывать несколько отдельных пролетов шинопровода, установленных и закрепленных к стенду на двух опорах каждый.

10.7.8.3 Испытание на нагревание должно проводиться не менее чем в трех соединенных между собой и закрытых с торцов различных элементах шинопровода, наиболее характерных для такого испытания. Испытание на перегрузку должно проводиться на тех же элементах шинопровода.

10.7.8.4 Испытание на электродинамическую и термическую прочность при токе короткого замыкания должно проводиться на наиболее характерных для данного исполнения секциях шинопровода и типах ответвительных коробок. В остальном при этом испытании следует руководствоваться положениями [10.7.5.4 — 10.7.5.5](#).

10.7.9 Испытания электроизмерительных приборов.

10.7.9.1 Испытания электроизмерительных приборов (вольтметров, амперметров, ваттметров, частотомеров, мегомметров, синхроскопов, фазоуказателей, фазометров) и их частей, расположенных вне корпуса самого прибора, должны проводиться в следующем объеме:

- .1 осмотр и проверки;
- .2 измерение сопротивления изоляции;
- .3 испытание прочности изоляции;
- .4 испытания на соответствие условиям работы на судне;
- .5 испытание на нагревание;
- .6 испытание на перегрузку;
- .7 проверка основной погрешности (в том числе вариации);
- .8 проверка дополнительной погрешности;

.9 проверка уровня напряжения и напряженности электромагнитного поля радиопомех;

.10 испытания на устойчивость к электромагнитным помехам (ЭМС).

10.7.9.2 Испытание на соответствие условиям работы на судне проводится с учетом следующего:

.1 при испытаниях на вибрационную и ударную устойчивость электрическая нагрузка прибора должна быть равна приблизительно 65 – 70 % номинальной, а половина размаха колебаний указателя и изменение показаний не должны превышать допустимой основной погрешности прибора;

.2 при испытаниях на устойчивость к качке и длительным наклонам изменение показаний прибора в рабочей части шкалы не должно превышать значения основной погрешности;

.3 при испытаниях на тепло- и холодоустойчивость должны проверяться изменения показаний прибора вследствие изменения температуры окружающего воздуха в испытательной камере в пределах наиболее высокой и наиболее низкой рабочих температур. Полученные значения не должны превышать допустимых, установленных технической документацией.

10.7.9.3 Испытания на нагревание и на устойчивость к перегрузкам (длительным и импульсным), проверки основной погрешности, вариации и дополнительной погрешности (т.е. проверка влияния внешних факторов, определяющих дополнительную погрешность, таких как: изменение наклона прибора, изменение температуры, напряжения, частоты, формы кривой напряжения или тока, внешнего магнитного и электрического поля, влияние расположенного рядом прибора и влияние ферромагнитного щита, на котором устанавливается прибор) производятся по технической документации, согласованной в установленном порядке.

10.7.10 Испытания электроприводов и электрооборудования механизмов и устройств (в комплексе).

10.7.10.1 Комплектующие изделия, предусмотренные Номенклатурой РС и входящие в состав электропривода или электрооборудования механизма (устройства), к началу испытаний в составе таких схем должны пройти испытания после изготовления в соответствующих для них объемах, указанных в настоящем разделе.

10.7.10.2 Объем испытаний и проверок электрооборудования, соединенного по схемам электроприводов, приведен в [табл. 10.7.10.2](#).

Таблица 10.7.10.2

№ п/п	Электроприводы	Осмотр и проверки	Измерение сопротивления изоляции	Проверка действия блокировки с ручным приводом	Проверка действия контура гашения энергии поля	Проверка действия электромагнитного тормоза	Проверка действия защиты от минимального напряжения	Проверка автозапуска после восстановления напряжения	Проверка действия путевых выключателей	Прочие проверки работы схемы	Проверка работы привода без нагрузки	Испытание работы привода под нагрузкой	Испытание на стоянку под током	Проверка действия защиты от перегрева	Испытания на допустимый уровень напряжения и напряженности поля радиопомех	Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам
1	Гребных установок ¹	+	+	–	(+)	(+)	–	–	–	(+)	+	+	–	+	–	–

№ п/п	Электроприводы	Осмотр и проверки	Измерение сопротивления изоляции	Проверка действия блокировки с ручным приводом	Проверка действия контура гашения энергии поля	Проверка действия электромагнитного тормоза	Проверка действия защиты от минимального напряжения	Проверка автозапуска после восстановления напряжения	Проверка действия путевых выключателей	Прочие проверки работы схемы	Проверка работы привода без нагрузки	Испытание работы привода под нагрузкой	Испытание на стоянку под током	Проверка действия защиты от перенапряжения	Испытания на допустимый уровень напряжения и напряженности поля в помещениях	Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам
2	Вспомогательных механизмов (насосов, компрессоров, вентиляторов, воздухоудовок, сепараторов и др.)	+	+	–	(+)	–	+	–	–	(+)	+	+	–	+	+	+
3	Палубных механизмов:															
	.1 рулевых	+	+	(+)	(+)	–	–	+	+	(+)	+	+	(+)	+	+	+
	.2 якорных	+	+	(+)	(+)	+	+	–	–	(+)	+	+	+	+	+	+
	.3 швартовых	+	+	(+)	(+)	+	+	–	–	(+)	+	+	+	+	+	+
	.4 буксирных	+	+	(+)	(+)	+	+	–	–	(+)	+	+	–	+	+	+
	.5 крановых, грузоподъемных стрел, подъемников	+	+	(+)	(+)	+	+	–	+	(+)	+	+	–	+	+	+
	.6 шлюпочных лебедок	+	+	+	(+)	+	+	–	+	(+)	+	+	–	+	+	+
4	Лифтов	+	+	+	(+)	+	+	–	+	(+)	+	+	–	+	+	+
5	Водонепроницаемых дверей	+	+	+	(+)	–	–	+	+	(+)	+	+	–	+	+	+
6	Трубопроводной арматуры	+	+	+	(+)	–	(+)	(+)	+	(+)	+	+	–	+	+	+
7	Холодильных установок	+	+	–	–	–	+	–	–	(+)	+	+	–	+	+	+
8	Катодная защита наложенным током	+	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	(+)	–
Условные обозначения – см. табл. 10.7.5.1 .																
¹ Стендовые испытания комбинированных (гибридных) пропульсивных установок проводить в соответствии с Приложением 17.																

10.7.10.3 Объем испытаний по [табл. 10.7.10.2](#) обязателен как для изготовителей (поставщиков) электроприводов, так и для изготовителей (поставщиков) механизмов, если они комплектуют механизмы электроприводами.

10.7.10.4 Если в стендовых условиях отсутствует возможность проведения отдельных видов испытаний образцов электроприводов, Регистр может допустить проведение этих видов испытаний (проверок) на судне в периоды швартовых и ходовых испытаний (например, испытания электроприводов гребных установок), что должно особо оговариваться разработчиком (изготовителем) электропривода в технической документации на его поставку для учета в программах и методиках швартовых и ходовых испытаний судна.

10.7.10.5 В комплекты электрооборудования лифтов, кроме электроприводов, входят также цепи (с элементами) сигнализации и освещения, в комплекты электрооборудования водонепроницаемых дверей – цепи сигнализации, в комплекты электрооборудования холодильных установок, кроме электроприводов, могут входить измерительные цепи и цепи сигнализации. Поэтому при комплексных испытаниях такого

электрооборудования должно быть проверено действие всех остальных цепей и элементов во всех возможных и требуемых правилами вариантах их работы.

10.7.10.6 Осмотр и проверки электроприводов проводятся, главным образом, для установления соответствия электрооборудования и схем его подключения технической документации.

10.7.10.7 Сопротивление изоляции цепей должно измеряться в практически холодном и нагретом (после испытания на нагрузках) состояниях.

10.7.10.8 Проверка действия контура гашения энергии поля проводится в схемах электроприводов постоянного тока (с двигателями параллельного и смешенного возбуждения) как с коммутируемым разрядным контуром параллельной обмотки, так и с постоянно замкнутым. В первом случае проверяется своевременность замыкания контура и эффект гашения – напряжение при этом на выводах обмотки, во втором – только эффект гашения.

10.7.10.9 Если в условиях стенда конструктивно невозможно расположить путевые выключатели так, как при эксплуатации, то, по крайней мере, они должны быть подключены к соответствующим цепям для проверки работы схемы.

10.7.10.10 Проверка работы привода на функционирование без нагрузки состоит из неоднократных пусков, остановок, реверсирования и работы привода на каждой скорости за время, в течение которого можно убедиться в нормальной работе привода и провести измерения необходимых параметров.

10.7.10.11 Испытание работы привода под нагрузкой в составе механизма должно проводиться по одобренной Регистром программе и методике испытаний механизма во всех режимах его работы с нагрузкой и перегрузкой.

10.7.10.12 Испытание на стоянку под током должно проводиться с целью проверки своевременности срабатывания защиты привода. Кроме электроприводов якорных и швартовых механизмов, этому испытанию должны подвергаться только те электроприводы рулевых устройств, которые жестко соединяются с баллером руля (например, посредством зубчатых, винтовых, штуртросовых передач).

10.7.10.13 Действие защиты от перегрузки должно проверяться при длительных и кратковременных перегрузках приводного механизма.

Проверку электроприводов, допускается производить от специальных электрических нагрузочных устройств на предприятии (изготовителе).

10.7.11 Испытания электрооборудования ДВС со стартерным пуском.

10.7.11.1 Комплектующие изделия, предусмотренные Номенклатурой РС, входящие в состав электрооборудования ДВС со стартерным пуском, к началу испытаний в составе схем электрооборудования ДВС должны пройти испытания после изготовления в соответствующих для них объемах, указанных в настоящем разделе.

10.7.11.2 Испытания комплекса электрооборудования ДВС должны проводиться при установке его на штатных местах двигателя, для которого оно предназначено.

При испытании электрооборудования на предприятии (изготовителе) допускается применять имитирующие установки (при отсутствии ДВС) отдельно для привода зарядного генератора, нагрузки стартера и тягового реле привода стартера и др.

Испытания на стендах с имитирующими установками должны быть полностью эквивалентны испытаниям на ДВС.

10.7.11.3 Испытания и проверки должны проводиться в следующем объеме:

- .1** осмотр и проверки (на соответствие изделий и их схем подключения технической документации);
- .2** измерение сопротивления изоляции в практически холодном состоянии;
- .3** испытание в действии схемы стартерного пуска;
- .4** испытание в действии схемы заряда аккумуляторной батареи;
- .5** проверка в действии других цепей и элементов (если имеются);
- .6** измерение сопротивления изоляции в нагретом состоянии изделий;

10.7.12.1 Объем испытаний и проверок светильников и пускорегулирующих аппаратов газоразрядных ламп приведен в [табл. 10.7.12.1](#).

Таблица 10.7.12.1

Светильники и прожекторы	Осмотр и проверки	Измерение сопротивления изоляции	Испытание электрической прочности изоляции	Испытания на соответствие условиям работы на судне	Испытание на нагревание	Испытание на определение постоянства характеристик материалов	Испытание на термостойкость	Проверка времени разряда конденсаторов	Проверка времени работы светильника	Испытание на допустимый уровень напряжения промышленных радиопомех	Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам
С лампами накаливания	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
С газоразрядными лампами	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
С аккумуляторами и зарядными устройствами	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
Аккумуляторные взрывозащищенные переносные ¹	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+
С лампами светодиодными	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+

¹ До начала испытаний взрывозащищенных светильников (фонарей) должны быть проверены документы компетентной организации, подтверждающие взрывозащищенность изделия.

10.7.12.2 Пускорегулирующие аппараты для светильников с газоразрядными лампами, если они предназначены для отдельной от светильника установки, должны испытываться совместно со светильниками, за исключением случаев, указанных в [10.7.12.3](#) и [10.7.12.4](#).

10.7.12.3 Испытанию на теплоустойчивость подвергаются только пускорегулирующие аппараты, предназначенные для отдельной от светильника установки.

10.7.12.4 Испытание на нагревание должно проводиться с учетом следующего:

.1 напряжение при испытании должно быть равно 1,1 номинального, мощность лампы – наибольшая, на которую рассчитан светильник;

.2 подвальные и переборочные светильники при испытании должны быть закреплены на деревянных щитах толщиной не менее 15 мм, окрашенных черной матовой краской.

Светильники, предназначенные для встраивания в подволоки, должны устанавливаться на макете.

10.7.12.5 Испытание на определение постоянства характеристик материалов должно проводиться в камере тепла при выполнении следующих условий:

.1 температура в камере +55 °С;

.2 светильники с лампами накаливания должны испытываться при мощности, на 15 % превышающей номинальную мощность наибольшей лампы, на которую рассчитан светильник;

.3 светильники с газоразрядными и светодиодными лампами должны испытываться при напряжении, на 10 % превышающем номинальное;

.4 пускорегулирующие аппараты, предназначенные для отдельной от светильника установки, не испытываются на постоянство характеристик материалов;

.5 испытание должно продолжаться не менее 300 ч;

.6 светильники считаются выдержавшими испытание на определение постоянства характеристик материалов, если не произошло:

высыхания и растрескивания изоляции проводов;

потери пружинных свойств центральных контактов патронов;

выкрашивания, растрескивания, оплавления, обгорания или изменения геометрической формы деталей;

недопустимого уменьшения сопротивления изоляции.

10.7.12.6 Испытание на термостойкость должно проводиться с учетом следующего:

.1 испытанию должны подвергаться светильники со степенями защиты 1 и выше (пускорегулирующие аппараты, предназначенные для отдельной от светильников установки, испытанию не подлежат);

.2 светильники с лампами наибольшей мощности, на которую они рассчитаны, должны быть выдержаны во включенном состоянии до достижения теплового равновесия, после чего сразу горячие светильники (без отключения их от сети) должны быть подвергнуты воздействию водой согласно [табл. 2 приложение 9](#) (в зависимости от защитного исполнения светильников);

.3 температура воды при испытании светильников со степенями защиты IPX1 – IPX4 должна быть не выше 20 °С, со степенями защиты IPX5 – IPX6 – не выше 15 °С;

.4 продолжительность воздействия водой должна быть: 15 мин при испытании светильников со степенью защиты IPX1, 10 мин – при IPX2, 5 мин – при IPX3 – IPX6;

.5 для светильников защитного исполнения IPX5 и IPX6 весь цикл испытания должен проводиться 3 раза, т.е. после прогрева и высыхания светильников они вновь в горячем состоянии должны подвергаться воздействию струей воды;

.6 испытание на термостойкость рекомендуется совмещать с испытанием защитного исполнения оболочек.

10.7.12.7 Время разряда конденсаторов (после отключения) до значения, не превышающего 50 В, должно быть не более 1 мин.

10.7.13 Испытания аппаратов и устройств внутренней связи и сигнализации и приборов контроля управления судном.

10.7.13.1 Объем испытаний и проверок приведен в [табл. 10.7.13.1](#).

Таблица 10.7.13.1

Аппараты и устройства	Осмотр и проверки	Измерение сопротивления изоляции	Испытание электрической прочности изоляции	Испытания на соответствие условиям работы на судне	Испытание на нагревание	Проверка функционирования	Прочие и специальные проверки	Проверка на допустимые уровни напряжений промышленных радиопомех	Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам
Телеграфы электрические машинные	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Датчики и указатели положения пера руля и лопастей ВРШ	+	+	+	+	+	+	+	—	+
Авральная сигнализация – приборы и замыкатели световых и звуковых сигналов	+	+	+	+	+ ¹	+	+	+	+
Коммутаторы и телефонные аппараты связи	+	+	+	+	—	+	+	+	+
Устройства сигнализации обнаружения пожара и предупреждения о пуске средств объемного пожаротушения	+	+	+	+	+ ²	+	+	+ ²	+
Устройства системы предупреждения о пуске системы локального пожаротушения	+	+	+	+	+ ³	+	—	+ ³	+
Устройства системы сигнализации высокого уровня льяльных вод	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Устройства системы аварийного вызова механиков и контроля дееспособности машинного персонала	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Устройства системы сигнализации наличия людей внутри охлаждаемых помещений	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Устройства системы контроля состояния лацпортов, противопожарных и водонепроницаемых дверей	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Устройства системы внешнего/ внутреннего видеонаблюдения	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Устройства системы сигнализации о повышении концентрации взрывоопасных газов	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Устройства системы сигнализации поступления воды в грузовые трюмы навалочных судов и сухогрузов	+	+	+	+ ⁴	+	+ ⁵	+ ⁶	+	+
Устройства системы сигнализации о верхнем и предельном уровне груза	+	+	+	+	+	+	—	+	+
Условные обозначения – см. табл. 10.7.5.1 .									
¹ Замыкатели испытанию не подвергаются.									
² Датчики сигнализации обнаружения пожара автоматические и ручного действия испытаниям не подвергаются.									
³ Датчики испытаниям не подвергаются.									
⁴ В отношении испытания защитного исполнения оболочек см. приложение 15 «Требования к испытанию системы сигнализации поступления воды в грузовые трюмы навалочных судов и однострунных грузовых судов, не являющихся навалочными»									
⁵ Функциональные испытания должны быть проведены в соответствии с резолюцией ИМО MSC.188 (79) "Эксплуатационные требования к сигнализаторам наличия воды на навалочных судах и однострунных грузовых судах, не являющихся навалочными".									
⁶ см. приложение 15 «Требования к испытанию системы сигнализации поступления воды в грузовые трюмы навалочных судов и однострунных грузовых судов, не являющихся навалочными».									

10.7.13.2 Испытание на нагревание должно проводиться при наибольшем длительно допустимом напряжении на вводах питания изделий. Лампы освещения шкал должны быть полностью включены. Испытание на нагревание тахогенераторов должно

проводиться при наибольшей рабочей частоте вращения и наибольшем (допустимом) числе подключенных вторичных приборов.

10.7.13.3 Проверка функционирования всех изделий, за исключением извещателей ручного действия и замыкателей, должна проводиться во время испытаний на вибро-, ударе-, тепло- и холодоустойчивость при одновременных предельных отклонениях напряжений и частоты от номинальных значений; при этом:

.1 у машинных телеграфов проверяется точность передачи команды и ответов, действие сигнализации; у приборов контроля управления судном – точность показаний;

.2 у автоматических извещателей сигнализации обнаружения пожара не должно быть зафиксировано ложных срабатываний или мгновенных разрывов подключенной к ним контрольной цепи. При имитации воздействия, от которого предусмотрено срабатывание извещателей, срабатывания должны происходить в установленных пределах по параметрам воздействующих величин и времени;

.3 у станций сигнализации обнаружения пожара должны нормально функционировать все цепи контроля и сигнализации. Не должно быть ложных срабатываний. Должно быть четкое срабатывание при поступлении сигнала.

10.7.13.4 В прочие и специальные проверки входят:

.1 проверка различимости надписей и знаков;

.2 проверка громкости звуковых сигналов;

.3 электроакустические испытания, измерения и проверки телефонной аппаратуры должны проводиться в соответствии с одобренной технической документацией на эти изделия по окончании механических и климатических испытаний;

.4 проверка по окончании механических и климатических испытаний функционирования станций обнаружения пожара, т. е. проверка действия всех видов сигнализации, контроля, блокировок во всех возможных вариантах;

.5 испытательные пожары для оценки автоматических извещателей обнаружения пожара (дыма, тепла, пламени и других), должны выполняться в соответствии с применимыми требованиями, указанными в огневых испытаниях TF1-TF9 стандарта ISO/TS 7240-9:2012 «Системы обнаружения огня и системы сигнализации – Часть 9: Испытательное пламя для сигнализаторов пожара.

10.7.13.5 Проверка допустимого уровня напряжений промышленных радиопомех от приборов контроля управления судном должна проводиться на выводах указателей, измерителей при работе их от штатных датчиков, тахогенераторов, с которыми они должны быть соединены кабелями длиной не более 15 м, указанными в технической документации на эти приборы.

10.7.14 Испытания кабельных изделий.

10.7.14.1 Объем испытаний и проверок кабельных изделий приведен в [табл. 10.7.14.1](#). В случаях, когда кабельные изделия изготавливаются по международным или национальным стандартам в соответствии с 16.8.1.1 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов, объем испытаний и методика испытаний могут быть изменены по согласованию с Регистром.

Таблица 10.7.14.1

Кабельные изделия	Осмотр и проверки	Измерение сопротивления изоляции	Испытание электрической прочности изоляции	Испытания на соответствие условиям работы на судне	Испытание на устойчивость к морской воде ¹	Испытания на устойчивость к нефтепродуктам ^{1, 2} и к буровому раствору	Испытание на стойкость к многократному перегибу через	Испытание на стойкость к изгибу	Испытание на стойкость к осевому кручению	Испытание на стойкость к изгибу с осевым кручением	Испытание на стойкость к растяжению	Испытание на стойкость к раздавливанию	Испытание на пламеустойчивость (нераспространение горения)	Специальные виды огневых испытаний ³
Кабели для подключения стационарного электрооборудования	+	+	+	+	+	+	—	+	—	—	+	—	+	+
Кабели для подключения подвижного электрооборудования (в том числе переносного)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Провода установочные	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+ ⁴	—	—	+	+
Кабели оптико-волоконные	+	—	—	(+)	(+)	(+)	—	+	+	+	+	+	+	+
Кабели подводные	+	+	+	(+)	+ ⁵	(+)	—	+	+	+	+	+	—	—
Кабели криогенные	+ ⁶	+ ⁶	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Условные обозначения: «+» Испытания проводятся; «(+）」 Необходимость проведения испытаний и объем испытаний определяется в зависимости от вида изделия; «—» Испытания не проводятся.														
¹ Испытанию подлежат изделия, специально предназначенные для эксплуатации на открытых палубах судов. Испытание проводится как на образцах изоляции и оболочки (см. 10.7.14.1), так и на образцах кабелей. ² Испытанию подлежат изделия как специально предназначенные для эксплуатации в машинных помещениях, так и не имеющие такого ограничения. Испытание проводится только на образцах изоляции и оболочки (см. 10.7.14.12). ³ К специальным огневым испытаниям относятся испытания на огнестойкость, содержание галогенов, дымовыделение и т.п., в зависимости от назначения кабельных изделий. ⁴ Относится к особо гибким проводам. ⁵ При испытании кабелей подводных на устойчивость к воздействию морской воды следует учитывать величину гидростатического давления соответствующую предельной глубине эксплуатации кабеля. ⁶ Испытания могут выполняться в соответствии с национальными, международными или стандартами изготовителя.														

До начала испытаний и проверок инспектору должны быть представлены материалы с результатами испытаний физико-механических и других свойств изоляции и оболочки, образцы которых были испытаны методами, указанными в одобренной технической документации. В число таких испытаний для всех изделий входит определение прочности при разрыве и удлинении изоляции и оболочки, тепло- и холодоустойчивости, теплового старения и электрических характеристик.

Для изделий, предназначенных для эксплуатации на открытых палубах судов, дополнительно входит определение устойчивости оболочки морской воде и солнечной радиации.

Для изделий, предназначенных для эксплуатации в машинных помещениях и на палубах наливных судов, дополнительно входит определение устойчивости оболочки к нефтепродуктам.

Для кабельных изделий, предназначенных для эксплуатации на палубах плавучих буровых установок (ПБУ), морских стационарных платформ (МСП), плавучих нефтегазодобывающих комплексов (ПНК), буровых судов, судов обеспечения буровых платформ, а также в тех помещениях вышеперечисленных судов и сооружений, где возможно попадание на эти изделия бурового раствора, дополнительно к испытаниям на устойчивость к нефтепродуктам должны быть проведены испытания на устойчивость кабельных изделий к буровому раствору в соответствии со стандартом МЭК 61892-4. Для буровых растворов на углеводородной и эфирной основах такие испытания должны

проводиться в соответствии с его редакцией 2007 года (МЭК 61892-4:2007), либо в соответствии с национальными стандартами.

В документах, выдаваемых РС на кабельные изделия, должны указываться конкретные типы (группы) буровых растворов, на устойчивость к которым были выполнены соответствующие испытания.

10.7.14.2 Для испытаний кабелей или проводов определенной марки должны быть отобраны образцы каждой конструкции и каждого числа жил с минимальной и максимальной площадью сечения, а, при необходимости, и с промежуточными значениями. Число образцов с одинаковым числом жил, отличающихся сечением, устанавливается для каждого испытания отдельно.

10.7.14.3 Осмотр и проверки кабельных изделий проводятся на соответствие одобренной Регистром технической документации.

10.7.14.4 До начала испытания изоляции и измерения ее сопротивления следует убедиться в отсутствии обрывов жил и в электрической исправности металлических оплеток, оболочек, брони путем подключения их к контрольной цепи.

Независимо от испытаний электрической прочности изоляции, проводящихся на образцах, подвергаемых другим видам испытаний, электрическая прочность изоляции должна быть испытана, кроме того, на отдельных образцах после выдержки их в воде не менее 6 ч для изделий и отдельных жил с поливинилхлоридной и полиэтиленовой изоляцией.

10.7.14.5 Общие виды испытаний на соответствие условиям работы на судне, такие как испытания на вибропрочность и ударную прочность кабелей и проводов, должны проводиться при выполнении следующих условий:

.1 для испытаний должно быть подготовлено не менее шести образцов наибольшей, шести наименьшей и по шесть нескольких промежуточных площадей сечения каждой конструкции кабеля (провода) данной марки. Все образцы должны быть разделены на три равные по количеству и по конструкции образцов группы;

.2 каждый образец из первой группы должен быть изогнут в виде синусоиды с наименьшим допустимым технической документацией радиусом изгиба и закреплен на опорах, расстояния между которыми определяются по табл. 16.8.5.2 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов. В закрепленном положении должна отсутствовать возможность смещения образцов. Кроме мест креплений, образцы по всей длине не должны с чем-либо соприкасаться.

Каждый образец из второй группы должен быть закреплен без изгибов на четырех опорах, приваренных к общему вертикальному основанию. Расстояния между опорами должны быть на 25 % больше расстояний, определенных по табл. 16.8.5.2 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов;

.3 испытание на вибропрочность первых групп образцов достаточно проводить при воздействии вибрации перпендикулярно к их осям. Вторые группы образцов должны быть испытаны воздействиями вдоль осей и перпендикулярно.

При испытании на ударную прочность образцы первых и вторых групп должны подвергаться механическим воздействиям, направленным сначала перпендикулярно к их осям, а затем вдоль осей; для изогнутых образцов – вдоль осей синусоид;

.4 образцы третьих групп должны быть закреплены за один конец каждый и свободно подвешены к стойке, закрепленной на стенде. Длина свободно подвешенной части образца должна быть указана в технической документации для кабеля (провода) данной марки, числа и площади сечения жил. Закрепленный конец и свободно подвешенная часть образца должны находиться на одной прямой оси. Раскачивания образцов при механических воздействиях должны быть ограничены по всей длине в пределах их нескольких диаметров. Если допустимая длина свободно подвешиваемой части чрезмерно велика для испытаний, то по согласованию с Регистром допускается

укорачивать образцы, компенсируя массу недостающей части грузом той же массы, прикрепленным к нижнему концу подвешенного образца;

.5 испытание свободно подвешенных образцов на вибропрочность должно проводиться при одновременном воздействии вибрации в двух взаимно перпендикулярных направлениях, одно из которых должно быть вдоль их осей. Испытание на ударную прочность воздействием ударных нагрузок должно проводиться только вдоль осей образцов;

.6 во время испытаний на вибро- и ударную прочность все образцы должны находиться под электрическим напряжением (за исключением одножильных), на 20 % превышающим наибольшее рабочее напряжение кабеля (провода);

.7 образцы считаются выдержавшими испытания, если не произошло электрического пробоя изоляции жил, при осмотре без применения увеличительных приборов на защитных покровах, оболочках и изоляции жил не обнаружено трещин и других повреждений образцов.

10.7.14.6 Положения [10.7.14.5](#) полностью распространяются на испытания кабелей для подключения подвижного и переносного электрооборудования. Сначала такие кабели должны быть испытаны в бухтах, а после этого из них должны быть нарезаны образцы для испытаний согласно [10.7.14.5.1](#).

10.7.14.7 При испытании на теплоустойчивость образцы должны находиться в камере тепла при максимальной длительно допустимой для кабеля провода данной марки температуре окружающего воздуха и под наибольшей длительно допустимой нагрузкой.

10.7.14.8 Перед испытанием на влагуустойчивость концы образцов должны быть выведены наружу из камеры влажности, разделаны и подготовлены для измерения сопротивления изоляции и испытания электрической прочности изоляции. Изоляция жил и оболочки концов должны быть герметизированы.

10.7.14.9 Испытания на холодоустойчивость. Кабели и провода, специально предназначенные для внутреннего монтажа, на холодоустойчивость могут не испытываться. Как правило, испытания на холодоустойчивость включают в себя испытания на воздействие изгиба и воздействие удара после выдержки кабельных изделий при минусовой температуре. Стандартная температура испытаний – 40 °С (холодный изгиб) и – 35 °С (холодный удар) может быть понижена в зависимости от условий эксплуатации кабеля. Методика и результаты испытаний должны соответствовать требованиям международного стандарта МЭК 60092-350.

По согласованию с Регистром испытания на холодный изгиб могут быть проведены по методике, изложенной ниже:

.1 образцы должны быть навиты в один слой на металлические полые цилиндры, диаметры которых соответствуют наименьшим допустимым радиусам изгиба образцов, и должны быть выдержаны в камере холода при температуре –50 °С в течение времени, указанного ниже:

Наружный диаметр кабеля, мм	Время выдержки в камере холода, ч
До 15	1
15 – 30	2
30 – 50	3
Свыше 50	5

.2 после выдержки всех образцов в помещении при температуре нормальных климатических условий испытаний они должны быть без разгибания удалены с цилиндров и закреплены в навитом состоянии (для проведения на них в таком состоянии испытаний на устойчивость к воздействию солнечной радиации и морской воды);

.3 результаты данного испытания считаются удовлетворительными, если на оболочках отсутствуют трещины, разрывы и т.п.

10.7.14.10 Испытанию на воздействие соляного тумана должны подвергаться кабели с наружными металлическими оплетками, оболочками, броней.

10.7.14.11 Образцы, подготовленные по [10.7.14.9.2](#), должны быть испытаны на устойчивость к воздействию солнечной радиации и морской воды с целью испытания на одних и тех же образцах большинства воздействий, которым кабельные изделия могут подвергаться в эксплуатации.

10.7.14.12 Испытания на воздействие солнечной радиации проводятся по [10.5.4.8](#). Затем эти не разогнутые образцы должны быть испытаны на устойчивость к морской воде следующим образом:

- .1 предпочтительный состав раствора для испытания указан в [10.5.4.6.3](#);
- .2 температура воды (раствора) – не ниже +20 °C;
- .3 каждые 2 – 3 мин образцы должны погружаться в раствор на 10 – 15 с (концы образцов должны быть выведены наружу и надежно герметизированы);
- .4 продолжительность испытаний – 5 сут.;
- .5 по окончании испытания должно быть измерено сопротивление изоляции и проведено испытание электрической прочности изоляции образцов. Если эти измерения и испытания дадут удовлетворительные результаты, образцы выдержали испытания.

10.7.14.13 Испытания на стойкость к многократному перегибу через систему роликов, к изгибу, осевому кручению, изгибу с осевым кручением, растяжению и раздавливанию кабелей, предназначенных для подключения подвижного и переносного электрооборудования, должны проводиться на стандартных испытательных установках методами, указанными в одобренной технической документации. Эти испытания должны проводиться при нормальных климатических условиях. Количество манипуляций с образцами и конкретный их характер должны быть указаны в программе и методике испытаний.

Все перечисленные виды испытаний образцов, за исключением испытаний стойкости к растяжению и раздавливанию, должны проводиться под электрическим напряжением, равным наибольшему рабочему напряжению, на которые они рассчитаны, а при испытаниях в условиях нормальной температуры – под нагрузкой.

Результаты испытаний считаются положительными, если:

- .1 отсутствуют видимые без применения увеличительных приборов трещины и разрывы изоляции жил и оболочек;
- .2 отсутствуют обрывы проволок жил;
- .3 отсутствуют электрические пробой изоляции и поддерживается стабильность тока нагрузки при испытаниях;
- .4 результаты испытания электрической прочности изоляции по окончании всех механических воздействий являются удовлетворительными.

10.7.14.14 Испытание на пламеустойчивость (нераспространение горения), заявка на проведение которого поступила до 1 июля 2022 г., должно проводиться на стандартной испытательной установке по одобренной программе и методике.

Испытание на пламеустойчивость (нераспространение горения), заявка на проведение которого поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, должно проводиться на стандартной испытательной установке по одобренной программе и методике согласно МЭК 60332-1-2 + AMD1:2015 или эквивалентной ему процедуре.

Для кабельных изделий, предназначенных для эксплуатации на плавучих буровых установках (ПБУ), морских стационарных платформах (МСП), плавучих нефтегазодобывающих комплексах, и требующих устойчивости к воздействию горения углеводородов, огневые испытания, заявка на проведение которых поступила до 1 июля 2022 г., должны проводиться в соответствии со стандартом МЭК 61892-4.

Для кабельных изделий, предназначенных для эксплуатации на плавучих буровых установках (ПБУ), морских стационарных платформах (МСП), плавучих нефтегазодобывающих комплексах, и требующих устойчивости к воздействию горения

углеводородов, огневые испытания, заявка на проведение которых поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, должны проводиться в соответствии со стандартом МЭК 61892- 4:2019.

10.7.15 Испытания шинопроводов, прокладываемых вне распределительных устройств вместо кабелей, для питания секций и/или распределительных щитов или потребителей.

10.7.15.1 Объем испытаний и проверок шинопроводов, прокладываемых вне распределительных устройств вместо кабелей, для питания секций и/или распределительных щитов или потребителей приведен в [табл. 10.7.15.1](#).

Таблица 10.7.15.1

№ п/п	Испытание	Требования к процедуре испытаний	Примечания
1	Испытание на нагревание	МЭК 61439-6	
2	Испытание на устойчивость к короткому замыканию	МЭК 61439-6	
3	Проверка активного и реактивного сопротивления	МЭК 61439-6	
4	Проверка структурной устойчивости	МЭК 61439-6	Корпус системы должен быть спроектирован так, чтобы обеспечивать достаточную прочность, либо должна быть предусмотрена дополнительная защита для того, чтобы выдерживать нормальные механические силы, которые могут быть ожидаемы на борту судна
5	Испытание сопротивления изоляции для главной и вспомогательной цепей	3.1 приложения 1 к разд. 12	
6	Испытание прочности изоляции для главной и вспомогательной цепей	3.2 приложения 1 к разд. 12	
7	Вибрационные испытания	МЭК 60068-2- 6 Испытание F _c	
8	Огневые испытания	до 1 июля 2022г согласно МЭК 60332-1-1 и МЭК 60322-1-2, а 1 июля 2022 г. и после этой даты согласно МЭК 60332-1-1:2004+ AMD1:2015 и МЭК 60332-1-2 + AMD1:2015	
9	Проверка степени защитного исполнения	МЭК 60529	
10	Испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС)	3.4 приложения 1 к разд. 12	Только если электронные устройства являются частью систем шинопроводов

10.7.16 Испытания электрических нагревательных приборов.

10.7.16.1 Объем испытаний и проверок приведен в [табл. 10.7.16.1](#).

Таблица 10.7.16.1

Стационарные нагревательные приборы	Осмотр и проверки	Измерение сопротивления изоляции	Измерение электрической прочности изоляции	Испытания на соответствие условиям работы на судне	Испытание на нагревание	Испытание обливанием водой	Испытание защиты от ненормальных режимов ¹
Приборы для подогрева топлива, масла и воды давлением равным или более 0,07 Мпа	+	+	+	+	+	—	+

10.7.16.2 Если корпуса электронагревательных приборов работают под давлением водяного пара или паров топлива или масла (или могут оказаться под давлением этих паров в результате неисправности или ошибочных действий персонала), и если при этом они подпадают под действие 1.3.2.1 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации и постройки морских судов, то кроме указанного в [табл. 10.7.16.1](#) они и их предохранительные (аварийные) клапаны должны пройти испытания в соответствии с [9.7.3](#).

10.7.17.1 Объем испытаний и проверок приведен в [табл. 10.7.17.1](#).

Таблица 10.7.17.1

Изделия	Осмотр и проверки	Испытание электрической прочности сопротивления изоляции	Испытания на соответствие условиям работы на судне	Испытания на безопасную рабочую нагрузку	Испытания на нагревание	Испытания на воздействие пламени	Специальные виды испытаний
Соединители клеммные	+	+	(+)	+	+	+	+
Сальники кабельные	+	—	(+)	+	—	(+)	+
Наконечники, втулки и оконцевания кабельные	+	+	(+)	+	+	(+)	+
Лестницы и лотки кабельные (металлические)	+	—	(+)	+	—	—	—
Лестницы и лотки/защитные кожухи кабельные (пластиковые) ²	+	—	(+)	+	—	+	+ ¹
Стяжки кабельные (металлические)	+	—	(+)	+	—	—	—
Стяжки кабельные (пластиковые)	+	—	(+)	+	—	+	—

Условные обозначения:
«+» Испытания проводятся;
«(+») Необходимость проведения испытаний и объем испытаний определяется в зависимости от вида изделия;
«—» Испытания не проводятся.

¹ - Согласно [10.7.17.3.1.](#)
² - Кабельные лотки/защитные кожухи должны быть сконструированы с учетом температур окружающего воздуха от - 25 °С до + 90 °С для установки на открытых палубах, от +5 °С до 90°С для установки в машинных и других закрытых помещениях судна.

Изделия	Осмотр и проверки	Испытание электрической прочности сопротивления изоляции	Испытания на соответствие условиям работы на судне	Испытания на безопасную рабочую нагрузку	Испытания на нагревание	Испытания на воздействие пламени	Специальные виды испытаний
П р и м е ч а н и е . Допускается использование кабельных лотков /защитных кожухов из пластмасс при температуре окружающего воздуха ниже -25°С, при условии, что механические свойства пластмасс сохраняются с учетом назначения и места установки. В каждом конкретном случае следует также учитывать свойства материала при изгибе и ударе в холодном состоянии.							

10.7.17.2 Испытание кабельных лестниц, лотков и кабельных стяжек на безопасную рабочую нагрузку:

.1 образцы в собранном виде испытывают на безопасную рабочую нагрузку при наименьшей и наибольшей рабочей температуре. Если механические свойства образцов изменяются не более, чем на $\pm 5\%$ во всем диапазоне температур, допускается проводить испытание при любой температуре внутри этого диапазона;

в процессе испытаний нагрузку на образце увеличивают от нуля до номинального значения безопасной рабочей нагрузки. Допускается дискретное изменение нагрузки, но с шагом не более 25 % от номинального значения;

.3 измерение прогибов проводят в заранее определенных местах через каждые 5 мин после приложения полной нагрузки. Испытания прекращают, когда приращения прогибов будет менее 2 %;

.4 после испытания на образце и его соединительных узлах не должно быть повреждений или трещин, видимых невооруженным глазом. Значения прогибов, измеренные в серединах пролетов испытываемого образца, не должны быть более 1,0 % от длины пролета. Значения поперечных прогибов средней части каждого пролета не должны быть более 5,0 % от ширины образца;

.5 на заключительном этапе нагрузку на образец увеличивают до 170 % безопасной рабочей нагрузки. Образец должен выдержать испытание без разрушения, при этом допускаются деформации и кручение образца;

.6 образцы кабельных стяжек испытывают при штатном креплении кабелей на кабельных лестницах и лотках на 100 % и 170 % безопасной рабочей нагрузки. Продолжительность испытания такая же, как и для кабельных лестниц и лотков. Ослабление крепления кабелей не допускается.

10.7.17.3 Испытание кабельных лестниц, защитных лотков и кабельных стяжек из пластмассовых материалов:

.1 испытание на ударную прочность.

Испытание должно проводиться в соответствии с МЭК 60068-2-75:2014 с использованием маятникового молотка.

Испытание проводится на образцах кабельного лотка или кабельной лестницы длиной 250 мм $\pm$ 5 мм. Образцы лестницы должны состоять из двух боковых элементов с одной перекладиной, расположенной в центре. Образцы сетчатых лотков должны быть подготовлены таким образом, чтобы в центре была проволока.

Перед испытанием пластмассовые компоненты должны выдерживаться при температуре 90 °С $\pm$ 2 °С в течение 240 ч непрерывно.

Образцы должны быть установлены на древесноволокнистой плите толщиной 20 мм $\pm$ 2 мм.

Образцы, подлежащие испытанию, должны быть помещены в холодильник, внутри которого поддерживается температура — 25 °С для установки на открытой палубе и температура +5 °С для установки в машинных и других закрытых помещениях судна с допуском $\pm$ 2 °С.

Через 2 ч образцы, в свою очередь, должны быть извлечены из холодильника и немедленно помещены в испытательный аппарат.

Через 10 ± 1 с после извлечения каждого образца из холодильника молоток должен падать с энергией удара 10 Дж, с массой 5,0 кг и высотой падения 200 ± 2 мм.

Удар должен быть нанесен на основание или перекладину в первом образце, на один из боковых элементов во втором образце и на другой боковой элемент в третьем образце.

В каждом случае удар должен наноситься по центру испытуемой поверхности.

После испытания образцы не должны иметь признаков разрушений и/или деформации, которые могли бы ухудшить безопасность;

.2 испытания на безопасную рабочую нагрузку (SWL).

.2.1 кабельные лотки/защитные кожухи и соединения должны иметь безопасную рабочую нагрузку (SWL), удовлетворяющую следующим критериям, испытанным при заявленных температурах, в соответствии со сноской «2» и примечанием [табл. 10.7.17.1](#):

максимальный прогиб не должен превышать $L/100$, где L-расстояние между опорами,

при испытании до $1.7 \times \text{SWL}$ не наблюдается никаких механических дефектов или отказов;

.2.2 все нагрузки должны быть равномерно распределены (UDL-равномерно распределенная нагрузка) по длине и ширине образцов, как показано на [рис. 10.7.17.3.2.2](#).

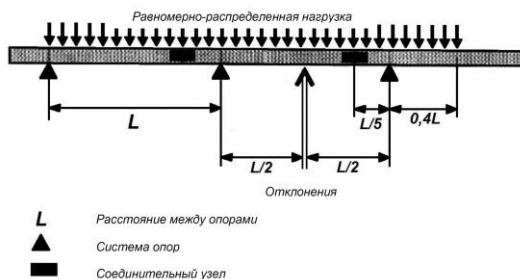


Рис. 10.7.17.3.2.2

Нагрузки должны быть приложены таким образом, чтобы UDL обеспечивался даже в случае экстремальной деформации образцов

Для обеспечения выравнивания образцов следует приложить предварительную нагрузку в размере 10 % от испытательной нагрузки, если не указано иное, и выдерживать ее не менее 5 мин, после чего измерительный прибор должен быть откалиброван до нуля;

.2.3 затем нагрузка должна постепенно равномерно увеличиваться в продольном и поперечном направлениях до испытательной нагрузки непрерывно или, когда непрерывное увеличение нецелесообразно, нагрузка может увеличиваться постепенно.

Эти изменения не должны превышать четверти безопасной рабочей нагрузки. Увеличение нагрузки должно распределяться по нагрузочным пластинам продольно и поперечно настолько равномерно, насколько это практически возможно;

.2.4 после каждого изменения нагрузки, прогиб должен быть измерен в указанных точках для получения реального прогиба среднего пролета;

.2.5 образцы должны быть оставлены, а прогибы измеряются каждые 5 мин до тех пор, пока разница между двумя последовательными наборами показаний не составит менее 2 % по отношению к первому набору из двух последовательных наборов показаний. Первый набор показаний, измеренных в этой точке — это набор отклонений, измеренных при испытательной нагрузке;

.2.6 при воздействии испытательной нагрузки образцы, их соединения и внутренние фиксирующие устройства не должны иметь повреждений или трещин, видимых нормальным зрением или скорректированным зрением без увеличения;

.2.7 затем нагрузка должна быть увеличена в 1,7 раза от испытательной нагрузки.

Образцы следует оставить, а отклонения измерять каждые 5 мин до тех пор, пока разница между двумя последовательными наборами показаний не составит менее 2 % по отношению к первому набору из двух последовательных наборов показаний. Образцы должны выдерживать повышенную нагрузку, не разрушаясь. При этом нагружении допускается изгиб и деформация образцов.

Примечание 1. В качестве замены, могут быть проведены испытания:

при любой температуре в пределах заявленного диапазона, если имеется документация, в которой указано, что соответствующие конструкционные свойства материалов, используемых в системе, не отличаются более чем на 5 % от среднего значения между максимальными и минимальными значениями свойств;

только при максимальной температуре в пределах диапазона, если имеется документация, в которой говорится, что соответствующие структурные свойства материалов, используемых в системе, уменьшаются при повышении температуры;

только при максимальной и минимальной температуре. Испытания следует проводить для наименьших и наибольших размеров длин кабельных лотков или длин кабельных лестниц, имеющих одинаковый материал, стык и топологическую форму;

.3 испытания на огнестойкость проводят в соответствии с МЭК 60092-101 или МЭК 60695-11-5.

Испытание должно выполняться с применением пламени 5 раз по 15 с, интервал между каждым применением 15 с или 1 раз по 30 с. Оборудование считается выдержавшим испытание если выгоревшая или повреждённая часть образца длиной не более 60 мм, нет ни пламени, ни горения, а в случае наличия, он должен погаснуть сам в течение 30 с после удаления тестового пламени. Капающий материал должен гаснуть сам таким образом, чтобы не воспламенить оберточный материал (алюминиевая фольга толщиной 0,04 мм);

.4 испытание на определение образования дыма и токсичных газов проводятся в соответствии с Кодексом МИО 2010 года (2010 FTP CODE) принятой резолюцией ИМО MSC.437(88) с поправками, внесенными резолюцией ИМО MSC.437(99) или любым международным или национальным стандартом;

.5 испытание на удельное сопротивление.

Кабельные лотки/защитные кожухи, проходящие через опасную зону, должны быть электропроводными. Удельное объемное сопротивление кабельных лотков/защитных кожухов и фитингов должно быть ниже 10^5 Ом·метр (Ом м), а удельное поверхностное сопротивление – ниже 10^8 Ом.

Кабельные лотки/защитные кожухи должны испытываться в соответствии с МЭК 62631-3-1:2016 и МЭК 62631-3-2:2015.

Примечание 2. Сопротивление изоляции каждого элемента изделия относительно корпуса не должно превышать 10^6 Ом.

10.7.17.4 Испытания кабельных стяжек (металлических и пластиковых) на определение предела прочности на разрыв. Образец закрепляют штатно вокруг разрезного цилиндра испытательной машины, при этом замок кабельной стяжки располагается на линии разреза для обеспечения максимального усилия в замке при разведении частей цилиндра. Предел прочности на разрыв должен быть не ниже величины, указанной в спецификации на изделие.

10.7.18 Испытания комплектных распределительных устройств в металлической оболочке с элегазовой изоляцией (КРУЭ).

10.7.18.1 Измерение сопротивления главной токоведущей цепи.

.1 измерения должны проводиться в соответствии со схемой измерения сопротивления участков главной токовой цепи, приведенной изготовителем в эксплуатационной документации на КРУЭ.

Измеренное сопротивление не должно превышать значений, указанных в документации изготовителя.

10.7.18.2 Измерение сопротивления изоляции главной токоведущей цепи.

.1 измерения производятся мегаомметром на напряжение 2500 В.

Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в [табл. 10.7.5.9.1.2](#).

10.7.18.3 Испытание электрической прочности изоляции главных цепей.

.1 изоляция главных цепей КРУЭ должна подвергаться высоковольтным испытаниям переменным напряжением после монтажа или ремонта, затрагивающего изоляцию главных цепей. Испытания проводятся при номинальном давлении элегаза (смеси). Испытаниям подлежат все вновь вводимые или отремонтированные ячейки. Испытания проводятся с помощью испытательных установок переменного напряжения промышленной частоты или резонансного типа. Допускается выполнение испытаний переменным напряжением частотой до 400 Гц. Величина и порядок приложения испытательного напряжения, этапы и очередность испытания ячеек определяются технической программой испытаний, составляемой с учетом положений МЭК 62271-203 и требований изготовителей КРУЭ. Секции, которые в этих случаях не подвергаются испытаниям, отделенные от испытываемой части выключателем или разъединителем, должны быть заземлены;

.2 допускается выполнение испытаний КРУЭ после завершения ремонтно-восстановительных работ пониженной, по отношению к одноминутному нормированному, величиной испытательного напряжения, согласованной с техническим руководителем субъекта электроэнергетики. Испытания должны сопровождаться контролем уровня частичных разрядов. Контроль уровня допускается выполнять с применением имеющихся в наличии электрического, акустического или высокочастотного методов измерений частичных разрядов. КРУЭ считается выдержавшим испытания, если в процессе испытаний отсутствовали пробои изоляции и не выявлены частичные разряды помимо уровня шума. В случае пробоя должно проводиться повторное испытание отремонтированного объема КРУЭ с контролем частичных разрядов.

10.7.18.4 Испытание на герметичность.

.1 испытания должны проводиться на КРУЭ, заполненном до номинального давления тем же газом и в тех же условиях, которые используются в эксплуатации.

Допустимое значение расхода элегаза на утечки – не более 0,5 % в год от общей массы элегаза.

Испытание на герметичность проводится с целью подтверждения того, что расход газа на утечки F не превышает нормированного изготовителем значения допустимого расхода газа на утечки F_p .

Таблица 10.7.18.4.1

Допустимый расход элегаза на утечки

Температура окружающей среды, °C	Допустимый расход на утечки, F_p .
+40 и +50	3 F_p
20 ± 2	F_p
-5 / -10 / -15 / -25 / -30 / -40	3 F_p
-50	6 F_p
-60	10 F_p

.2 при контроле наличия утечки щупом течеискателя обследуются места уплотнений разъёмных соединений и сварных швов и уплотнений подвижных частей разъединителей заземлителей и выключателей. В необходимых случаях (множественные мелкие дефекты в сварных швах, неблагоприятные погодные условия и др.) допускается локализация предполагаемой зоны с неудовлетворительным показателем газоплотности укрывным материалом.

Контроль производится с помощью течеискателя с чувствительностью не менее 102 Па см³/с. Результат контроля считается удовлетворительным, если выходной прибор течеискателя не показывает утечки.

Контроль может производиться также с помощью стационарных непрерывных систем контроля (датчиков) или специальных тепловизоров.

10.7.18.5 Проверка содержания влаги в элегазе.

.1 проверке влагосодержания подлежит товарный элегаз в случае отсутствия сертификата изготовителя и бывший в употреблении элегаз, предназначенные для заполнения или дозаполнения газоизолированных отсеков КРУЭ. Массовая доля воды должна быть не более 0,0015 % (что соответствует точке росы минус 40 °С при атмосферном давлении) для элегаза изготовленного согласно стандарту МЭК 60480:2019. В случае предъявления изготовителем элегазового выключателя повышенных требований к качеству элегаза, по сравнению с указанными ТУ, влагосодержание такого элегаза должно соответствовать этим требованиям;

.2 влагосодержание элегаза, находящегося в отсеке КРУЭ подлежит измерению перед вводом КРУЭ в эксплуатацию (после проведения в необходимых случаях первоначального заполнения или дозаполнения КРУЭ элегазом или газовой смесью). Для предотвращения конденсации наибольшее допустимое содержание влаги внутри газоизолированных отсеков КРУЭ должно быть таким, чтобы точка росы была не выше, чем минус 5 °С для измерения при температуре плюс 20 °С и номинальном давлении элегаза. Соответствующая поправка должна быть сделана для измерения влагосодержания, выполненного при других температурах, если иная величина влагосодержания не предусмотрена изготовителем КРУЭ;

.3 при превышении норматива влагосодержания в элегазе, находящемся в газоизолированном отсеке КРУЭ, необходимо произвести откачку элегаза, осушку отсека и заполнение элегазом. Откачанный из отсека элегаз может быть восстановлен и использован в соответствии с указаниями производителей КРУЭ и рекомендаций стандарта МЭК 60480:2019.

Влагосодержание в элегазе, предназначенном для повторного применения, должно соответствовать требованиям стандарта МЭК 60480:2019.

10.7.18.6 Проверка срабатывания электроконтактного устройства приборов контроля плотности элегаза (газовой смеси).

.1 проверка срабатывания электроконтактного устройства приборов контроля плотности элегаза (газовой смеси) производится для каждой из групп контактов устройства при искусственном снижении, контролируемого прибором давления до величин предупредительной и аварийной сигнализации. Значения указанных величин должны определяться по показаниям контрольного манометра и в дальнейшем приведены к температуре плюс 20 °С. Полученные таким образом значения должны соответствовать нормативу, указанному в руководстве по эксплуатации КРУЭ.

10.7.18.7 Проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков КРУЭ контрольным манометром.

.1 проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков КРУЭ должна производиться контрольным манометром класса точности не ниже 0,6.

Измеренная величина давления, приведенная к температуре плюс 20 °С, находится в диапазоне, установленном изготовителем.

10.7.18.8 Проверка работы электромагнитной блокировки.

.1 электромагнитная блокировка включает в себя блокировку между высоковольтными аппаратами в пределах ячейки КРУЭ, блокировку от включенных заземлителей шин и блокировку от ручного управления высоковольтными (ВВ) аппаратами. Цепи блокировки собираются на вторичных контактах ВВ аппаратов в соответствии со схемами, предоставленными изготовителем КРУЭ. Проверка заключается в разрешении управления отдельным аппаратом при выполнении условий блокировки или запрете управления, если условия не выполнены. Проверка проводится для всех аппаратов КРУЭ.

10.7.18.9 Контроль и испытания на механическую работоспособность.

.1 проверка характеристик (зазоров в узлах приводов, ходов штоков исполнительных элементов приводов, степени сжатия пружин, и др.) производится в объеме и по нормам, указанным в эксплуатационной документации на КРУЭ.

10.7.18.10 Проверка отсутствия частичных разрядов.

.1 проверка отсутствия частичных разрядов производится по решению технического руководителя объекта размещения электрооборудования.

10.7.19 Испытания комплектных экранированных токопроводов 15—35 кВ.

10.7.19.1 Измерение сопротивления изоляции.

.1 измерение производится мегаомметром на напряжение 2500 В.

Сопротивление изоляции, измеренное при вводе токопровода в эксплуатацию, используется в качестве исходного для последующего контроля, проводимого при капитальном ремонте генераторов или КРУ.

10.7.19.2 Испытание изоляции токопровода повышенным напряжением частоты 50 Гц

.1 испытание проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно.

Значение испытательного напряжения при отсоединенных обмотках генераторов и силовых трансформаторов принимается в соответствии с [табл.10.4.6.10.3.1](#). Для токопроводов с общим для всех трех фаз экраном испытательное напряжение прикладывается поочередно к каждой фазе токопровода при остальных фазах, соединенных с заземленным кожухом.

Продолжительность приложения испытательного напряжения - 1 мин.

10.7.19.3 Проверка качества выполнения соединений шин и экранов.

.1 проверка качества выполнения соединений шин токопроводов должна производиться в соответствии с требованиями инструкции изготовителя.

.2 проверка качества сварных соединений при монтаже токопроводов должна выполняться в соответствии с инструкцией по сварке алюминия или, при наличии соответствующей установки, методом рентгено- или гаммаскопии, или способом, рекомендованным изготовителем.

Швы сварных соединений шин и экранов должны отвечать следующим требованиям:

не допускаются трещины, прожоги, незаваренные кратеры и непровары, составляющие более 10 % длины шва при глубине более 15 % толщины свариваемого металла;

суммарное значение непровара, подрезов, газовых пор, окисных и вольфрамовых включений сварных шин и экранов из алюминия и его сплавов в каждом рассматриваемом сечении должно быть не более 15 % толщины свариваемого металла. В эксплуатации состояние сварных контактных соединений определяется визуально.

10.7.19.4 Проверка устройств искусственной вентиляции токопровода.

.1 проверка производится согласно инструкции изготовителя.

10.7.19.5 Проверка отсутствия короткозамкнутых контуров в токопроводах генераторного напряжения.

.1 проверка при вводе токопроводов в эксплуатацию и при капитальных ремонтах производится согласно [табл. 10.7.19.5.1](#)

Таблица 10.7.19.5.1

Критерии отсутствия короткозамкнутых контуров в токопроводах

Конструкция токопровода	Проверяемый узел	Критерий оценки состояния	Примечание
С непрерывными экранами	Изоляция экранов или коробов токопровода от корпуса трансформатора и генератора при: непрерывном воздушном зазоре (щели) между экранами токопровода и корпусом генератора;	Отсутствие металлического замыкания между экранами и корпусом генератора	При визуальном осмотре
	односторонней изоляции уплотнений экранов и коробов токопровода от корпуса трансформатора и генератора;	Целостность изоляционных втулок, отсутствие касания поверхностями экранов или коробов (в местах изолировки) корпусов трансформатора и генератора	При визуальном осмотре
	двусторонней изоляции уплотнений съемных экранов и коробов токопровода, подсоединенных к корпусу трансформатора и генератора	Сопротивление изоляции съемного экрана или короба относительно корпуса трансформатора и генератора при демонтированных стяжных шпильках и заземляющих проводниках должно быть не менее 10 кОм	Измеряется мегаомметром на напряжение 500 — 1000 В
Секционированные	Изоляция резиновых компенсаторов экранов токопроводов от корпуса трансформатора и генератора	Зазор в свету между болтами соседних нажимных колец резинового компенсатора должен быть не менее 5 мм	При визуальном осмотре
	Изоляция резиновых уплотнений съемных и подвижных экранов	Сопротивление изоляции экрана относительно металлоконструкций при демонтированных стяжных шпильках должно быть не менее 10 кОм	Измеряется мегаомметром на напряжение 500 — 1000 В

Конструкция токопровода	Проверяемый узел	Критерий оценки состояния	Примечание
Все типы с двухслойными прокладками станин экранов	Изоляционные прокладки станин экранов	Сопротивление изоляции прокладок относительно металлоконструкций должно быть не менее 10 кОм	1. Измеряется мегаомметром на напряжение 500 — 1000 В 2. Состояние изоляционных втулок болтов крепления станин проверяется визуально
Все типы	Междуфазные тяги разъединителей и заземлителей	Тяги должны иметь изоляционные вставки или другие элементы, исключающие образование короткозамкнутого контура	При визуальном осмотре

10.7.19.6 Контрольный анализ газа на содержание водорода из токопровода.

.1 при анализе проверяется содержание водорода в узлах его содержания. Содержание водорода в экранированных токопроводах, кожухах линейных и нулевых выводов должно быть менее 1 %.

10.7.19.7 Тепловизионный контроль.

.1 при контроле оценивается нагрев контактов и контактных соединений токоведущего контура. Тепловизионный контроль производится при наличии технической возможности.

10.7.19.8 Контроль частичных разрядов.

.1 контроль частичных разрядов производится по решению технического руководителя объекта с указанным электрооборудованием.

10.7.20 Испытания токопроводов элегазовых (ТЭ) 35—220 кВ.

10.7.20.1 Измерение сопротивления изоляции главной цепи.

.1 измерения производятся мегаомметром на напряжение 2500 В.

Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в [табл. 10.7.5.9.1.2](#).

10.7.20.2 Измерения сопротивления главной цепи.

.1 измерения должны проводиться в соответствии со схемой измерения сопротивления главной токовой цепи, приведённой изготовителем в эксплуатационной документации на токопроводы элегазовые.

Измеренное сопротивление не должно превышать максимальных значений, допустимых при приемо-сдаточных испытаниях.

10.7.20.3 Испытания электрической прочности изоляции напряжением частоты 50 Гц.

.1 изоляция главных цепей токопроводов элегазовых должна подвергаться высоковольтным испытаниям переменным напряжением после монтажа или ремонта, затрагивающего изоляцию главных цепей. Испытания проводятся при номинальном давлении элегаза (смеси). Испытаниям подлежат все вновь вводимые или отремонтированные ячейки. Испытания проводятся с помощью испытательных установок переменного напряжения промышленной частоты или резонансного типа. Допускается выполнение испытаний переменным напряжением частотой до 400 Гц. Величина и порядок приложения испытательного напряжения, этапы и очередность испытания ячеек определяются технической программой испытаний, составляемой с

учетом требований изготовителей оборудования. Секции, которые в этих случаях не подвергаются испытаниям, отделенные от испытываемой части выключателем или разъединителем, должны быть заземлены;

.2 допускается выполнение испытаний токопроводов после завершения ремонтно-восстановительных работ пониженной, по отношению к одноминутному нормированному, величиной испытательного напряжения, согласованной с техническим руководителем субъекта электроэнергетики. Испытания должны сопровождаться контролем уровня частичных разрядов. Контроль уровня допускается выполнять с применением имеющихся в наличии электрического, акустического или высокочастотного методов измерений частичных разрядов. Токопровод считается выдержавшим испытания, если в процессе испытаний отсутствовали пробои изоляции и не выявлены частичные разряды помимо уровня шума. В случае пробоя должно проводиться повторное испытание отремонтированного объема ТЭ с контролем частичных разрядов.

10.7.20.4 Контроль герметичности оболочек.

.1 испытания должны проводиться на токопроводах элегазовых, заполненном до номинального давления тем же газом и в тех же условиях, которые используются в эксплуатации.

Контроль производится с помощью течеискателя с чувствительностью не менее 10^2 Па см³/с. Щупом течеискателя обследуются места уплотнений стыковых соединений и сварных швов оболочки. Результат контроля считается удовлетворительным, если выходной прибор течеискателя не показывает утечки.

Допустимое значение расхода элегаза на утечки – не более 1 % в год от общей массы элегаза.

Контроль может производиться также с помощью стационарных непрерывных систем контроля (датчиков) или специальных тепловизоров.

10.7.20.5 Проверка содержания влаги в элегазе.

.1 проверке влагосодержания подлежит товарный элегаз в случае отсутствия сертификата изготовителя и бывший в употреблении элегаз, предназначенные для заполнения или дозаполнения газоизолированных отсеков ТЭ. Массовая доля воды должна быть не более 0,0015 % (что соответствует точке росы минус 40 °С при атмосферном давлении) для элегаза изготовленного согласно стандарту МЭК 60480:2019. В случае предъявления изготовителем элегазового выключателя повышенных требований к качеству элегаза, по сравнению с указанными требованиями, влагосодержание такого элегаза должно соответствовать этим требованиям;

.2 влагосодержание элегаза, находящегося в отсеке ТЭ подлежит измерению перед вводом ТЭ в эксплуатацию (после проведения в необходимых случаях первоначального заполнения или дозаполнения ТЭ элегазом или газовой смесью). Для предотвращения конденсации наибольшее допустимое содержание влаги внутри газоизолированных отсеков ТЭ должно быть таким, чтобы точка росы была не выше, чем минус 5 °С для измерения при температуре плюс 20 °С и номинальном давлении элегаза. Соответствующая поправка должна быть сделана для измерения влагосодержания, выполненного при других температурах, если иная величина влагосодержания не предусмотрена изготовителем ТЭ.

При превышении норматива влагосодержания в элегазе, находящемся в газоизолированном отсеке ТЭ, необходимо произвести откачку элегаза, осушку отсека и заполнение элегазом. Откачанный из отсека элегаз может быть восстановлен и использован в соответствии с указаниями производителей ТЭ и стандарта МЭК 60480-2019.

Влагосодержание в элегазе, предназначенном для повторного применения, должно соответствовать требованиям стандарта МЭК 60480-2019.

10.7.20.6 Проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков ТЭ контрольным манометром.

.1 проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков ТЭ должна производиться контрольным манометром класса точности не ниже 0,6.

Измеренная величина давления, приведенная к температуре плюс 20 °С, должна находиться в диапазоне, установленном изготовителем.

10.7.20.7 Контроль отсутствия частичных разрядов.

.1 контроль отсутствия частичных разрядов производится по решению технического руководителя объекта с указанным электрооборудованием.

10.7.21 Испытания токопроводов с литой (твердой) изоляцией на напряжение 15—35 кВ.

10.7.21.1 Общие указания.

.1 испытания производятся в объеме, указанном в [10.7.19 – 10.7.19.3](#);

.2 контроль частичных разрядов.

10.7.21.2 Контроль частичных разрядов производится по решению технического руководителя объекта с указанным электрооборудованием.

10.7.21.3 Тепловизионный контроль.

.1 тепловизионный контроль производится при наличии технической возможности.

10.7.22 Испытания сборных и соединительных шин, жесткой ошиновки.

10.7.22.1 Измерение сопротивления изоляции подвесных и опорных фарфоровых изоляторов.

.1 измерение производится мегаомметром на напряжение 2500 В только при положительной температуре окружающего воздуха.

При монтаже изоляторов сопротивление изоляции измеряется непосредственно перед установкой изоляторов.

Сопротивление каждого изолятора или каждого элемента многоэлементного изолятора должно быть не менее 300 МОм.

10.7.22.2 Испытание изоляции шин повышенным напряжением частоты 50 Гц.

.1 испытание проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно. Значение испытательного напряжения принимается в соответствии с [табл. 10.4.6.2.1-2](#).

.2 вновь устанавливаемые многоэлементные или подвесные изоляторы должны испытываться повышенным напряжением 50 кВ частоты 50 Гц, прикладываемым к каждому элементу изолятора.

Продолжительность приложения испытательного напряжения — 1 мин.

10.7.22.3 Проверка состояния вводов, опорных и проходных изоляторов.

.1 производится в соответствии с положениями 10.7.25.

10.7.22.4 Тепловизионный контроль.

.1 тепловизионный контроль производится при наличии технической возможности.

10.7.23 Испытания токоограничивающих сухих реакторов.

10.7.23.1 Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно болтов крепления.

.1 измерение производится мегаомметром на напряжение 1000—2500 В. Значение сопротивления изоляции вновь вводимых в эксплуатацию реакторов должно быть не менее 0,5 МОм и составлять не менее 0,1 МОм в процессе эксплуатации.

10.7.23.2 Испытание опорных изоляторов реактора повышенным напряжением частоты 50 Гц.

.1 испытание проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно.

Значение испытательного напряжения принимается в соответствии с табл. 10.4.6.2.1-2.

Испытание опорных изоляторов реакторов повышенным напряжением частоты 50 Гц может производиться совместно с изоляторами ошиновки ячейки.

Продолжительность приложения испытательного напряжения — 1 мин.

10.7.24 Испытания вентильных разрядников и ограничителей перенапряжений (ОПН).

10.7.24.1 Общие указания.

.1 испытания ограничителей перенапряжений, не указанных в настоящем разделе, следует проводить в соответствии с инструкцией по эксплуатации изготовителя.

10.7.24.2 Измерение сопротивления разрядников и ограничителей перенапряжения.

.1 измерение проводится:

на разрядниках и ОПН с номинальным напряжением менее 3 кВ — мегаомметром на напряжение 1000 В;

на разрядниках и ОПН с номинальным напряжением 3 кВ и выше — мегаомметром на напряжение 2500 В;

.2 измерение сопротивления проводится перед включением в работу и при выводе в плановый ремонт оборудования, к которому подключены защитные аппараты, но не реже 1 раза в 6 лет для разрядников и ОПН;

.3 сопротивление разрядников типов РВП, РВО, GZ должно быть не менее 1000 МОм, а для РВН должно соответствовать требованиям изготовителя.

Сопротивление элементов разрядников типа РВС должно соответствовать требованиям инструкции изготовителя. Сопротивление элементов разрядников типов РВМ, РВРД, РВМГ, РВМК должно соответствовать значениям, указанным в [табл. 10.7.24.2.3](#).

Сопротивление имитатора пропускной способности измеряется мегаомметром на напряжение 1000 В. Значение измеренного сопротивления не должно отличаться более чем на 50 % от результатов измерений изготовителя или предыдущих измерений в эксплуатации;

Таблица 10.7.24.2.3

Значение сопротивлений вентильных разрядников

Тип разрядника или элемента	Сопротивление, МОм		Допустимые изменения в эксплуатации по сравнению с данными изготовителя или данными первоначальных измерений
	не менее	не более	
РВМ-15	600	2000	± 30 %
РВМ-20	1000	10000	
РВМ-35 (2-х элементный)	600	2000	
Элемент разрядника РВМГ			± 60 %
110М	400	2500	
150М	400	2500	
220М	400	2500	

.4 сопротивление изоляции изолирующих оснований разрядников с регистраторами срабатывания измеряется мегаомметром на напряжение 1000—2500 В. Значение измеренного сопротивления изоляции должно быть не менее 1 МОм;

.5 сопротивление ограничителей перенапряжений с номинальным напряжением 3—35 кВ должно соответствовать требованиям инструкций изготовителей;

.6 сопротивление ограничителей перенапряжений с номинальным напряжением 110 кВ и выше должно быть не менее 3000 МОм (если другая норма не

указана в инструкции изготовителя) и не должно отличаться более чем на ± 30 % от данных, приведенных в паспорте или полученных в результате предыдущих измерений в эксплуатации;

.7 измерение тока проводимости вентильных разрядников при выпрямленном напряжении:

.7.1 измерение проводится у разрядников с шунтирующими резисторами перед вводом в работу, а у разрядников с магнитным гашением дуги дополнительно не реже 1 раза в 6 лет. Внеочередное измерение тока проводимости проводится для окончательной оценки состояния разрядника в случае, когда при измерении мегаомметром обнаружено изменение сопротивления на величину более указанной в [10.7.24.2.3](#).

Значения допустимых токов проводимости вентильных разрядников приведены в [табл. 10.7.24.2.7.1](#).

Таблица 10.7.24.2.7.1

**Допустимые токи проводимости вентильных разрядников
при выпрямленном напряжении**

Тип разрядника или элемента	Испытательное выпрямленное напряжение, кВ	Ток проводимости при температуре разрядника 20 °С, мкА	
		не менее	не более
PBC-15	16	200	340
PBC-20	20	200	340
PBC-33	32	450	620
PBC-35	32	200	340
PBM-15	18	500	70
PBM-20	28	500	700
PВЭ-25М	28	400	650
PBMЭ-25	32	450	600
Элемент разрядника PBMГ-110М, 150М, 220М	30	1000	1350

Примечание. Для приведения токов проводимости разрядников к температуре плюс 20 °С следует внести поправку, равную 3 % на каждые 10 градусов отклонения (при температуре больше 20 °С поправка отрицательная).

.8 измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений.

.8.1 измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений производится: Перед вводом в эксплуатацию:

для ограничителей класса напряжения 15—110 кВ при приложении наибольшего длительно допустимого фазного напряжения;

для ограничителей класса напряжения 150, 220¹ кВ при напряжении 100 кВ частоты 50 Гц.

В процессе эксплуатации:

для ограничителей класса напряжения 35 кВ 1 раз в 4 года;

для ограничителей класса напряжения 110 кВ и выше без отключения от сети 1 раз в год перед грозовым сезоном;

для ограничителей, установленных в нейтрали трансформатора 110 кВ, при выводе его из работы, но не реже 1 раза в 6 лет;

для ограничителей класса напряжения 110 кВ и выше при выводе из работы на срок более 1 мес.

¹ Для ограничителей перенапряжения 220 кВ допускается измерять ток проводимости при напряжении 75 кВ частоты 50 Гц.

.8.2 методика проведения измерения тока проводимости, а также его предельные значения, при которых ограничитель выводится из работы, указаны в инструкции изготовителя.

.9 тепловизионный контроль вентильных разрядников и ограничителей перенапряжений;

.9.1 производится у вентильных разрядников с шунтирующими сопротивлениями и ограничителей перенапряжений при наличии технической возможности.

При межремонтных испытаниях в случае удовлетворительных результатов тепловизионного контроля проверка состояния вентильных разрядников и ограничителей напряжения согласно [10.7.24.2.2 – 10.7.24.2.4](#) может не проводиться;

.10 проверка герметичности разрядников:

.10.1 проверка герметичности производится в случае проведения капитального ремонта разрядника со вскрытием. Проверка производится при разрезании 300 – 400 мм рт.ст. Изменение давления при перекрытом вентиле за 1 – 2 ч не должно превышать 0,5 мм рт.ст.

10.7.25 Испытания вводов и проходных изоляторов.

10.7.25.1 Общие указания.

.1 испытания вводов 35 – 750 кВ с RIP, RBP, RIN изоляцией производятся по методике изготовителя. Нормируемые параметры и сроки испытаний в соответствии с паспортами и инструкциями изготовителя.

10.7.25.2 Измерение сопротивления изоляции.

.1 производится измерение сопротивления изоляции измерительного конденсатора ПИН (C_2) мегаомметром на 2500 В, а последних слоев изоляции (C_3) мегаомметром на напряжение 2500 В, если нет других указаний изготовителя.

Значения сопротивления изоляции при вводе в эксплуатацию должны быть не менее 1000 МОм, в процессе эксплуатации - не менее 500 МОм;

.2 периодичность измерений для вводов 110-220 кВ—1 раз в 4 года.

Для вводов с твердой изоляцией, измерения сопротивления изоляции производится по рекомендациям инструкции изготовителя.

Измерение сопротивления изоляции вводов трансформаторов следует проводить с учетом требований [10.7.2.6.7](#).

10.7.25.3 Измерение $\tan \delta$ и емкости изоляции.

.1 производится измерение $\tan \delta$ и емкости:

основной изоляции вводов при напряжении 10 кВ;

изоляции измерительного конденсатора ПИН (C_2) или (и) последних слоев изоляции (C_3) при напряжении 5 кВ, если изготовителем не запрещается измерение C_3 ;

измерение C_3 и $\tan \delta_3$ для RIP изоляции во избежание повреждения ввода не производится.

Предельные значения $\tan \delta$ приведены в [табл. 10.7.25.3.1](#);

.2 предельное увеличение емкости основной изоляции составляет 5 % измеренного при вводе в эксплуатацию.

В процессе эксплуатации устанавливается следующая периодичность проведения измерений для вводов:

35 кВ – при проведении ремонтных работ на выключателях, где они установлены;

110–220 кВ – через 1 год после ввода в эксплуатацию, далее 1 раз в 4 года.

Таблица 10.7.25.3.1

Предельные значения $\text{tg}\delta$ вводов

Тип и зона изоляции ввода	Предельные значения tgδ, %, для вводов номинальным напряжением, кВ		
	35	110 — 150	220
Бумажно-масляная изоляция ввода: - основная изоляция (C1) и изоляция конденсатора ПИН (C2); - последние слои изоляции (C3).	— -	0,7/1,5 1,2/3,0	0,6/1,2 1,0/2,0
Твердая изоляция ввода с масляным заполнением*: - основная изоляция (C1).	1,0/1,5	1,0/1,5	—
Бумажно-бакелитовая изоляция ввода с мастичным заполнением: - основная изоляция (C1)	3,0/9.0	—	—
RIP — изоляция вводов ¹ - основная изоляция (C1)	1/1,2	0,7/1,2	

¹ Согласно документации изготовителя.

1. В числителе указаны значения tgδ изоляции при вводе в эксплуатацию, в знаменателе - в процессе эксплуатации.

2. Уменьшение tgδ основной изоляции герметичного ввода по сравнению с результатами предыдущих измерений на Δtgδ(%) ≥ 0,3 является показанием для проведения дополнительных испытаний, с целью определения причин снижения tgδ. Для твердой изоляции предельное значение tgδ₁ не должно быть ниже 0,25 %, а в случае резкого роста tgδ₁ более чем на 0,2 % за год необходима консультация изготовителя.

3. Нормируются значения tgδ, приведенные к температуре 20 °С. Приведение производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации вводов.

4. Знак «-» означает отсутствие предельного значения.

10.7.25.4 Испытание повышенным напряжением частоты 50 Гц.

.1 испытание проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно.

Значение испытательного напряжения для проходных изоляторов и вводов, испытываемых отдельно или после установки на оборудование, принимается в соответствии с [табл. 10.4.6.10.7.1](#);

.2 испытание вводов, установленных на силовых трансформаторах, производится совместно с испытанием обмоток этих трансформаторов. Значение испытательного напряжения принимается в соответствии с [табл. 10.4.6.10.7.1](#).

Продолжительность приложения испытательного напряжения - 1 мин.

10.7.25.5 Испытание избыточным давлением.

.1 испытание избыточным давлением производится на негерметичных маслonaполненных вводах напряжением 110 кВ и выше избыточным давлением масла 0,1 МПа с целью проверки уплотнений.

Продолжительность испытания 30 мин. Допускается снижение давления за время испытаний не более 5 кПа.

10.7.25.6 Испытание масла из вводов.

.1 при вводе в эксплуатацию вводов масло должно быть испытано в соответствии с соответствующими требованиями к нему;

.2 определение физико-химических характеристик масла из негерметичных вводов производится:

для вводов 110 — 220 кВ — 1 раз в 4 года;

.3 необходимость проведения хроматографического анализа растворенных в масле газов (ХАРГ) определяется техническим руководителем субъекта электроэнергетики по совокупности результатов испытаний ввода. Оценка результатов — в соответствии с рекомендациями изготовителя и архивными материалами технического диагностирования состояния вводов.

10.7.25.7 Проверка манометра.

.1 у герметичных вводов проверка манометра заключается в замене на поверенный манометр. Замена осуществляется в срок не превышающий межповерочный интервал.

10.7.25.8 Контроль изоляции под рабочим напряжением.

.1 контроль изоляции вводов под рабочим напряжением рекомендуется производить у всех вводов конденсаторного типа 110 — 220 кВ с бумажно-масляной изоляцией, установленных на трансформаторах с номинальным напряжением 110 кВ и выше, установленных на ответственных объектах.

Для вводов, контролируемых под напряжением, контроль в соответствии с [10.7.25.1](#), [10.7.25.2](#) (кроме измерения сопротивления изоляции и $\tan \delta$ зоны С3) и [10.7.25.5](#) в эксплуатации может производиться только при получении неудовлетворительных результатов испытаний согласно [10.7.25.7](#).

Контролируемые параметры: изменение тангенса угла диэлектрических потерь ($\Delta \tan \delta$) и емкости ($\Delta C/C$) основной изоляции. Изменение значений контролируемых параметров определяется как разность результатов очередных измерений и измерений при выпуске изготовителем;

.2 при отклонении значения $\tan \delta$ от данных изготовителя на 0,3 % и более выполнить измерения на $U_{исп} = 10$ кВ. При сохранении разницы выполнить ХАРГ. Предельное значение увеличения емкости изоляции составляет 5 % значения, измеренного при вводе в работу системы контроля под напряжением. Периодичность контроля вводов под рабочим напряжением 2 раза в год. Одно из измерений может быть выполнено и при отрицательной температуре.

Таблица 10.7.25.8

Предельные значения $|\Delta \tan \delta|$ и $\Delta Y/Y$

Класс напряжения, кВ	Предельные значения параметров, %, $ \Delta \tan \delta $ и $\Delta Y/Y$	
	при периодическом контроле	при непрерывном контроле
110 — 220	2,0	3,0

Примечание. Уменьшение значения $\Delta \tan \delta$ основной изоляции герметичного ввода по сравнению с результатами предыдущих измерений на $\Delta \tan \delta$ (%) $\geq 0,3$ является показанием для проведения дополнительных испытаний, с целью определения причин снижения $\Delta \tan \delta$.

10.7.25.9 Проверка целостности изоляции

.1 при выявлении сколов и трещин фарфора, трещин в армировочных швах по решению технического руководителя субъекта электроэнергетики должен проводиться виброакустический контроль поврежденных вводов и проходных изоляторов.

10.7.25.10 Тепловизионное обследование.

.1 тепловизионный контроль вводов при наличии технической возможности.

10.7.25.11 Контроль частичных разрядов.

.1 измерение уровня частичных разрядов на вводах и проходных изоляторах на напряжение 110 кВ и выше производится по решению технического руководителя субъекта электроэнергетики.

10.7.25.12 Комплексное диагностическое обследование.

.1 комплексное диагностическое обследование (КДО) вводов генераторных выключателей, всех выключателей и силовых трансформаторов напряжением 110 кВ и выше проводится при КДО указанного силового оборудования.

Комплексное диагностическое обследование вводов проводится в объеме испытаний и измерений настоящего раздела.

10.7.26 Испытания предохранителей, предохранителей-разъединителей напряжением 15–35 кВ.

10.7.26.1 Испытание опорной изоляции повышенным напряжением частоты 50 Гц.

.1 испытание проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно. Значение испытательного напряжения опорной изоляции предохранителя, предохранителя-разъединителя принимается в соответствии с [табл. 10.4.6.10.11.1](#).

Продолжительность приложения испытательного напряжения — 1 мин.

10.7.26.2 Проверка целостности плавкой вставки предохранителя.

.1 проверяются:

омметром — целостность плавкой вставки;

визуально — наличие калибровки на патроне.

10.7.26.3 Измерение сопротивления постоянному току токоведущей части патрона предохранителя-разъединителя.

.1 измеренное значение сопротивления должно соответствовать значению номинального тока в калибровке на патроне.

10.7.26.4 Измерение контактного нажатия в разъёмных контактах предохранителя-разъединителя.

.1 измеренное значение контактного нажатия должно соответствовать данным изготовителя.

10.7.26.5 Проверка состояния дугогасительной части патрона предохранителя-разъединителя.

.1 измеряется внутренний диаметр дугогасительной части патрона предохранителя-разъединителя. Измеренное значение диаметра внутренней дугогасительной части патрона должно соответствовать данным изготовителя.

10.7.26.6 Проверка работы предохранителя-разъединителя.

.1 выполняется 5 циклов операций включения и отключения предохранителя-разъединителя.

Выполнение каждой операции должно быть успешным с одной попытки.

10.7.26.7 Тепловизионный контроль

.1 производится при наличии технической возможности.

10.7.27 Испытание силовых кабельных линий напряжением от 15 до 220 кВ.

Для силовых кабельных линий (КЛ) напряжением от 15 до 220 кВ для подтверждения качества и правильности монтажа КЛ, определения технических характеристик КЛ должны проводиться следующие испытания:

переменным напряжением, форма волны синусоидальная, а частота — в диапазоне 20 — 300 Гц, уровень испытательного напряжения согласно [табл. 10.7.27.1.3](#), или номинальным рабочим напряжением линии в течение 24 часов без нагрузки;

определение целостности жил кабелей и фазировки жил и экранов КЛ производится в эксплуатации после окончания монтажа, монтажа муфт или отсоединения жил кабелей;

определение сопротивления жил кабеля;

определение электрической рабочей емкости кабелей;

измерение распределения тока по одножильным кабелям и экранам;

проверка заземляющего устройства (измерение сопротивления заземления);

испытание оболочки кабелей постоянным напряжением;

измерение характеристик частичных разрядов;

тепловизионное обследование концевых муфт и кабельных вводов в КРУЭ (для КЛ 35–220 кВ);

измерение тангенса угла диэлектрических потерь;

проверка целостности оптоволокон (по требованию Заказчика может проводится также непосредственно после прокладки строительных длин кабелей, до монтажа соединительных и концевых муфт).

Электрические испытания КЛ после прокладки проводят после завершения монтажа КЛ.

10.7.27.1 Испытание изоляции кабелей повышенным выпрямленным напряжением.

.1 для кабелей на напряжение до 3—35 кВ с пластмассовой изоляцией длительность приложения полного испытательного напряжения составляет 10 мин, а при установившемся производстве—5 мин.

.2 для кабелей на напряжение 35—220 кВ длительность приложения полного испытательного напряжения составляет 15 минут.

.3 допустимые токи утечки в зависимости от испытательного напряжения и допустимые значения коэффициента асимметрии при измерении тока утечки приведены в [табл. 10.7.27.1.3](#).

Абсолютное значение тока утечки не является браковочным показателем.

Кабели с удовлетворительной изоляцией должны иметь стабильные значения токов утечки. При проведении испытания ток утечки должен уменьшаться. Если не происходит уменьшения значения тока утечки, а также при его увеличении или нестабильности тока испытание производить до выявления дефекта, но не более чем 15 мин.

Таблица 10.7.27.1.3

Токи утечки и коэффициенты асимметрии для силовых кабелей

Кабели напряжением, кВ	Испытательное напряжение, кВ	Допустимое значение токов утечки, мА	Допустимые значения коэффициента асимметрии (I_{MAX}/I_{MIN})
20-34	100	1,5	10
35-109	175	2,5	10
110-149	285	не нормируется	не нормируется
150-219	347	не нормируется	не нормируется
220	510	не нормируется	не нормируется

.4 допускается, при согласовании с производителем кабелей, проводить испытания напряжением переменного тока частоты 50 Гц взамен испытания выпрямленным напряжением для кабелей уровня напряжения 110-220 кВ. В данном случае испытания должны проводиться напряжением $(1,00-1,73) \cdot U_{ном}$, а время проведения испытания должно быть согласовано с предприятием изготовителем.

10.7.27.2 Определение целостности жил кабелей и фазировка кабельных линий.

.1 испытания производится после окончания монтажа, перемонтажа муфт или отсоединения жил кабеля;

10.7.27.3 Определение сопротивления жил кабеля.

.1 испытания производятся для линий на напряжение 20 кВ и выше. Сопротивление жил кабелей постоянному току, приведенное к удельному значению (на 1 мм² сечения, 1 м длины, при температуре 20 °С), должно быть не более 0,01793 Ом для медной и 0,0294 Ом для алюминиевой жил. Измеренное сопротивление (приведенное к удельному значению) может отличаться от указанных значений не более чем на 5 %.

10.7.27.4 Определение электрической рабочей емкости кабелей.

.1 определение производится для кабельной линий на напряжение 20 кВ и выше. У кабелей из сшитого полиэтилена данное испытание не проводится. Измеренная емкость, приведенная к удельному значению (на 1 м длины), должна отличаться от значений при заводских испытаниях не более чем на 5 %.

10.7.27.5 Измерение токораспределения по одножильным кабелям.

.1 неравномерность распределения токов по токопроводящим жилам и оболочкам (экранам) кабелей не должна быть более 10 %. Контроль производится при параллельном соединении в одной фазе 2-х и более кабелей.

10.7.27.6 Проверка заземляющего устройства.

.1 на линиях напряжений 15 — 220 кВ измеряются переходные сопротивления заземления концевых муфт и заделок относительно брони (экрана) КЛ и ЗУ электроустановки к которой подключена кабельная линия. Производится измерение переходных сопротивлений (при исправном состоянии контактного соединения сопротивление не превышает 0,05 Ом).

.2 в эксплуатации переходные сопротивления заземления измеряются при капитальном ремонте заземляющих устройств, а целостность металлической связи между заземлителями кабельных линий на напряжение 110 кВ и выше и нейтралью трансформатора — 1 раз в 3 года. Проверка производится путем простукивания мест соединений молотком и осмотра для выявления обрывов и других дефектов.

10.7.27.7 Испытание кабелей с изоляцией из СПЭ напряжением 110-220 кВ повышенным переменным напряжением.

.1 испытания осуществляются согласно стандарту МЭК 60840:2017 и МЭК 62067:2011.

.2 испытания повышенным напряжением частотой 20 — 300 Гц проводятся при наличии резонансной высоковольтной испытательной установки. Продолжительность приложения испытательного напряжения — 60 мин.

Таблица 10.7.27.7.1

**Величина испытательного переменного напряжения для КЛ
напряжением 35 — 220 кВ с изоляцией из СПЭ**

Класс напряжения, кВ	Уровень испытательного напряжения, кВ	
	приемка в эксплуатацию	в процессе эксплуатации
35 — 47 (Стандарт МЭК 60840:2017)	52 кВ	52 кВ независимо от срока эксплуатации
47,1-69(Стандарт МЭК 60840:2017)	72 кВ	72 кВ независимо от срока эксплуатации
69,1-115 (Стандарт МЭК 60840:2017)	128 кВ	128 кВ независимо от срока эксплуатации
115,1-138 (Стандарт МЭК 60840:2017)	152 кВ	132 кВ независимо от срока эксплуатации
138,1-161 (Стандарт МЭК 60840:2017)	174 кВ	150 кВ независимо от срока эксплуатации
161,1-220 (Стандарт МЭК 62067:2011)	180 кВ	180 для кабелей со сроком эксплуатации до 5 лет; 152 для кабелей со сроком эксплуатации более 5 лет

10.7.27.8 Контроль состояния муфт методом измерения и локализации частичных разрядов.

.1 контроль проводится на КЛ 110 кВ и выше с пластмассовой изоляцией при вводе в эксплуатацию, далее по решению технического руководителя субъекта электроэнергетики в зависимости от результатов последних измерений ЧР и тепловизионного контроля.

10.7.27.9 Тепловизионный контроль.

.1 в процессе эксплуатации тепловизионный контроль проводится:

на КЛ 35 кВ и ниже — не реже 1 раз в 3 года вместе с электрооборудованием распределительных устройств (при условии возможности проведения телевизионного контроля КЛ под нагрузкой);

на КЛ 110-220 кВ — не реже 1 раза в 2 года вместе с электрооборудованием распределительных устройств;

.2 внеочередной тепловизионный контроль КЛ проводится при выявлении признаков развивающегося дефекта другими методами контроля (ЧР, $\text{tg}\delta$, ток в заземлителе экрана и др.). Температура защитной оболочки кабелей, на которых смонтирована система температурного контроля, должна контролироваться при приемке смены дежурным оперативным персоналом объекта каждую смену. На объектах без постоянного дежурного персонала - не реже 1 раза в месяц.

10.8 ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОИЗВОДСТВЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ (ИЗГОТОВИТЕЛЕ)

10.8.1 Техническое наблюдение за изготовлением изделий электрического оборудования на предприятии (изготовителе) при установившемся производстве осуществляется путем освидетельствования готовых изделий, прошедших все проверки и испытания, проводимые органами технического контроля предприятия (изготовителя).

10.8.2 Освидетельствование изделия должно предусматривать:

- .1 проверку документации на комплектующие изделия и материалы, подпадающие под техническое наблюдение Регистра в соответствии с Номенклатурой РС, и документов органов технического контроля на готовое изделие;
- .2 проверку технической документации на изделие;
- .3 проверку комплектности изделия и запасных частей;
- .4 проведение наружного и внутреннего осмотров;
- .5 проверку на функционирование;
- .6 испытания изделия, указанные в [10.8.3](#) и [10.8.4](#).

10.8.3 Для всех изделий, подлежащих освидетельствованию, проводятся следующие виды испытаний:

- .1 осмотр и проверка на соответствие технической документации, проверка качества сборки, монтажа, выполнение узлов для заземления, а для комплектных изделий также качества заземления комплектующих элементов;
- .2 измерение сопротивления изоляции (в практически холодном состоянии);
- .3 испытание электрической прочности изоляции между токоведущими элементами, цепями, а также между ними и корпусом (в практически холодном состоянии).

10.8.4 Для отдельных видов оборудования объемы и условия испытаний изделий при установившемся производстве указаны в [табл. 10.8.4-1 – 10.8.4-5](#).

Таблица 10.8.4-1

Изделия	Испытания и проверки в соответствии с 10.8.2 и 10.8.3	Испытание при повышенной частоте вращения ¹	Измерение биения коллектора (контактных колец), проверка осевого разбега ротора (якоря)	Испытание электрической прочности межвитковой изоляции	Проверка в действии при номинальных параметрах и кратковременной перегрузке по току	Проверка действия блокировок, защиты, сигнализации	Прочие специфические проверки и испытания
Электрические машины ²	+3,4	+5	+6	+	+7	+	+8
Электромагнитные муфты	+3,4	+	+6	+	+	-	-
Трансформаторы, токоограничивающие и шунтирующие реакторы	+	-	-	+	+7	+	+9

Изделия	Испытания и проверки в соответствии с 10.8.2 и 10.8.3	Испытание при повышенной частоте вращения ¹	Измерение биения коллектора (контактных колец), проверка осевого разбега ротора (якоря)	Испытание электрической прочности межвитковой изоляции	Проверка в действии при номинальных параметрах и кратковременной перегрузке по току	Проверка действия блокировок, защиты, сигнализации	Прочие специфические проверки и испытания
Статические преобразователи	+	-	-	+ ¹⁰	+	+ ¹¹	+ ¹²
¹ Проводится до испытаний изоляции. ² Генераторы синхронные и постоянного тока, двигатели асинхронные и постоянного тока, преобразователи, электромашинные усилители. ³ При необходимости (для крупных изделий) с измерением воздушных зазоров, проверкой документов по балансировке, по испытаниям систем водяного охлаждения на плотность и прочность. ⁴ При массовом производстве машин мощностью до 5 кВт испытание электрической прочности изоляции допускается проводить в течение 1 с напряжением, равным 1,2 полного нормированного испытательного напряжения. ⁵ От испытаний освобождаются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. ⁶ Относятся к крупным изделиям. У двигателей и муфт гребных установок должны также измеряться биения концов вала. ⁷ Для машин переменного тока и трансформаторов проверка может быть заменена опытами холостого хода и короткого замыкания. ⁸ Проверка коммутации коллекторных машин при номинальной нагрузке и кратковременной перегрузке по току, проверка пределов изменения уставки напряжения генераторов со статической системой возбуждения, опробование электрического подогрева машины, измерение электрического напряжения между изолированным стояком подшипника и фундаментом, а также между концами вала таких машин. ⁹ У трансформаторов с негорючим жидким диэлектриком – испытание бака на плотность и испытание пробы диэлектрика из бака. ¹⁰ Относится к трансформаторам преобразования, не проходившим такого испытания. ¹¹ Проверка действия защиты от перегрузки и короткого замыкания. ¹² Проверка работы при набросах и сбросах нагрузки, проверка работы аппаратуры управления, фильтра.							

Таблица 10.8.4-2

Изделия	Испытания и проверки в соответствии с 10.8.2 и 10.8.3	Проверка работы приводов и указателей коммутационного положения	Проверка действия блокировок	Проверка настройки и действия элементов (расцепителей, встроенных реле и др.)	Проверка величины электрического сопротивления	Проверка функционирования	Прочие специфические проверки и испытания
Выключатели автоматические	+	+	+	+	-	-	-
Выключатели, переключатели, разъединители,	+	-	-	-	+ ¹	-	-

Изделия	Испытания и проверки в соответствии с 10.8.2 и 10.8.3	Проверка работы приводов и указателей коммутационного положения	Проверка действия блокировок	Проверка настройки и действия элементов (расцепителей, встроенных реле и др.)	Проверка величины электрического сопротивления	Проверка функционального испытания	Прочие специфические проверки и испытания
кнопочные выключатели							
Предохранители, предохранители- разъединители	+	-	-	-	+ ¹	-	+ ²
Контакты, контактные реле	+	-	-	-	-	-	+ ³
Пускатели, контроллеры	+	-	+	+	-	+	-
Реостаты	+	+	-	+	+	-	-
Резисторы в ящиках	+	-	-	-	+	-	-
Магнитные усилители, аппараты, блоки и модули с бесконтактными элементами	+	-	-	-	-	+	-
Реакторы, дроссели	+	-	-	-	+ ⁴	-	-
Устройства защиты генераторов	+	-	+	+	-	+	-
Электро- измерительные приборы (щитовые)	+	-	-	-	-	+ ⁵	+ ⁶
Электрические щиты и пульты	+	+	-	-	-	+ ⁷	-
Комплектные распределительные устройства до 35 кВ	+	+	+	-	+	+ ⁷	+ ⁸
Комплектные распределительные устройства элегазовые 35 — 220 кВ	+	+	+	-	+	+ ⁷	+ ⁹
ОПН, вентильные разрядники	+	-	-	-	-	-	+ ¹⁰
Изоляторы, вводы	+	-	-	-	-	-	+ ¹¹
Аппараты и устройства внутренней связи и сигнализации	+	-	-	-	-	+	-
Приборы контроля управления судном ¹²	+	-	-	-	-	+	+ ¹³

Изделия	Испытания и проверки в соответствии с 10.8.2 и 10.8.3	Проверка работы приводов и указателей коммутационного положения	Проверка действия блокировок	Проверка настройки и действия элементов (расцепителей, встроенных реле и др.)	Проверка величины электрического сопротивления	Проверка функционирования	Прочие специфические проверки и испытания
Электро-нагревательные и отопительные приборы	+	-	-	-	-	-	+ ¹⁴
Светильники	+	-	-	-	-	-	-
Шинопроводы	+	+	-	-	-	-	-
Токопроводы экранированные, с литой изоляцией	+	+	-	-	-	-	+ ¹⁵
Токопроводы элегазовые	+	+	-	-	+	-	+ ¹⁶

¹Относится к плавким вставкам, проводится периодически выборочно.

²Испытание на максимальный ток неплавления и минимальный ток плавления. Проводится периодически выборочно.

³Проверка растворов, провалов и нажатий контактов. Проверка параметров срабатывания.

⁴Измеряется индуктивное сопротивление.

⁵Проводится при наклонах приборов. Периодически должен осуществляться выборочный контроль работы при температурах окружающего воздуха выше 25 °С; при механических воздействиях (в сокращенном объеме по сравнению с испытаниями головных образцов): при предельных допустимых отклонениях напряжения и частоты от номинальных значений.

⁶Определение основной погрешности и вариации.

⁷Относится к цепям управления, контроля, сигнализации.

⁸Контроль герметичности оболочек, проверка содержания влаги в элегазе, проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков контрольным манометром

⁹Измерение тока проводимости, проверка герметичности.

¹⁰Измерение емкости изоляции, испытание избыточным давлением, испытание масла из вводов в соответствующих видах оборудования.

¹¹Проверка соосности и величины вхождения подвижных контактов в неподвижные, контроль сборных шин, контроль контактов.

¹²Датчики (тахогенераторы) и указатели тахометров гребных валов должны дополнительно испытываться как электрические машины и электроизмерительные приборы соответственно.

¹³Проверка точности показаний указателей.

¹⁴Испытание на плотность и прочность (или проверка документов, если такие испытания проводятся в процессе производства) подогревателей топлива и масла, а также изделий, работающих или могущих оказаться под давлением водяного пара, если подогреватели (изделия) подпадают под требования 1.3.2.1 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации и постройки морских судов. Проверка действия защит от ненормальных режимов работы (превышения температуры, снижения уровня жидкости и т.п.).

¹⁵Проверка устройств искусственной вентиляции, проверка отсутствия короткозамкнутых контуров в токопроводах генераторного напряжения, контрольный анализ газа на содержание водорода в соответствующих видах оборудования.

¹⁶Испытание на герметичность, проверка содержания влаги в элегазе, проверка срабатывания электроконтактного устройства приборов контроля плотности элегаза (газовой смеси), проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков контрольным манометром. контроль и испытания на механическую работоспособность.

Таблица 10.8.4-1

Изделия	Испытания и проверки в соответствии с 10.8.2 и 10.8.3	Испытание при повышенной частоте вращения ¹	Измерение биения коллектора (контактных колец), проверка осевого разбега ротора (якоря)	Испытание электрической прочности межвитковой изоляции	Проверка в действии при номинальных параметрах и кратковременной перегрузке по току	Проверка действия блокировок, защиты, сигнализации	Прочие специфические проверки и испытания
Электрические машины ²	+ ^{3,4}	+ ⁵	+ ⁶	+	+ ⁷	+	+ ⁸
Электромагнитные муфты	+ ^{3,4}	+	+ ⁶	+	+	—	—
Трансформаторы	+	—	—	+	+ ⁷	—	+ ⁹
Статические преобразователи	+	—	—	+ ¹⁰	+	+ ¹¹	+ ¹²

¹ Проводится до испытаний изоляции.
² Генераторы синхронные и постоянного тока, двигатели асинхронные и постоянного тока, преобразователи, электромашинные усилители.
³ При необходимости (как правило, для крупных изделий) с измерением воздушных зазоров, проверкой документов по балансировке, по испытаниям систем водяного охлаждения на плотность и прочность.
⁴ При массовом производстве машин мощностью до 5 кВт испытание электрической прочности изоляции допускается проводить в течение 1 с напряжением, равным 1,2 полного нормированного испытательного напряжения.
⁵ От испытаний освобождаются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором.
⁶ Относятся, как правило, к крупным изделиям. У двигателей и муфт гребных установок должны также измеряться биения концов вала.
⁷ Для машин переменного тока и трансформаторов проверка может быть заменена опытами холостого хода и короткого замыкания.
⁸ Проверка коммутации коллекторных машин при номинальной нагрузке и кратковременной перегрузке по току, проверка пределов изменения уставки напряжения генераторов со статической системой возбуждения, опробование электрического подогрева машины, измерение электрического напряжения между изолированным стояком подшипника и фундаментом, а также между концами вала таких машин.
⁹ У трансформаторов с негорючим жидким диэлектриком – испытание бака на плотность и испытание пробы диэлектрика из бака.
¹⁰ Относится к трансформаторам преобразования, не проходившим такого испытания.
¹¹ Проверка действия защиты от перегрузки и короткого замыкания.
¹² Проверка работы при набросах и сбросах нагрузки, проверка работы аппаратуры управления, фильтра.

Таблица 10.8.4-3

Комплексы изделий ¹	Осмотр и проверка на соответствие технической документации	Измерение сопротивления изоляции в практически холодном состоянии	Пуски, остановки, реверсы, работа на каждой скорости на холостом ходу	Проверка действия электромагнитного тормоза	Проверка действия блокировок, защит, сигнализации	Проверка действия коммутируемого контура гашения энергии поля ²	Проверка автозапуска после восстановления напряжения ³	Испытание совместно с приводным механизмом ⁴	Проверка функционирования всех систем совместно с ДВС	Измерение сопротивления изоляции в нагретом состоянии
Электроприводы гребных установок ⁵	+	+	+	(+)	+	(+)	—	(+)	—	+
Прочие электроприводы на предприятиях, их изготавливающих	—	—	+	+ ⁶	+	+	+	—	—	—
То же, на предприятиях, изготавливающих механизмы, комплектуемые электроприводами	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+
Электрооборудование ДВС со стартерным пуском на предприятиях, его изготавливающих	—	—	—	—	—	—	—	—	+ ⁷	—
То же, на предприятиях, изготавливающих ДВС	+	+	—	—	—	—	—	—	+	+

Комплексы изделий ¹	Осмотр и проверка на соответствие технической документации	Измерение сопротивления изоляции в практически холодном состоянии	Пуски, остановки, реверсы, работа на каждой скорости на холостом ходу	Проверка действия электромагнитного тормоза	Проверка действия блокировок, защит, сигнализации	Проверка действия коммутируемого контура гашения энергии поля ²	Проверка автозапуска после восстановления направления ³	Испытание совместно с приводным механизмом ⁴	Проверка функционирования всех систем совместно с ДВС	Измерение сопротивления изоляции в нагретом состоянии
¹ Имеется в виду, что все отдельные изделия, входящие в комплекс (электрические машины, аппараты и др.), прошли требуемые для них приемосдаточные испытания по соответствующим программам. ² Относятся к схемам с двигателями постоянного тока параллельного и смешанного возбуждения. ³ Относятся к схемам рулевых приводов и приводов водонепроницаемых дверей. ⁴ Проводится по одобренной Регистром программе и методике испытаний механизма (устройства). ⁵ Стендовые испытания комбинированных (гибридных) пропульсивных установок проводить в соответствии с Приложением 17 . ⁶ Проверка действия тормозного электромагнита (если нет тормоза). ⁷ При отсутствии ДВС проверка осуществляется на специально оборудованных стендах.										

Таблица 10.8.4-4

Изделия	Испытания и проверки в соответствии 10.8.2 и 10.8.3	Проверка на герметичность ¹	Проверка номинальной емкости	Измерение тангенса угла потерь	Проверка действия автоматики
Аккумуляторные батареи (аккумуляторы ²)	+ ³	+ ⁴	+ ⁵	—	—
Конденсаторы для повышения коэффициента мощности	+	+	+	+	—
Конденсаторные установки для повышения коэффициента мощности	+	— ⁶	+	— ⁶	+
¹ Проводится любым эффективным методом. ² Если они предназначены для самостоятельной поставки. ³ Ограничиваются осмотром и проверкой на соответствие технической документации. ⁴ Относятся к моноблокам кислотных батарей. ⁵ С проверкой начального и конечного напряжений, тока, времени разряда, температуры электролита и т. п. эту проверку допускается проводить периодически выборочно. Периодичность и объем выборки определяются изготовителем. ⁶ Если конденсаторы не прошли такой проверки, то проверка должна проводиться.					

Таблица 10.8.4-5

Испытания (проверки) кабелей и проводов	Осмотр и проверка на соответствие технической документации	Проверка целостности (непрерывности) жил, экранов, оплеток и других металлических оболочек	Испытание электрической прочности изоляции жил до наложения оболочки ¹ и готовых изделий после выдержки в воде	Измерение сопротивления изоляции	Испытания механических, термопластических и электрических свойств материалов изоляции жил и оболочек ²
На каждой строительной длине	+	+	+ ¹	+	—
Периодически выборочно ³	—	— ⁴	— ⁴	—	+
¹ Регистр может допустить испытание изоляции жил на аппарате сухого испытания на проход. ² Если предусмотрен пооперационный контроль. ³ Периодичность и объем выборки устанавливаются технической документацией изготовителя. ⁴ Испытание проводится, если использовано допущение согласно сноске 1 .					

10.8.5 При положительных результатах испытаний и проверок инспектор Регистра выдает на изделие Свидетельство согласно табл. 5.2-1 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

Наряду с методиками испытаний и проверок электрического оборудования, а также значениями испытательных величин, приведенными в [10.4 – 10.8](#), взамен или в дополнение допускается использование рекомендаций и положений настоящих приложений.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

1. Сопротивление изоляции относительно корпуса, а также между фазами (полюсами) электрического оборудования должно быть не менее указанного в таблице.

Минимальное сопротивление изоляции для электрического оборудования на напряжение выше 500 В. а также для электрических машин мощностью свыше 1000 кВт должно определяться в соответствии с национальными или международными стандартами.

2. Рекомендуется, чтобы при измерениях на предприятие (изготовителе) сопротивление изоляции жил электрических кабелей R_i , МОм/км, между каждой из жил и остальными жилами, соединенными со свинцовой оболочкой, металлической оплеткой, броней или водой, было не менее определенного по формуле

$$R_i = k_i \log D/d,$$

где k_i – постоянная сопротивления изоляции;

d – расчетный диаметр жилы, мм;

D – расчетный диаметр изоляции, равный $d + 2t$ (t – толщина изоляции); для многожильных кабелей с общей изоляцией t – сумма толщин изоляции жилы и общей изоляции), мм.

Таблица

Электрическое оборудование	Минимальное сопротивление изоляции при температуре среды 20±5 °С и нормальной влажности, МОм	
	в холодном состоянии	в горячем состоянии
Трансформаторы	5	2
Распределительные щиты	1	–
Коммутационная, защитная и пускорегулирующая аппаратура	5	–
Приборы контроля управления судном, связи, сигнализации	20	–
Нагревательные и отопительные приборы ¹	1	0,5
Статические преобразователи	10	5

¹ Для напряжений свыше 5000 В сопротивление изоляции принимается из расчета 2 кОм на 1 В номинального напряжения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ДОПУСТИМЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

1. Допустимые температуры нагревания изоляционных материалов различных классов для длительной работы следующие:

Класс изоляции

Допустимая температура, °С

A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
C	более 180

Если изоляция состоит из разных материалов, то температура, до которой может нагреваться каждый из этих материалов, должна быть не выше допустимой для данного материала.

Если изоляция состоит из нескольких слоев разных материалов и невозможно измерить температуру, до которой нагреваются отдельные слои, то допустимой температурой нагрева такой изоляции считается допустимая температура для примененного материала самого низкого класса.

Материал, служащий только для механической защиты и для разделительных прокладок, может быть более низкого класса изоляции.

2. Допустимые превышения температуры для электрических машин приведены в [табл. 1](#). Они определены для температуры охлаждающего воздуха 45 °С.

Таблица 1

Допустимые превышения температур для электрических машин при температуре охлаждающего воздуха 45 °С

№ п/п	Части электрических машин	Класс изоляционного материала													
		А		Е		В		F		H					
		Методы измерения													
		Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу	Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу	Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу	Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу		
1	Обмотки переменного тока синхронных машин мощностью 5000 кВт и более или с длиной сердечника 1 м и более	—	55	55	—	65	65	—	75	75	—	95	95	—	120
2	Обмотки машин переменного тока мощностью менее 5000 кВт и с длиной сердечника менее 1 м	45	55	—	60	70	—	65	75	—	80	95	—	100	120

**Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)**

367

№ п/п	Части электрических машин	Класс изоляционного материала														
		А			Е			В			F			H		
		Методы измерения														
		Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу	Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу	Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу	Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу	Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу
3	Обмотки возбуждения машин постоянного и переменного тока с возбуждением постоянным током, кроме указанных в пп. 5 – 8 таблицы	45	55	–	60	70	–	65	75	–	80	95	–	100	120	–
4	Якорные обмотки, соединенные с коллектором	–	–	–	–	–	–	–	85	–	–	105	–	–	–	–
5	Обмотки возбуждения неявнополюсных машин с возбуждением постоянным током	–	–	–	–	–	–	–	85	–	–	105	–	–	–	–
6	Однорядные обмотки возбуждения с оголенными поверхностями	60	60	–	75	75	–	85	85	–	105	105	–	130	130	–
7	Стержневые обмотки роторов асинхронных машин	60	60	–	75	75	–	85	85	–	105	105	–	130	130	–
8	Обмотки возбуждения малого сопротивления, имеющие несколько слоев и компенсационные обмотки	55	55	–	70	70	–	75	75	–	95	95	–	120	120	–
9	Изолированные обмотки, непрерывно замкнутые на себя	55	–		70	–	–	75	–	–	95	–	–	120	120	–
10	Неизолированные обмотки, непрерывно замкнутые на себя	Превышение температуры этих частей не должно достигать значений, которые создавали бы опасность повреждения изоляционных или других смежных материалов														
11	Стальные сердечники и другие части, не соприкасающиеся с обмотками															
12	Сердечники и другие стальные части, соприкасающиеся с обмотками	55	–	70	–	–	–	75	–	–	95	–	–	120	120	–
13	Коллекторы и контактные кольца, незащищенные и защищенные	55	–	60	–	–	–	75	–	–	85	–	–	95	95	–

Примечания: 1. Для обмоток машин переменного тока на номинальное напряжение выше 11000 В предельные допустимые превышения температуры должны быть снижены на 1,5 °С на каждые полные и неполные 1000 В сверх 11000 В при измерении термометром или на 1 °С при измерении температурным детектором.

2. Предельные допустимые превышения температуры обмоток, указанные в пп. 2 и 4 приложения, измеренные методом сопротивления для закрытых машин на напряжение не более 1500 В, допускается повышать на 5 °С.

3. Указанный класс изоляционного материала по п. 13 таблицы относится к изоляции коллектора или контактных колец, или же к изоляции присоединенных к ним обмоток, если класс изоляции последних ниже класса изоляции коллектора или контактных колец.

№ п/п	Части электрических машин	Класс изоляционного материала											
		А			Е		В		F		H		
		Методы измерения											
		Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу	Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу	Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу	Термометром	Методом сопротивления	Термодетекторами при укладке их между катушками в пазу
4. Основным методом измерения превышения температуры обмоток является метод сопротивления. Метод термометра допускается только в тех случаях, когда метод сопротивления по каким-либо причинам не может быть применен; предельные допустимые превышения температур для этих случаев указаны в таблице. 5. Если в дополнение к значениям, полученным по методу сопротивления, желательно иметь отсчет по термометру, то превышение температуры, измеренное в наиболее нагретой доступной точке, не должно превышать 60 °С для изоляции класса А, 75 °С — для изоляции класса Е, 85 °С — для изоляции класса В, 105 °С — для изоляции класса F и 130 °С — для изоляции класса H. 6. Допустимые превышения температуры коллекторов и контактных колец могут быть более значений, указанных в п. 13 таблицы, при соблюдении следующих условий: если превышение температуры изоляционных материалов коллектора и контактных колец и связанных с ними обмоток не более значений, указанных в пп. 4 и 7 таблицы для материалов соответствующих классов; если температура не достигает значений, опасных для паек соединений.													

Если температура охлаждающей среды ниже указанных значений, то превышения температуры могут быть соответственно увеличены, однако не более чем на 10 °С.

Если температура охлаждающей среды выше указанных значений, то превышение температуры должно быть соответственно снижено.

3. Превышение температуры трансформаторов, работающих при номинальных нагрузках при температуре окружающей среды +45 °С, должно быть не больше указанной в табл. 2.

Таблица 2

Части трансформатора	Метод измерения	Допустимые превышения температур, °С, для класса изоляции				
		А	Е	В	F	Н
Обмотки	Сопротивления	55	65	75	95	120
Сердечники и другие части термометра	Температуры	Превышение температуры должно быть не больше температур, допустимых для смежных материалов				

4. Допустимые превышения температуры разных частей выключателей по отношению к температуре окружающей среды +45 °С должны быть не больше указанных в [табл. 3](#).

Таблица 3

№ п/п	Части выключателя			Допустимые превышения температуры, °C	
1	Пружинные массивные контакты	Медные	При непрерывном режиме	35	
			При 8-часовом продолжительном, повторно- кратковременном и кратковременном режимах	55	
		Серебряные или со вставками из серебра			См. сноску 1
		Из других металлов или металлокерамических агломератов			В зависимости от рода металла или металлокерамического агломерата ¹
2	Щеточные контакты			25	
3	Шинные соединения	Не защищенные в месте контакта от окисления		45	
		Защищенные в месте контакта от окисления	Слоем полуды или кадмия	55	
			Слоем серебра	75	
		Паяные или сварные			75
4	Магниты, сердечники и подобные части			Как для изоляции, соприкасающейся с этими частями	
5	Ручные органы управления		Из металла	10	
			Из изоляционного материала	20	
6	Кожухи, экраны или части, не защищенные от случайного прикосновения			35	
7	Кожухи реостатов, огражденные от случайного прикосновения			200	
8	Реостаты, охлаждаемые воздухом при замерах на расстоянии 25 мм			175	
¹ Допускается превышение температуры до такого значения, чтобы нагретая часть не вызывала увеличения температуры смежных частей более допустимых для них температур.					

СТЕПЕНЬ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ

1. Степень неравномерности хода электрических агрегатов при применении приводных поршневых двигателей на один оборот не должна превышать значений, приведенных в таблице (см. также 2.4 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов).

Таблица

Число импульсов двигателя в секунду	Степень неравномерности хода двигателя с числом цилиндров	
	до 2	более 2
Менее 10	1/75	1/150
10 – 20	1/75	Число импульсов в секунду/1500
Более 20	1/75	1/75

2. Степень неравномерности хода на один оборот для всех нагрузок, включительно, с номинальной нагрузкой при нормальной частоте вращения определяется по формуле

$$S = (\omega_{\max} - \omega_{\min})/\omega_{\text{ср}}$$

где $\omega_{\max}$ – наибольшая;

$\omega_{\min}$ – наименьшая;

$\omega_{\text{ср}}$ – средняя частота вращения, соответственно.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕРКЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

1. Распределительные выключатели рекомендуется изготавливать таким образом, чтобы они, не находясь под электрической нагрузкой, выдерживали испытание на включение и отключение на число циклов, указанное в [табл. 1](#).

Таблица 1

Номинальный ток выключателя, А	Предусмотренные конструкцией регулировка и обслуживание		Регулировка и обслуживание, не предусмотренные конструкцией
	без регулировки и обслуживания	с регулировкой и обслуживанием ¹	
25 – 314	1000	20000	8000
315 – 1249	500	10000	4000
1250 – 2499	500	5000	–
Более 2500	По согласованию с Регистром		
¹ Изготовитель должен определить, для каких элементов требуется обслуживание и регулировка после осуществления числа циклов не менее указанного в графе 2, которые обеспечат механическую прочность, соответствующую числу циклов по графе 3.			

2. Маневровые выключатели рекомендуется изготавливать таким образом, чтобы их механическая прочность отвечала повторно-кратковременному режиму работы, и они выдерживали испытания на включение и отключение согласно [табл. 2](#).

Таблица 2

Класс работы	Число циклов в час	Механическая прочность, выраженная через полное число циклов, 10 ⁶
0	До 6	0,05
I	30	0,25
II	150	1,20
III	600	5,0
IV	1200	10,0

3. Механическая прочность предохранительных гнезд с ножевыми контактами должна быть такой, чтобы они выдерживали испытание на включение и выключение не менее 500 циклов (за один цикл принимается одно введение и одно извлечение из гнезда патрона предохранителя).

После 500-кратного введения и извлечения патрона предохранителя не должно наблюдаться заедания патрона, а падение напряжения на переходных контактах не должно превышать допустимого.

4. Рекомендуется, чтобы механическая прочность тормоза была такой, чтобы он выдерживал испытания не менее чем на 10⁶ включений. В результате испытаний не должны появляться механические и электрические повреждения, а также механический износ частей, делающие невозможной надежную работу тормоза.

5. Рекомендуется, чтобы рабочая устойчивость электромагнитного тормоза при сопряжении его с приводом, соответствующим данной величине тормоза, была менее 10⁵ включений.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕРКЕ КОММУТАЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ, НОРМАЛЬНОЙ И КРАТКОВРЕМЕННОЙ КОММУТАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ АППАРАТОВ

1. Рекомендуется, чтобы коммутационная прочность (под нагрузкой) контактов распределительных и маневровых выключателей, определенная для тока и напряжения, отвечающих нормальной коммутационной способности, была, по крайней мере, не менее механической прочности изделия с несменными коммутационными элементами, указанной соответственно в [табл. 1](#) и [2](#) приложения 4 или не менее 1/20 этой механической прочности для изделий со сменными коммутационными элементами. Испытания при этом должны проводиться для категорий работы AC₃, DC₃ и DG₄, указанных в [табл. 1](#) настоящего приложения.

Таблица 1

Рекомендуемая коммутационная способность маневровых выключателей

Род нагрузки		Нормальная						Кратковременная					
		Включение			Выключение			Включение			Выключение		
Переменный ток		I/I_n	U/U_n	$\cos \varphi^1$	I/I_n	U/U_n	$\cos \varphi^1$	I/I_n	U/U_n	$\cos \varphi^1$	I/I_n	U/U_n	$\cos \varphi^1$
AC ₁	Активная или малоиндуктивная нагрузка	1	1	0,95	1	1	0,95	—	—	—	—	—	—
AC ₂	Пуск электродвигателей с фазным ротором, торможение противовключением	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65	4	1,1	0,65	4	1,1	0,65
AC ₃	Пуск короткозамкнутых двигателей, отключение двигателя на ходу	6	1 ²	0,35	1	0,17	0,35	10 ³ 8 ⁴	1,1	0,35	8 ³ 6 ⁴	1,1	0,35
AC ₄	Пуск короткозамкнутых двигателей, импульсный ход, изменение направления вращения	6	1	0,35	6	1	0,35	12 ³ 10 ⁴	1,1	0,35	10 ³ 8 ⁴	1,1	0,35
DC ₁	Активная или малоиндуктивная нагрузка	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
DC ₂	Пуск электродвигателей параллельного возбуждения и их отключение на ходу	2,5	1	2	1	0,1	7,5	4	1,1	2,5	4	1,1	2,5
DC ₃	Пуск электродвигателей параллельного возбуждения, импульсный ход, изменение направления вращения	2,5	1	2	2,5	1	2	4	1,1	2,5	4	1,1	2,5
DC ₄	Пуск электродвигателей последовательного возбуждения и их отключение на ходу	2,5	1	7,5	1	0,3	10	4	1,1	15	4	1,1	15
DC ₅	Пуск электродвигателей последовательного возбуждения, импульсный ход, изменение направления вращения	2,5	1	7,5	2,5	1	7,5	4	1,1	15	4	1,1	15

I_n — номинальный рабочий ток;
 U_n — номинальное рабочее напряжение;
 I — включающий или выключающий ток;
 U — напряжение сети.

Род нагрузки	Нормальная						Кратковременная					
	Включение			Выключение			Включение			Выключение		
Переменный ток	I/I_n	U/U_n	$\cos \varphi^1$	I/I_n	U/U_n	$\cos \varphi^1$	I/I_n	U/U_n	$\cos \varphi^1$	I/I_n	U/U_n	$\cos \varphi^1$
¹ Допуск $\cos \varphi \pm 0,05$.												
² Допускается $U < U_n$.												
³ Для $I_n \leq 100$ А.												
⁴ Для $I_n > 100$ А.												
⁵ Допуск $a/R \pm 15$ %.												

2. Рекомендуется, чтобы коммутационная прочность вспомогательных контактов контакторов была не менее механической прочности их главных контактов. Коммутационная прочность вспомогательных контактов должна быть, по крайней мере, не менее 1/20 механической прочности главных контактов, если вспомогательные легко заменяемы.

3. Рекомендуется, чтобы коммутационная способность маневровых выключателей была не менее указанной в [табл. 1](#).

4. Рекомендуется, чтобы при испытаниях относительное время работы электрических контакторов и полное время для одного коммутационного цикла было не менее указанного в [табл. 2](#).

Таблица 2

Класс	Относительное время работы ПВ, %	Продолжительность подводного цикла, с	Продолжительность нагрузки, с
I	60	120	72
II	60	24	14,4
III	40	6	2,4
IV	40	3	1,2

5. Рекомендуется, чтобы при испытаниях кратковременной коммутационной способности маневровых выключателей число циклов было не менее указанного в [табл. 3](#).

Таблица 3

Выключатели	Категория работы	Управляющее напряжение	Число циклов	
			Включение	Выключение
Ручные маневровые	AC ₁ , AC ₂ , DC ₁ , DC ₂ , DC ₃ , DC ₄ , DC ₅	—	20	20
	AC ₃ , AC ₄	—	100	20
Электромагнитные контакторы	AC ₁ , AC ₂ , DC ₁ , DC ₂ , DC ₃ , DC ₄ , DC ₅	U_n	20	20
	AC ₃ , AC ₄	$0,85U_n$	50	—
		$1,1U_n$	50	
		U_n	—	20

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕРКЕ РАЗРЫВНОЙ СПОСОБНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

1. Рекомендуется, чтобы при испытаниях разрывная способность автоматических выключателей проверялась токами не менее указанных в [табл. 1](#).

Таблица 1

Номинальный непрерывный ток, А	Номинальная разрывная способность, кА			
	Переменный ток		Постоянный ток	
	500 В, 50 Гц	$\cos \varphi$	220 В	φ/R , м/с
63	5	0,5	4	10
100	8	0,5	6	10
160	10	0,4	8	10
250	15	0,3	15	15
400	25	0,25	25	15
630	30	0,25	30	15
1000	40	0,25	–	15
1600	50	0,25	–	15
2500	60	0,2	–	15
4000	80	0,2	–	15

2. Автоматический выключатель должен быть испытан на правильное выключение номинального разрывного тока при 110 % номинального коммутационного напряжения.

3. Если разрывная способность при подключении к клеммам подвижных и неподвижных контактов разная, в документации должна быть указана разрывная способность для обоих случаев.

4. У автоматических выключателей постоянного тока номинальная включающая способность должна быть равна номинальной разрывной способности тока короткого замыкания.

5. При испытаниях должно быть установлено, что номинальная включающая способность автоматического выключателя переменного тока, по крайней мере, равна произведению номинального разрывного тока, указанного в [табл. 1](#), на соответствующий коэффициент k , указанный в [табл. 2](#).

Таблица 2

Разрывной ток, кА	$\cos \varphi$	k
До 10	0,5	1,7
10 – 20	0,3	2,0
20 – 50	0,25	2,1
Более 50	0,2	2,2

6. Автоматический выключатель должен правильно включать и выключать испытательную цепь с параметрами, соответствующими номинальной разрывной способности, при следующем коммутационном цикле: О – t – ВО – t – ВО, где О – отключение; ВО – включение и отключение тока короткого замыкания, следующие непосредственно друг за другом; t – промежуток времени от 15 с до 3 мин.

7. При испытаниях автоматических выключателей в коммутационном цикле, указанном в [п. 6](#), должны быть получены следующие результаты:

.1 на контактах не должна образовываться устойчивая дуга и не должно быть переброса дуги между полюсами и заземленными частями автоматического выключателя или на части, находящиеся под другим напряжением;

.2 выброс дуги должен оставаться в пределах, предусмотренных защитой зоны, и не создавать угрозы обслуживающему персоналу;

.3 автоматический выключатель не должен получать повреждений и после замены вспомогательных контактов должен быть пригоден к работе в нормальных рабочих условиях;

.4 не должно быть оплавления токоведущих элементов и сваривания контактов, а автоматический выключатель должен отключаться при приложении номинального включающего усилия;

.5 температура, достигаемая контактами автоматического выключателя во время испытания на нагрев, проводимого после испытания на коммутационную способность, не должна вызывать повреждений смежной изоляции и нарушений упругости металлических элементов, действующих в качестве пружин;

.6 не должно быть повреждений расцепителя и реле, а временные характеристики тепловых расцепителей (реле), проверенные после испытания на ток короткого замыкания, должны оставаться в пределах допуска.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ИСКРЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Степень искрения	Характеристика степени искрения	Состояние коллектора и щеток
1	Искрения нет (темная коммутация)	Отсутствуют почернение на коллекторе и следы нагара на щетках
1,25	Слабое искрение под небольшой частью края щетки	То же
1,5	Слабое искрение под большей частью края щетки	Появление следов почернения на коллекторе, легко устраняемых протиранием его поверхности бензином, а также следов нагара на щетках
2	Искрение под всем краем щетки. Допускается только при кратковременных толчках нагрузки и перегрузки	Появление следов почернения на коллекторе, не устраняемых протиранием его поверхности бензином, а также следов нагара на щетках
3	Значительное искрение под всем краем щетки с наличием крупных и вылетающих искр. Допускается только для моментов прямого (без реостатных ступеней) включения или реверсирования машин, если при этом коллектор и щетки остаются в состоянии, пригодном для дальнейшей работы	Значительное почернение на коллекторе, не устраняемое протиранием его поверхности бензином, а также подгар и разрушение щеток
Примечание. Основным показателем оценки коммутации является состояние коллектора и щеток.		

Изоляционные расстояния для оборудования напряжением выше 7500 В определяются в соответствие с национальными или международными стандартами.

Таблица

Электрическое оборудование	Изоляционные расстояния	Изоляционные расстояния, мм, для напряжения, В																			
		до 60		61 – 250		251 – 500		501 – 750		751 – 1000		1001 – 1500		1501 – 2000		2001 – 3000		3001 – 5500		5501 – 7500	
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
Распределительные устройства, электрические машины, трансформаторы	Между неизолированными шинами и заземленными металлическими частями или между неизолированными шинами, относящимися к разным полюсам или фазам	6	8	8	14	14	20	30	–	30		40	–	50	–	60		90	–	105	–
	Между частями под напряжением, иными чем шинное соединение (не относится к коммутаторам)	3	5	5	7	8	10	10	14	14	20	20	28	28	36	36	50	55	80	75	105
Электрические аппараты: установочная арматура внутренней связи и сигнализации, приборы контроля и управления судном	Между неизолированными шинами и заземленными металлическими частями или между неизолированными шинами, относящимися к разным полюсам или фазам	6	8	8	14	14	20	30	–	30	–	40	–	50	–	60	–	90	90	–	105
	Между частями под напряжением (иными, чем шинные соединения)	–	–	–	–	–	–	10	14	14	20	20	28	28	36	36	50	50	75	75	105
Электронагревательные приборы, светильники, установочная арматура	Между частями под напряжением и заземленными металлическими частями	3	4	5	7	8	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание. а – расстояние по воздуху; б – расстояние по поверхности изоляционного материала. Расстояния в графе «б» относятся к материалам, устойчивым к токам утечки по поверхности.

СТЕПЕНИ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Степень защиты электрического оборудования обозначается буквами IP и двумя цифрами: первая обозначает степень защиты оборудования от попадания внутрь твердых посторонних тел ([см. табл. 1](#)), вторая означает степень защиты оборудования от проникновения воды ([см. табл. 2](#)).

Таблица 1

Первая цифра обозначения степени защиты	Характеристика защиты электрического оборудования от попадания твердых посторонних тел
0	Защита оборудования от попадания внутрь твердых посторонних тел отсутствует
1	Защита оборудования от попадания твердых посторонних тел диаметром 50 мм и более
2	Защита оборудования от попадания внутрь твердых посторонних тел диаметром 12,5 мм и более
3	Защита оборудования от попадания твердых посторонних тел диаметром 2,5 мм и более
4	Защита оборудования от попадания твердых посторонних тел диаметром 1 мм и более
5	Защита оборудования от вредного проникновения пыли.
	Проникновение пыли не предотвращается полностью, но она не может проникнуть в корпус в количестве, достаточном для повреждения оборудования или нарушения его удовлетворительной работы
6	Полная защита оборудования от проникновения пыли

Таблица 2

Вторая цифра обозначения степени защиты	Характеристика защиты электрического оборудования от попадания воды и других жидкостей
0	Защита отсутствует
1	Защита от вертикально падающих капель конденсата воды. Капли воды, падающие вертикально на корпус, не должны оказывать вредного воздействия на оборудование
2	Защита от капель воды. Падающие капли воды не должны оказывать вредного воздействия на оборудование, когда корпус наклонен под любым углом до 15° к вертикали ¹
3	Защита от дождя. Вода в виде дождя, падающая под углом, равным или меньшим 60° к вертикали, не должна оказывать вредного воздействия на оборудование
4	Защита от брызг. Вода, разбрызгиваемая из любого направления, не должна оказывать вредного воздействия на оборудование
5	Защита от струй воды. Струя воды, выпускаемая с помощью наконечника из любого направления при определенных условиях, не должна оказывать вредного воздействия на оборудование
6	Защита от условий, существующих на палубе судна (включая палубное водонепроницаемое оборудование). При воздействии морской волны вода не должна проникать в корпус при определенных условиях
7	Защита от погружения в воду. Вода не должна проникать в корпус при оговоренных давлении и времени

Защитное исполнение электрооборудования напряжением до 1000 В указано в [табл. 3](#).

Защитное исполнение электрооборудования напряжением до 1000 В

Исполнение по защите от попадания внутрь твердых посторонних тел	Степень защиты (первая цифра)	Исполнение по защите от проникновения воды								
		незащищенное	каплезащищенное	брызгозащищенное	водозащищенное	погружное				
		Степень защиты (вторая цифра)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Незащищенное	0	IP00	IP01	–	–	–	–	–	–	–
Защищенное от попадания посторонних тел	1	IP10	IP11	IP12	IP13	–	–	–	–	–
	2	IP20	IP21	IP22	IP23	–	–	–	–	–
	3	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34	–	–	–	–
	4	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44	–	–	–	–
	5	IP50	IP51	–	–	IP54	IP55	IP56	–	–
	6	IP60	–	–	–	–	IP65	IP66	IP67	IP68
Примечания : 1. Электрооборудование исполнения IP00 называется открытым.										
2. Электрооборудование исполнения IP60, IP65, IP66, IP67 и IP68 называется герметичным.										
3. В таблице указаны предпочтительные степени защиты, устанавливаемые стандартами.										
4. Если степень одного из видов защиты не играет роли, то вместо одной из цифр в обозначении ставится знак X.										

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЩУП

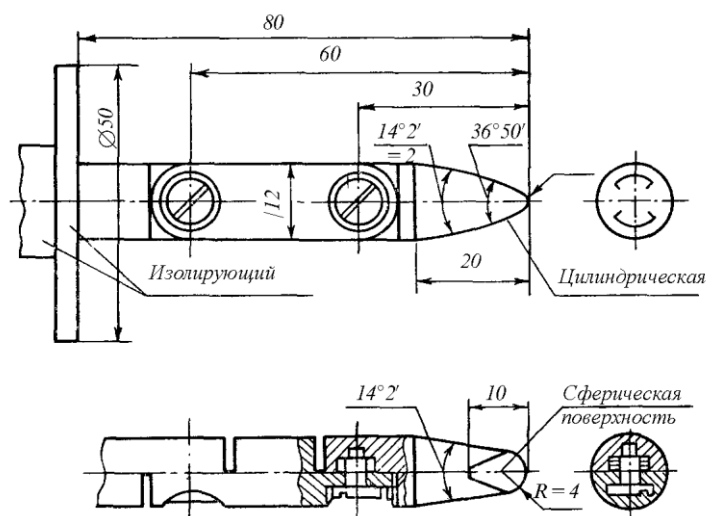
Допуски

На углы $\pm 5'$

На линейные размеры:

не более 25 $\pm 0,05$ мм

более 25 $\pm 0,2$ мм



ПРИЛОЖЕНИЕ 11

**ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИ МЕХАНИЧЕСКИХ И
КЛИМАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ**

Параметр	Допустимые отклонения
Частота вибрации:	
до 50	± 2 Гц
более 50.....	± 3 %
Амплитуда	± 20 %
Ускорение при вибрации	± 20 %
Ускорение при ударах.....	± 20 %
Температура.....	± 2 °C
Относительная влажность.....	± 3 %

ПРИЛОЖЕНИЕ 12 (СПРАВОЧНОЕ)

**КЛИМАТИЧЕСКОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ,
ДОПУСКАЕМЫХ К УСТАНОВКЕ НА МОРСКИХ СУДАХ**

Исполнение	Обозначения ¹	
Для судов, предназначенных для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренно холодным морским климатом ²	М	М
Для судов, предназначенных для эксплуатации только в макроклиматических районах с тропическим морским климатом ³	ТМ	МТ
Для судов неограниченного района плавания	ОМ	МУ
Для всех макроклиматических районов на суше и на море	В	В
¹ Обозначения: русскими буквами – принятые в России, латинскими – в некоторых странах Европы. ² К этим районам относятся моря и океаны, расположенные севернее 30° северной широты и южнее 30° южной широты. ³ К этим районам относятся моря и океаны, расположенные между 30° северной широты и 30° южной широты.		

**ПРИНЯТЫЕ В РОССИИ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ПО КЛИМАТИЧЕСКИМ
КАТЕГОРИЯМ РАЗМЕЩЕНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ ЭТИХ ИЗДЕЛИЙ НА СУДАХ
(ПРИВЕДЕНЫ ТОЛЬКО ПЕРВЫЕ, ОСНОВНЫЕ ЦИФРЫ ОБОЗНАЧЕНИЙ)**

Категория размещения	Места установки электрического оборудования
1	На открытых палубах
2	В помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется доступ наружного воздуха (например, в металлических помещениях надстроек и рубок без теплоизоляции, в помещениях под палубой переборок без теплоизоляции и не имеющих над собой других помещений); на открытых палубах, но в местах, недоступных прямому воздействию солнечной радиации, атмосферных осадков и обливанию или обрызгиванию морской водой; в оболочках изделий категории размещения 1
3	В помещениях с теплоизоляцией с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий или с длительными перерывами в регулировании, где колебания температуры и влажности воздуха, влияние ветра и атмосферных осадков существенно меньше, чем на открытом воздухе, отсутствуют роса и прямое воздействие солнечной радиации
4	В помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями (отопливаемых, вентилируемых), в том числе с полностью или частично кондиционированным воздухом
5	В помещениях с повышенной влажностью (особо сырых), в которых возможно длительное наличие воды или частая конденсация влаги на переборках и подволоках

ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ

1. Общие указания.

Испытанию на воспламеняемость подвергаются твердые изоляционные материалы, которые применяются в качестве держателей токоведущих частей или как покрытия электрических и электронных устройств.

Этот метод испытания нельзя применять для изоляционных оболочек и кожухов кабелей и проводников.

2. Образцы для испытания.

Размеры образцов: длина – 200 мм, ширина – 35 мм, толщина – $3 \pm 1,5$ мм.

Если испытание проводится на образцах с другими размерами, то способ испытания следует согласовать с Регистром.

Если образцы изготовлены из материала толщиной более 4,5 мм, испытание проводится с той стороны образца, где находится неповрежденная прессованная оболочка.

Перед испытанием образец следует нормализовать при относительной влажности воздуха 65 ± 3 % при температуре 20 ± 2 °C.

3. Испытательное устройство.

Испытательное устройство включает в себя петлю из нити накаливания и подвижный держатель образца, который оборудован шкалой для определения высоты пламени и перемещаемым грузом для регулировки давления сжатия.

Для изготовления петли следует применять нить накаливания из хромоникелевого и железохромоалюминиевого сплавов.

Конфигурация и размеры петли из нити накаливания должны соответствовать [рис. 1](#).

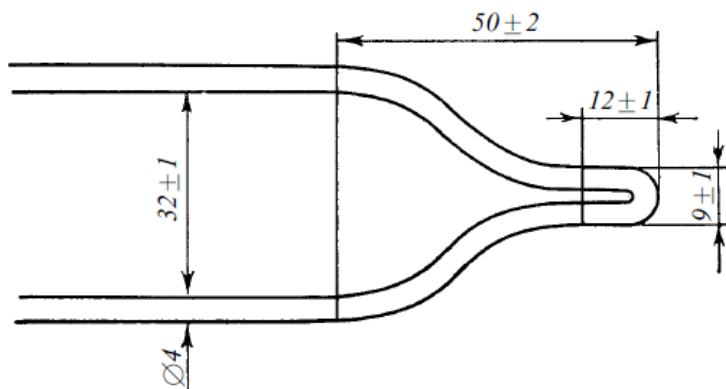


Рис. 1
Петля из нити накаливания

Подвижный держатель образца следует располагать таким образом, чтобы образец прижимался под прямым углом к петле из нити накаливания ([см. рис. 2](#) и [3](#)).

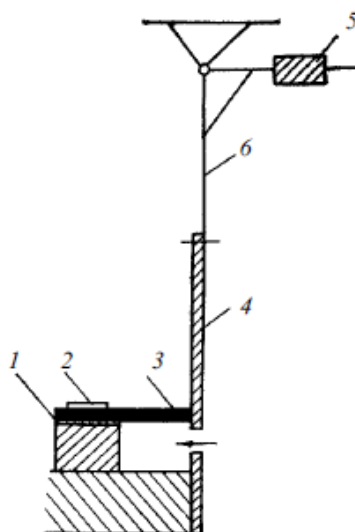


Рис. 2

Схема испытательного устройства:

- 1 – подводящий провод; 2 – держатель с зажимами;
3 – петля из нити накаливания;
4 – образец; 5 – масса; 6 – остов с держателем образца

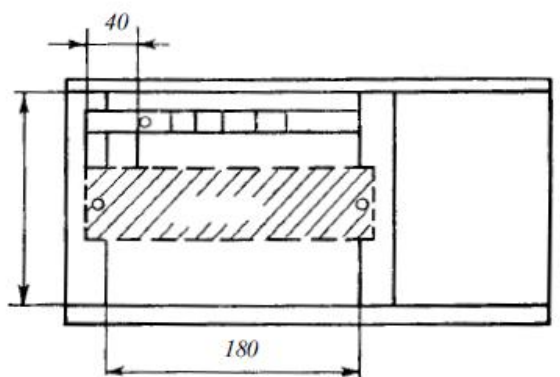


Рис. 3

Держатель образца со шкалой

4. Проведение испытания.

Петля из нити накаливания нагревается электрическим способом до температуры, соответствующей параметрам испытания. Эту температуру следует поддерживать при постоянной подаче мощности в течение не менее 120 с перед началом испытания.

Держатель с образцом прижимают в течение установленного времени к петле из нити накаливания с силой 1 Н. Если при этом изоляционный материал воспламеняется, по шкале определяется высота пламени и продолжительность догорания, отмечая при этом время удаления образца от петли до момента затухания пламени.

5. Условия испытания.

Параметры испытания изоляционных материалов приведены в таблице.

Таблица

Параметры	Группа испытания	
	I	II
Температура, °C	650	960

Параметры	Группа испытания	
	I	II
Время воздействия петли, с	60	30
Сила сжатия, Н	1	1

6. Оценка результатов испытания.

6.1 Изоляционные материалы, не воспламеняющиеся при воздействии нагрузкой, соответствующей группе испытания I, или воспламеняющиеся, но продолжительность сгорания которых составляет не больше 30 с независимо от высоты пламени, считаются трудновоспламеняющимися и пригодны для покрытий, однако для держателей токоведущих частей не пригодны.

6.2 Изоляционные материалы, не воспламеняющиеся при воздействии нагрузкой, соответствующей группе испытания II, или воспламеняющиеся, но высота пламени которых не превышает 3 см, а продолжительность сгорания 60 с и более, считаются трудновоспламеняющимися и пригодны для покрытий и для держателей токоведущих частей.

6.3 Испытания следует проводить на трех образцах.

Если один из образцов в соответствии с [6.1](#) или [6.2](#) нельзя отнести к трудновоспламеняющимся, следует испытать три новых образца.

Изоляционный материал можно считать трудновоспламеняющимся только в том случае, если при втором испытании все образцы в соответствии с [6.1](#) или [6.2](#) можно отнести к трудновоспламеняющимся.

Если больше чем один образец считается нетрудновоспламеняющимся в соответствии с [6.1](#) или [6.2](#), изоляционный материал считается нетрудновоспламеняющимся.

**ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ ПОСТУПЛЕНИЯ
ВОДЫ В ГРУЗОВЫЕ ТРЮМЫ НАВАЛОЧНЫХ СУДОВ И ОДНОТРЮМНЫХ
ГРУЗОВЫХ СУДОВ, НЕ ЯВЛЯЮЩИХСЯ НАВАЛОЧНЫМИ**

1. Защитное исполнение корпусов датчиков и других элементов, установленных в грузовых трюмах, балластных танках и сухих помещениях, должно удовлетворять требованиям IP68 в соответствии со стандартом МЭК IEC 60529.

2. Испытание корпусов датчиков/кабельных коробок давлением воды должно основываться на гидростатическом напоре. Высота столба воды для датчиков/кабельных коробок, которые предполагается устанавливать в трюмах, предназначенных для перевозки водяного балласта или в балластных танках, должна равняться глубине трюма или танка, а время выдержки должно составлять 20 дней. Высота столба воды для датчиков/кабельных коробок, предназначенных для установки в помещениях, которые считаются сухими, должна равняться высоте помещения, а время выдержки должно составлять 24 часа.

3. Если датчик/кабельная коробка установлены в помещении, примыкающем к грузовому трюму (например, нижняя трапецеидальная опора и т. п.), и это помещение считается затопленным при расчетах аварийной остойчивости, то датчик/кабельная коробка должны удовлетворять требованиям IP68 в отношении столба воды, равного глубине трюма, и времени выдержки 20 дней или 24 ч, в зависимости от того, предназначен ли трюм для использования в качестве балластного танка, как описано выше.

4. Работа датчика в сборе с фильтрующими устройствами должна проверяться в смеси груз/вода путем повторного десятикратного погружения без очистки каких-либо фильтрующих устройств.

5. Для испытания должна использоваться размешанная суспензия из морской воды и репрезентативных мелкозернистых материалов, концентрация которых в смеси составляет 50 % по весу.

6. Размер по высоте и объему испытательного резервуара для смеси груз/вода выбирается таким образом, чтобы обеспечивалось полное погружение датчика с фильтрующими устройствами для повторного десятикратного погружения, а также для возможности испытаний статическими и динамическими наклонами.

7. Погружаемые датчик и фильтрующие устройства, которыми он оборудован, располагаются в резервуаре таким же образом, как они должны монтироваться в соответствии с инструкциями по установке.

8. Давление в резервуаре для испытания датчика в сборе не должно превышать 0,2 бар в районе датчика и фильтрующего устройства. Давление может достигаться опрессовыванием или использованием резервуара достаточной высоты.

9. Смесь груз/вода закачивается в испытательный резервуар, при этом обеспечивается перемешивание смеси для поддержания твердых частиц в состоянии суспензии:

.1 закачивание смеси груз/вода в резервуар не должно влиять на работу датчика и фильтрующих устройств;

.2 смесь груз/вода закачивается в испытательный резервуар до заданного уровня таким образом, чтобы обеспечивалось погружение сигнализатора, и производится наблюдение за работой АПС;

.3 после заполнения испытательный резервуар опорожняется, производится наблюдение за отключением сигнала АПС;

.4 испытательный резервуар и датчик с фильтрующими устройствами должны высохнуть без физического вмешательства.

Если во время каждого из десяти последовательных испытаний сигнал АПС удовлетворительно включается и выключается, испытание пройдено успешно.

10. Смесь груз/вода, используемая для типовых испытаний, должна быть репрезентативной для набора грузов внутри следующих групп, и в ее состав должен входить груз с самыми мелкими частицами, которые можно обнаружить в типичном репрезентативном образце:

- .1** частицы железной руды и морская вода;
- .2** частицы угля и морская вода;
- .3** частицы зерна и морская вода;
- .4** частицы заполнителя (песок) и морская вода.

11. Должен быть установлен и зарегистрирован наименьший и наибольший размер частиц, а также плотность сухой смеси. Частицы должны быть равномерно распределены в объеме смеси. Все типы грузов, используемых в ходе испытаний с использованием репрезентативных частиц, как правило, подпадают под одну из четырех категорий, указанных выше.

12. Ниже приведены указания по выбору частиц для испытаний:

- .1** частицы железной руды должны состоять, в основном, из мелких сыпучих высевок железной руды, а не кусков руды (размер частиц пыли 3 мм, такие как пшеница);
- .4** частицы заполнителя должны состоять, в основном, из мелких сыпучих гранул песка, без кусков (размер частиц пыли $<0,1$ мм).

ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

1 РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ ВЭМ

1.1 Общие положения

1.1.1 Перед проведением расчетов моделирующих испытания ВЭМ на механические воздействия для всех узлов и элементов конструкции ВЭМ должны быть выполнены расчеты, подтверждающие прочность элементов конструкции при всех проектных нагрузках.

1.1.2 Для разработки компьютерной модели ВЭМ и выполнения расчетов используется конструкторская документация, в объеме, обеспечивающем возможность построения расчетной модели, отражающей основные динамические характеристики конструкции.

1.1.3 В перечень основных исходных данных необходимых для разработки компьютерной модели ВЭМ входят:

- масса элементов ВЭМ;
- положение центра масс ВЭМ и отдельных деталей;
- сборочный чертеж ВЭМ и чертежи основных элементов (ротора, подшипниковых узлов, станины со статором, элементов крепления, а также других элементов, которые необходимо учитывать в расчетной модели (например, навесного оборудования);
- типы подшипников и их динамические характеристики (коэффициенты жесткости и демпфирования), нагрузки на подшипники в рабочем состоянии;
- данные по механическим характеристикам материалов, из которых изготовлены элементы ВЭМ.

1.1.4 Имеющаяся информация по результатам испытаний конструкции ВЭМ или ее элементов (демпфирование, частоты отдельных элементов конструкции, жесткости отдельных элементов конструкции), может быть использована при верификации компьютерной модели ВЭМ или ее отдельных элементов.

1.1.5 Помимо перечисленных выше данных на стадии разработки расчетной модели ВЭМ для компьютерного моделирования механических испытаний рекомендуется проводить анализ следующих данных, полученных при выполнении проектных расчетов на эксплуатационные нагрузки:

- напряжений и деформаций в наиболее нагруженных зонах для различных сочетаний эксплуатационных нагрузок, определяющих зоны возможных повреждений, на которые необходимо обратить внимание при разработке расчетной модели;
- оценку запасов по усталости.

1.1.6 При разработке расчетной модели особое внимание должно уделяться моделированию следующих элементов конструкции ВЭМ:

- подшипниковым щитам, элементам статора, валу и т. д.;
- местам соединения узлов и деталей конструкции (сварные швы, болты и т. д.);
- узлам установки и крепления (подшипники).

1.1.7 Для определения напряженно-деформированного состояния конструкций применяют программы, основанные на методе конечных элементов, позволяющие решать задачи как в линейной, так и в нелинейной постановке. Эти программы должны иметь необходимую библиотеку конечных элементов и возможность автоматического разбиения конструкций на конечные элементы.

В соответствии с 3.9 части II «Техническая документация» Правил расчеты, выполняемые на ЭВМ должны производиться по программам, имеющим типовое одобрение Регистра.

1.1.8 Расчеты ВЭМ с амортизаторами при моделировании всех видов механических испытаний должны выполняться с учетом параметров системы виброизоляции, включая полную массу машинного агрегата.

1.1.9 Перечень исходных данных и параметры, по которым рекомендуется верифицировать расчетную модель, приведены в [Дополнении 1](#).

1.1.10 Правила рекомендуемые для разделения модели на подсистемы и выделения отдельных структур приведены в [Дополнении 2](#).

1.2 Рекомендации по моделированию элементов конструкции ВЭМ

1.2.1 Рекомендации по моделированию узла опирания ротора в расчетной модели в зависимости от конструкции подшипникового узла приведены в Дополнение 3.

1.2.2 Ротор ВЭМ, как правило, имеет две опоры, одна из которых неподвижная, а другая подвижная, обеспечивающая возможность расширения ротора при рабочих режимах.

Для опирания ротора в конструкциях ВЭМ могут использоваться подшипники качения или подшипники скольжения.

Жесткость подшипников ротора характеризуется величиной деформаций элементов подшипника под нагрузкой. Как правило, эти деформации очень малы и их не учитывают при выполнении инженерных расчетов. Однако в некоторых случаях, например, при возникновении резонанса, жесткость подшипника может являться важным фактором, определяющим уровень ответной реакции системы на заданное механическое воздействие.

1.2.3 Жесткости и характеристики демпфирования подшипников могут быть определены отдельным расчетом с использованием специализированных ПС либо на основе инженерных методик, описанных в справочной литературе.

В некоторых случаях изготовитель имеет возможность представить характеристики подшипников, полученные экспериментально.

1.2.4 При выполнении расчетов на вибро- и ударопрочность жесткость подшипников определяется для отключенного состояния ВЭМ, когда учитывается только конструктивная жесткость элементов подшипника.

Инженерная методика расчета жесткости подшипников качения приведена в [Дополнении 4](#).

1.2.5 При построении динамических моделей ВЭМ собственные частоты ротора зависят от жесткости подшипникового узла (K_s), которая определяется соотношением жесткостей самого подшипника (K_p) и элементов конструкции опоры подшипника (K_o), включая элементы конструкций станины, к которым крепится ПЩ. На [рис. 1.2-5](#) приведен график, зависимости жесткости подшипникового узла от соотношения K_p/K_o . Из графика видно, что при $K_p/K_o > 10$ практически $K_s = K_o$.

Таким образом, при выполнении инженерных расчетов, в случае $K_p/K_o > 10$, жесткость подшипника допускается не учитывать.

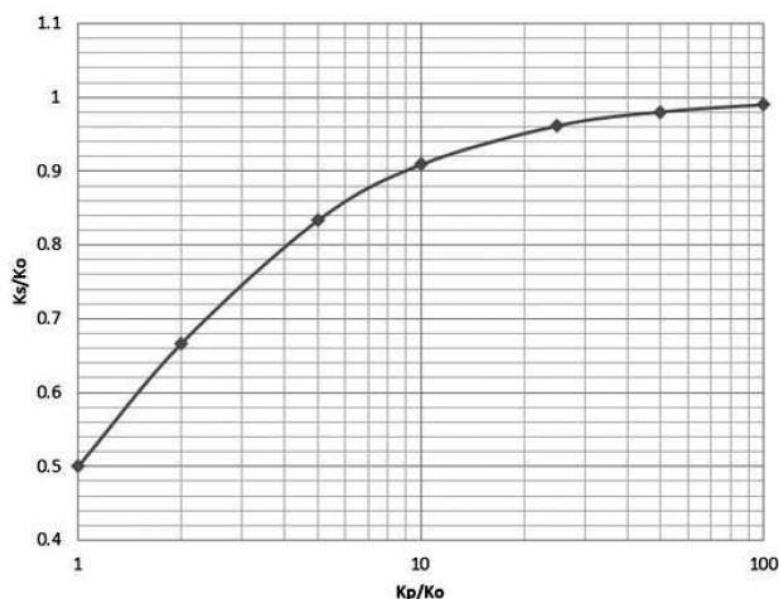


Рис. 1.2.5

Соотношение жесткостей подшипника и опоры подшипника

1.3 Рекомендации по заданию демпфирования в конструкциях ВЭМ

1.3.1 Демпфирование в конструкции ВЭМ задается в соответствии с рекомендациями ГОСТ 17516.1-90 и ГОСТ 30546.1-98.

1.3.2 Значения постоянных демпфирования для конструкций (сварных или на болтах) в зависимости от уровня напряжений в элементах при динамических воздействиях приведены в [табл. 1.3.2](#).

Таблица 1.3.2

Постоянная демпфирования в конструкции

Тип конструкции	Уровень напряжений, доля от предела текучести		
	$0,25\sigma_T$	$0,5\sigma_T$	$1,0\sigma_T$
Сварные стальные конструкции	0,01	0,02	0,04
Болтовые стальные конструкции	0,01	0,04	0,07
Сборочные узлы	0,01	0,02	0,07
Шкафы, панели	0,01	0,02	0,05

1.3.3 Для отдельных элементов конструкции ВЭМ (подшипников качения, резьбовых элементов, стыков), которые могут быть включены в расчетную модель ВЭМ при компьютерном моделировании, значения постоянных демпфирования, приведены в [Дополнении 4](#).

1.3.4 При динамическом анализе конструкций наиболее часто используется релейское демпфирование, для которого матрица диссипации имеет вид

$$[C] = \alpha[M] + \beta[K], \quad (1.3.4)$$

где $[M]$ и $[K]$ – соответственно матрицы масс и жесткостей системы;
 α и β – коэффициенты, которые позволяют задать затухание в системе для заданного диапазона частот.

Рекомендуемые значения коэффициентов α и β для различных поддиапазонов частот и задаваемого при компьютерном моделировании уровня демпфирования в расчетной модели ВЭМ приведены в [дополнении 5](#).

1.3.5 В тех случаях, когда значения постоянных демпфирования могут быть заданы на основании экспериментальных данных, при компьютерном моделировании механических испытаний рекомендуется задавать параметры демпфирования, основанные на эксперименте.

2. РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

2.1 Общие положения

2.1.1 При компьютерном моделировании механических испытаний ВЭМ рассматривают следующие типы испытаний:

- .1 по обнаружению резонансных частот;
- .2 на вибропрочность;
- .3 на виброустойчивость;
- .4 на ударопрочность;
- .5 на удароустойчивость.

2.1.2 При выполнении расчетов должны учитываться следующие группы нагрузок на элементы ВЭМ:

- .1 группа А – постоянно действующие статические нагрузки от сил тяжести брутто конструкции и установленного на ней оборудования и элементов;
- .2 группа Б – эксплуатационные нагрузки, которые должны учитываться при механических испытаниях ВЭМ в соответствии с требованиями Правил ([см. 2.1.3](#));
- .3 группа В – вибрационные, задаваемые в соответствии с требованиями Правил РС при испытаниях на вибропрочность (B_1) и виброустойкость (B_2) с учетом результатов расчетов по обнаружению резонансных частот;
- .4 группа Д – динамические (ударные), задаваемые в соответствии с требованиями Правил при испытаниях на ударопрочность (D_1) и удароустойчивость (D_2) с учетом значения первой резонансной частоты.

2.1.3 При выполнении расчетов рабочее состояние ВЭМ определяется нагрузками, действующими элементы конструкции при работе. Для ВЭМ при компьютерном моделировании механических испытаний в этот перечень входят следующие нагрузки:

- .1 номинальный момент на валу;
- .2 нагрузки на вал от присоединяемого оборудования;
- .3 сила одностороннего магнитного притяжения;
- .4 сила от неуравновешенности ротора.

2.1.4 Вибрационные и ударные нагрузки прикладываются в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлений.

2.1.5 Объем расчетов в каждом конкретном случае определяется индивидуально в зависимости от динамических характеристик конструкции ВЭМ с учетом требований и рекомендаций Правил.

2.1.6 Объем вариантных динамических расчетов и сочетания нагрузок представлены в [табл. 2.1.6](#)

Таблица 2.1.6

Сочетание групп нагрузок при моделировании механических испытаний ВЭМ

Пункт Правил, испытания	Параметры нагрузки	Сочетание групп нагрузок	Режим испытаний
10.5.3.2 , Вибропрочность	Таблица 2.3.1	A + B1	Во всех поддиапазонах, в которых обнаружен резонанс, или на 30 Гц при отсутствии резонанса
10.5.3.2 , Виброустойчивость	Таблица 2.4.2	A + Б + B2	На каждой резонансной частоте или на 30 Гц при отсутствии резонанса, в течении 2 часов
10.5.3.3 , Ударопрочность	Таблица 2.5.1	A + Д1	Не менее 1000 ударов Частота 80 уд/мин
10.5.3.3 , Ударопрочность	Таблица 2.5.1	A + Б + Д2	Не менее 20 ударов Частота 80 уд/мин

2.1.7 При использовании линейной модели ВЭМ расчет на вибрационные механические нагрузки выполняется с помощью гармонического анализа.

2.1.8 Расчет в нелинейной постановке, когда в модели учитываются нелинейные характеристики элементов конструкции (подшипники, амортизаторы, демпферы и т.д.), расчет проводится с использованием записи зависимости амплитуды воздействия от времени.

2.2 Определение собственных частот конструкции ВЭМ

2.2.1 Обязательным этапом является расчет собственных частот конструкции для определения резонансных частот.

2.2.2 Расчет собственных частот конструкции ВЭМ проводится в диапазоне частот от 2 до 100 Гц. Для решения этой задачи в программных комплексах одобренных РС для определения НДС конструкций должна быть реализована возможность проведения модального анализа – анализа собственных частот и форм колебаний конструкций.

2.2.3 Расчеты по обнаружению резонансных частот ВЭМ устанавливаемых на амортизаторы выполняются в два этапа:

Этап 1 – обнаружение резонансных частот ВЭМ при жестком креплении;

Этап 2 – обнаружение резонансных частот машинного агрегата, в состав которого входит ВЭМ, установленного на амортизаторы ВЭМ.

2.2.4 Резонансные частоты должны быть зафиксированы как для ВЭМ в целом, так и для отдельных узлов или деталей для их учета при последующих расчетах на механические воздействия.

Наличие резонанса предполагается во всех случаях, когда собственная частота конструкции или элемента находится в указанном диапазоне частот от 2 до 100 Гц. При этом, если не выполняется условие [10.5.2.11](#) Правил, данная собственная частота не рассматривается как резонансной;

2.2.5 Объем дальнейших расчетов по компьютерному моделированию испытаний ВЭМ на механические воздействия определяется на основании результатов расчетов собственных частот конструкции ВЭМ.

2.3 Параметры расчетного воздействия на вибропрочность

2.3.1 Характеристики вибрационных воздействий (амплитуды перемещений и ускорений), которые задаются при моделировании испытаний на вибропрочность, приведены в [табл. 2.3.1](#), где A – амплитуда вибрационного воздействия в поддиапазоне, f_1 и f_2 – частоты начала и конца поддиапазона, соответственно.

2.3.2 В соответствии с требованиями 10.5.3.3 Правил при испытаниях на вибропрочность должны соблюдаться следующие условия:

- .1 амплитуда должна поддерживаться постоянной;
- .2 плавное изменение частоты в пределах поддиапазона должно производиться в течение не менее 1 мин;

Учитывая эти требования, амплитуда вибрационного воздействия в каждом поддиапазоне может быть задана с использованием следующей зависимости

$$A(t) = A \sin \left\{ \frac{2\pi f_1 [K_f(t)-1]}{\ln f_2/f_1} \right\} \quad (2.3.2-1)$$

где $T_r = 60$ с – время плавного изменения частоты в поддиапазоне;

$K_f(t)$ – коэффициент, характеризующий скорость изменения частоты в поддиапазоне,

$$K_f(t) = (f_2/f_1)^{t/T_r} \quad (2.3.2-2)$$

Таблица 2.3.1

Параметры испытаний на вибропрочность

Поддиапазон частот, Гц		Параметры			
f_1	f_2	Амплитуда, мм	Ускорения, g		Длительность, ч
		A			
2	8	1,4	0,02	0,36	450
8	16	0,7	0,18	0,72	220
16	31,5 ¹⁾	0,35	0,36	1,4	110
31,5	63	0,2	0,8	3,2	55
63	80	0,12	1,8	3,1	25

¹⁾ см.10.5.3.3 – при отсутствии резонанса испытания на частоте 30 Гц.

2.4 Параметры расчетного воздействия на виброустойчивость

2.4.1 В соответствии с требованиями [10.5.3.4.4](#) Правил при испытаниях на виброустойчивость должны соблюдаться следующие условия:

.1 испытания проводятся путем плавного изменения частоты при постоянной амплитуде в пределах каждого поддиапазона;

.2 продолжительность плавного изменения частоты в пределах каждого поддиапазона должна быть не менее 2 мин.

Эти условия при выполнении компьютерного моделирования механических испытаний могут быть проанализированы на основании результатов расчета на вибропрочность с учетом соотношения амплитуд воздействия.

Проверка на виброустойчивость проводится только по условиям табл. 10.5.3.4.3 Правил, когда на каждой резонансной частоте (если имеется) при длительности воздействия 2 ч.

2.4.2 Характеристики вибрационных воздействий (амплитуды перемещений и ускорений), которые задаются при моделировании испытаний на виброустойчивость, приведены в [табл. 2.4.2](#), где A, f_1 и f_2 (см. [табл. 2.4.2](#)) f_r – резонансная частота, в Гц.

Таблица 2.4.2

Параметры испытаний на виброустойчивость

Поддиапазон частот, Гц		Параметры			
f_1	f_2	Амплитуда, мм	Ускорения, g	Время, час	Число циклов
		A			
2	8	1,0	$A(2\pi f_r)^2$	2	$7200f_r$
8	16	0,5			где f_r – резонансная частота, Гц
16	31,5	0,25			
31,5	63	0,15			
63	80	0,1			
$f = 30$ Гц, если нет резонанса		0,25	0,905	2	$2,16 \times 10^5$

2.5 Параметры расчетных ударных нагрузок

2.5.1 Характеристики ударных воздействий (длительность импульса, число ударов и ускорение), которые задаются при моделировании испытаний на ударопрочность и удароустойчивость, приведены в [табл. 2.5.1](#).

Длительность действия ударного импульса задается в соответствии с низшей собственной частотой изделия (ВЭМ).

Таблица 2.5.1

Параметры испытаний на ударные нагрузки

Значение низшей резонансной частоты, Гц	Длительность ударного импульса, мс	Испытания	
		Ударопрочность	Удароустойчивость
До 60	18	334 удара в каждом направлении	7 ударов в каждом направлении
60 – 100	11	Интенсивность 7 g	Интенсивность 5 g
100 – 200	6		
200 – 500	3		

2.5.2 Интенсивность ударного импульса с учетом значения низшей резонансной частоты может быть задана с использованием следующей зависимости

$$Ia(t) = I \sin\left(\pi \frac{t}{\tau}\right), \quad (2.5.2)$$

где τ – длительность ударного импульса, с.

Графики ударных импульсов для моделирования испытаний на ударопрочность с учетом значения низшей резонансной частоты приведены на [рис. 2.5.2](#).

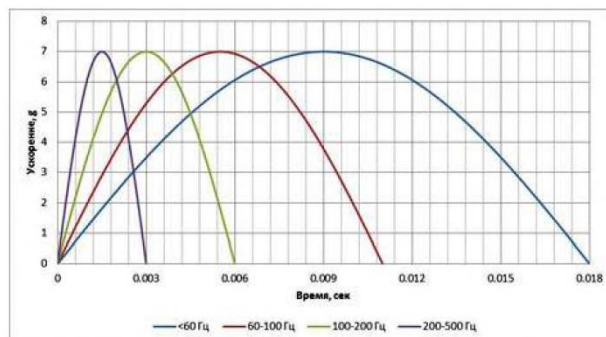


Рис. 2.5.2

Ударные импульсы при испытаниях на ударопрочность

Для расчета на удароустойчивость ударная нагрузка масштабируется для приведения к максимальному ускорению 5 g.

3. ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ВЭМ

3.1 Общие требования к расчетам

3.1.1 Конструкция ВЭМ должна обеспечивать необходимую несущую способность всех элементов, предназначенных для восприятия нагрузок, моделирующих механические воздействия, на которые необходимо испытать ВЭМ в соответствии с требованиями Правил.

3.1.2 Несущую способность элементов конструкции оценивают по допускаемым значениям:

перемещений;
напряжений;
коэффициентов запаса сопротивления усталости;
коэффициентов запаса по накопленной повреждаемости;
коэффициентов запаса по долговечности.

3.1.3 При компьютерном моделировании механических испытаний с учетом требований Правил работу конструкции ВЭМ рассматривают в условиях многоциклового усталостного нагружения.

3.1.4 Для оценки усталостной прочности элементов конструкции ВЭМ при моделировании механических испытаний необходимо учитывать характерные особенности конструкции ВЭМ, технологии изготовления и условия эксплуатации.

3.1.5 При выполнении расчетов используют лицензионные и аттестованные в установленном порядке программные комплексы, позволяющие путем компьютерного моделирования определить значения основных динамических характеристик ВЭМ с одновременным расчетом ускорений и перемещений произвольных точек любого элемента модели конструкции, коэффициентов динамичности, нагрузок на подшипники, коэффициентов безопасности.

В соответствии с 3.9 части II «Техническая документация» расчеты, выполняемые на ЭВМ должны производиться по программам, имеющим типовое одобрение Регистра.

3.1.6 При моделировании механических испытаний ВЭМ элементы конструкции (статор, ротор навесные конструкции), а также несущие конструкции рабочих органов должны быть рассчитаны на прочность под действием сочетаний нагрузок, указанных в [табл. 2.1.6](#).

3.1.7 Для элементов конструкции ВЭМ (статора, подшипниковых щитов, несущих конструкций рабочих органов, элементов крепления) оценивают НДС в заданных режимах испытаний.

3.1.8 Оценку сопротивления усталости проводят при значениях напряжений, изменяющихся по симметричному циклу или приводящихся к нему, следующими способами:

.1 по коэффициенту запаса по напряжениям n_σ по отношению к пределу выносливости детали, если число циклов нагружения элемента конструкции N в процессе моделирования испытаний равно или выше базового числа $N_G = 2 \times 10^6$, соответствующего перелому кривой усталости;

.2 по коэффициенту запаса по долговечности n_d по отношению к ограниченному пределу выносливости детали, если при моделировании механических испытаний число циклов нагружения меньше базового числа N_G ;

.3 по накопленной повреждаемости a при ограниченной (заданной) долговечности.

3.1.9 Значения пределов выносливости получают по результатам испытаний на усталость натурных деталей или определяют по пределам выносливости соответствующих материалов σ_{-1} , с учетом концентрации напряжений в детали.

В [дополнении 6](#) приведены рекомендации по определению механических характеристик некоторых материалов, используемых в конструкциях ВЭМ.

3.1.10 При оценке усталостной прочности рассматриваются два характерных случая изменения напряжений:

.1 случай регулярного циклического нагружения, при котором амплитуду переменных во времени напряжений можно принять постоянной ($\sigma_a = \text{const}$), который делят на расчет в области большой и ограниченной долговечности;

.2 случай нерегулярного (нестационарного) циклического нагружения возникает в деталях машин, при воздействии нагрузок с переменными параметрами.

3.1.11 Расчеты в области большой долговечности – при напряжениях ниже физического предела выносливости – ведется только с использованием коэффициента

запаса по напряжениям, поскольку число циклов до разрушения в этом случае не может быть вычислено.

Расчет в области большой долговечности может быть использован при оценке усталостной прочности элементов ВЭМ в следующих случаях:

- .1 для предварительной (консервативной) оценки усталостной прочности элементов конструкции;
- .2 при расчете на вибропрочность, если нет резонанса;
- .3 при расчете на виброустойчивость.

3.1.12 При расчете в области ограниченной долговечности, как правило, определяют только коэффициент запаса по долговечности, поскольку нормирование запасов по нагрузке (напряжениям) бывает недостаточно полным.

3.1.13 При наличии резонанса, когда напряжения в элементах конструкции ВЭМ превышают значение предела выносливости, оценка виброустойчивости сводится к расчету на действие регулярного циклического нагружения на резонансной частоте при относительно небольшом количестве циклов нагружения ([табл. 2.4.2](#)).

3.1.14 Ударные нагрузки, на которые должны быть рассчитаны ВЭМ при моделировании механических испытаний, характеризуются большой интенсивностью и еще меньшим по сравнению с расчетом на виброустойчивость количеством циклов нагружения ([табл. 2.5.1](#)). Необходимо отметить, что колебания при ударных нагрузках носят затухающий характер на частоте собственных колебаний.

3.1.15 Учитывая вышеизложенное, оценка элементов конструкций ВЭМ в области ограниченной долговечности применяется в следующих случаях:

- .1 при расчете на виброустойчивость, если имеется резонанс;
- .2 при расчете на ударные нагрузки.

3.1.16 Ответственность за выбор того или иного метода оценки несущей способности элементов ВЭМ при компьютерном моделировании механических воздействий расчетами несет организация, выполняющая расчет.

3.2 Оценка прочности элементов конструкции ВЭМ

3.2.1 Коэффициент запаса по напряжениям n_σ вычисляют по формуле

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{K\sigma_a + \psi\sigma_m} \geq 1,5, \quad (3.2.1)$$

где σ_{-1} – предел выносливости стандартного образца при симметричном цикле нагружения;

σ_a – амплитуда напряжений цикла;

ψ – коэффициент, характеризующий чувствительность металла к симметрии цикла;

σ_m – среднее напряжение цикла.

3.2.2 Для учета факторов влияния размеров конструкции (масштабный эффект), величины градиентов напряжений в окрестности опасной точки (концентрация напряжений), наличия и величины остаточных напряжений в окрестности опасной точки, качества обработки поверхности в области опасной точки, среды, в которой работает элемент конструкции, при оценке уровня усталостной поврежденности конструкции вводят коэффициенты пересчета предела усталости K .

3.2.3 В инженерной практике коэффициент K определяется по следующим зависимостям при растяжении-сжатии или изгибе –

$$K = \frac{K_\sigma/K_{d\sigma} + 1/K_{F\sigma} - 1}{K_v} \quad (3.2.3-1)$$

при кручении –

$$K = \frac{K_\tau/K_{d\tau} + 1/K_{F\tau} - 1}{K_v} \quad (3.2.3-2)$$

где $K_{\sigma(\tau)}$ – эффективный коэффициент концентрации напряжений (отношение предела усталости гладкого образца к пределу усталости образца с концентратором напряжений), определяется по формуле

$$K_{\sigma(\tau)} = 1 + q(\alpha_{\sigma(\tau)} - 1), \quad (3.2.3-3)$$

где $\alpha_{\sigma(\tau)}$ – теоретический коэффициент концентрации напряжений, определяемый из справочных данных;

q – коэффициент чувствительности материала к концентрации напряжений;

$K_{d\sigma}, K_{d\tau}$ – коэффициент, учитывающий, влияния абсолютных размеров поперечного сечения или масштабный фактор (отношение предела усталости образца заданного диаметра к пределу усталости образца со стандартным диаметром) определяется на основе номограмм;

$K_{F\sigma}, K_{F\tau}$ – коэффициент влияния качества обработки поверхности (отношение предела усталости образца с рассматриваемым качеством обработки поверхности к пределу усталости образца, на основании которого была получена кривая усталости) определяется на основе номограмм;

K_v – коэффициент влияния поверхностного упрочнения (отношение предела усталости образца с рассматриваемой обработкой поверхности к пределу усталости не упрочненного образца) определяется на основе справочных данных.

3.2.4 Рекомендации по определению коэффициентов концентрации напряжений для различных деталей приводятся в справочной литературе (например, ГОСТ 25.504-82 Расчеты и испытания на прочность, Методы расчета характеристик сопротивления усталости).

Коэффициент q может быть принят:

.1 для малоуглеродистых сталей типа Ст3 $q = 0,7$;

.2 для низколегированных сталей $q = 1$.

3.2.6 При оценке прочности узлов по максимальным амплитудам напряжений цикла (т. е. в зоне концентрации напряжений) $K_{\sigma(\tau)}$ принимают равным 1.

В случае, когда в КЭ модели моделируется концентратор напряжений, $\alpha_{\sigma(\tau)}$ может быть определен непосредственно из результатов численного анализа, при этом допускается принимать $K_{\sigma(\tau)} = 1$, а в качестве σ_a , σ_m брать пиковые значения напряжений в КЭ модели.

За среднее напряжение цикла σ_m при расчетах на вибро и ударопрочность принимают напряжения от нагрузок группы А, а при расчетах на вибро и удароустойчивость сочетание нагрузок групп А и Б.

3.2.7 Коэффициент, учитывающий влияние абсолютных размеров детали K_d , задается:

.1 для образцов диаметром 10 мм $K_d = 1.0$;

.2 при размерах детали до 100 мм $K_d = 0.76 - 0.60$;

.3 при расчетах крупногабаритных деталей, размеры которых превышают 100 мм, рекомендуется применять эмпирическую зависимость

$$K_d = K_{\infty} + (1 - K_{\infty})e^{-\lambda d}, \quad (3.2.7)$$

где $K_{\infty} = 0.4$ – для литых деталей;

$K_{\infty} = 0.5$ – для деталей, полученных деформированием;

$\lambda = 0,01 \dots 0,03$ 1/мм;

d – характерный размер детали в мм.

3.2.8 Коэффициент, учитывающий состояние поверхности стальных деталей, K_F может быть определен по зависимостям:
при изгибе

$$K_{F\sigma} = \begin{cases} 1 - 0,22 \lg R_z (\lg 0,05 \sigma_B - 1) & \text{при } R_z > 1 \text{ мкм} \\ 1 & \text{при } R_z \leq 1 \text{ мкм} \end{cases} \quad (3.2.8-1)$$

при кручении

$$K_{F\tau} = 0,675 K_{F\sigma} + 0,425, \quad (3.2.8-2)$$

где R_z — показатель шероховатости, мкм.

3.2.9 Коэффициент, характеризующий чувствительность металла к асимметрии цикла ψ , вычисляют по формуле

$$\psi_\sigma = \frac{2\sigma_{-1} - \sigma}{\sigma_0} \quad (3.2.9)$$

где σ_0 — предел выносливости при отнулевом цикле.

При расчетах на сопротивление усталости деталей из малоуглеродистой конструкционной и литой стали (в том числе и сварных) ψ_σ следует принимать:

для растянутых волокон ($\sigma_m > 0$) равным 0.3;

для сжатых ($\sigma_m < 0$) равным 0.

Дополнительные рекомендации по определению ψ приведены в [дополнении 6](#).

3.2.10 Коэффициент влияния поверхностного упрочнения K_v при расчетах ВЭМ учитывается только при оценке прочности роторов.

Значения коэффициентов могут определяются по данным приведенным в Стандарте Р 50-83-88 «Расчеты и испытания на прочность. Расчеты на прочность валов и осей».

3.2.11 Значение коэффициента запас по напряжениям при совместном действии нормальных и касательных напряжений ($n_{\sigma\tau}$) получаем через коэффициенты запаса (n_σ и n_τ) в следующем виде

$$n_{\sigma\tau} = \frac{n_\sigma n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \geq 1,5 \quad (3.2.11)$$

3.2.12 Для сварных швов при оценке запаса прочности должно выполняться условие

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1w} - \psi_\tau \tau_{mw}}{K_\tau \tau_a} > 2,5 \quad (3.2.12)$$

где $\tau_{-1w} = 0,65 \sigma_{-1}$ — предел выносливости сварного шва;

$\psi_\tau = 0,3$ — коэффициент, характеризующий чувствительность материала к асимметрии цикла;

τ_{mw} — среднее напряжение в сварном шве;

τ_a — амплитуда переменных напряжений в сварном шве;

K_τ — коэффициент концентрации напряжений (значения для типовых сварных соединений приведены в [дополнении 7](#)). В случае, когда в КЭ модели моделируется концентратор напряжений, допускается $K_\tau = 1$.

3.2.13 При нестационарном режиме нагружения усталостную прочность проверяют на основе гипотезы линейного суммирования повреждений с учетом количества циклов нагружения для каждого режима испытаний.

Расчет накопленной повреждаемости не проводится, если для всех режимов испытаний выполняется условие ([см. 3.2.12](#)).

3.3 Оценка долговечности и накопленной повреждаемости деталей ВЭМ

3.3.1 При расчете в области ограниченной долговечности коэффициента запаса по долговечности n_d , определяемого по зависимости

$$n_d = \frac{N_{np}}{N_p} \geq 1,5 \quad (3.3.1)$$

где N_{np} – количество циклов наработки до момента образования трещин, определяемое по зависимости

$$N_{np} = N_G \left(\frac{\sigma_{-1}}{K\sigma_a + \psi\sigma_m} \right)^m = N_G n_\sigma^m, \quad (3.3.1-1)$$

где m – постоянная, зависящая от свойств материала;

N_p – число циклов нагружения, которые деталь наработает в процессе испытаний (при расчете на ударные нагрузки, определяемое на основании расчета).

3.3.2 Для оценки долговечности рекомендуется использовать линейную гипотезу суммирования усталостных повреждений. В общем случае, если каждый i -й цикл в рассматриваемом процессе нагружения конструкции повторяется n_i раз, при описании повреждения, накопленного в конструкции, используется правило линейного суммирования повреждений (Пальмгрена-Минера). Согласно данному правилу повреждение, накопленное в опасной точке, определяется по формуле

$$a = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{N_i} \quad (3.3.2)$$

где k – число различных амплитуд напряжений в процессе нагружения;

n_i – число повторений амплитуды σ_a в процессе нагружения,

N_i – число циклов до разрушения при амплитуде напряжения σ_a , определяемое по кривой усталости для рассматриваемой детали.

3.3.3 Для вибрационного воздействия в пределах рассматриваемых поддиапазонов частот амплитуда перемещений и напряжений носит нерегулярный циклический характер, как показано на [рис. 3.3.3](#).

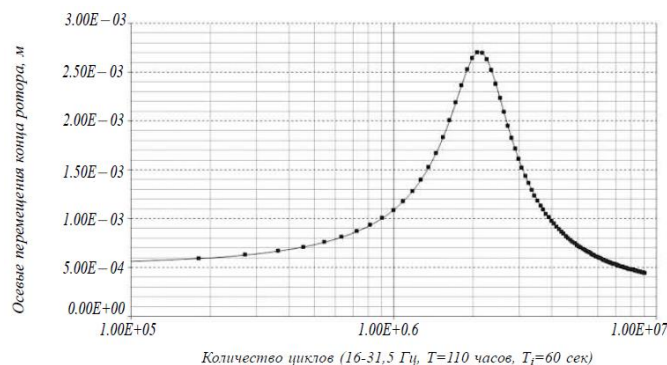


Рис. 3.3.3

Изменение амплитуды колебаний при резонансе (непрерывное нагружение)

При таком характере изменения напряжений в элементе конструкции для оценки накопленной повреждаемости могут быть использованы следующие данные:

.1 зависимость между числом циклов до разрушения N и амплитудой напряжений σ (кривая $\sigma - N$) в виде функции $N^* = N(\sigma)$;

.2 зависимость напряжения от частоты вынужденных колебаний f системы в виде $\sigma = \sigma(f)$.

Тогда, в предположении линейного суммирования повреждений, можно определить полную поврежденность в интересующей точке при прохождении системой резонанса колебаний для изменяющейся во времени частоты внешнего возбуждения.

Зависимость частоты f от времени t определяется по формуле (2.3.2-2).

Для степенной зависимости (5.1.1) получаем:

$$a = \int_{f_1}^{f_2} \frac{T}{N^*[\sigma(f)] \ln(f_2/f_1)} df, \quad (3.3.3)$$

где T – длительность испытаний в поддиапазоне в соответствии с [табл. 2.3.1](#), в с.

3.3.4 При расчете на ударное воздействие в качестве групп нагружения выступают отдельные пики затухающих колебаний системы после каждого удара.

На [рис. 3.3.4](#) приведен характерный график осевого перемещения ротора ВЭМ при ударном воздействии (импульс длительностью $t = 0,018$ с). Зависимости для напряжений в критических точках конструкции имеют аналогичный вид.

Анализ расчетов на ударные нагрузки показывает, что при заданном в соответствии с [1.3](#) затухании ($k = 0,07$, учитывая интенсивность ударных импульсов) в конструкции не происходит наложения колебаний от двух соседних импульсов ударного воздействия.

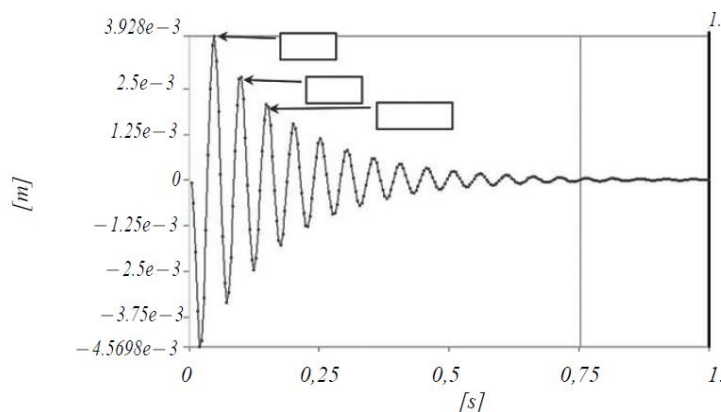


Рис.3.3.4

Затухание осевых перемещений ротора при осевом ударном воздействии

На основании вышеизложенного, оценку накопленной повреждаемости при затухающем процессе после ударного воздействия для каждого направления воздействия (см. 2.1.4) можно определить по зависимости.

$$a = \frac{n}{N_G} \left(\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{-1}} \right)^m \frac{1}{1 - e^{-2\pi k m}}, \quad (3.3.4)$$

где n – число ударов, задаваемое в соответствии с [табл. 2.5.1](#);

σ_{-1} , N_G , m – характеристики материала;

$\sigma_{\max}$ – максимальное значение амплитуды напряжений при ударной нагрузке;

k – постоянная затухания в конструкции, в долях от критического.

3.3.5 Процесс механических испытаний ВЭМ может быть представлен блоком нагружения ([рис. 3.3.6](#)), в виде совокупности уровней амплитуд напряжений σ_{ai} и соответствующих им чисел циклов v_i , которые деталь «нарабатывает» на i -ом уровне

амплитуд напряжений за время реализации вибрационных и ударных воздействий, моделирующих условия испытаний.

На [рис. 3.3.6](#) под σ_{ai} понимается амплитудное значение приведенных к симметричному циклу эквивалентных напряжений для детали при $i = 1, 2, \dots, s$, где s – число ступеней в блоке нагружения.

3.3.6 В соответствии гипотезой линейного суммирования повреждений условие появления усталостной трещины вследствие последовательного действия различных уровней напряжений, входящих в блок нагружения, описывается формулой ([3.3.1-1](#)).

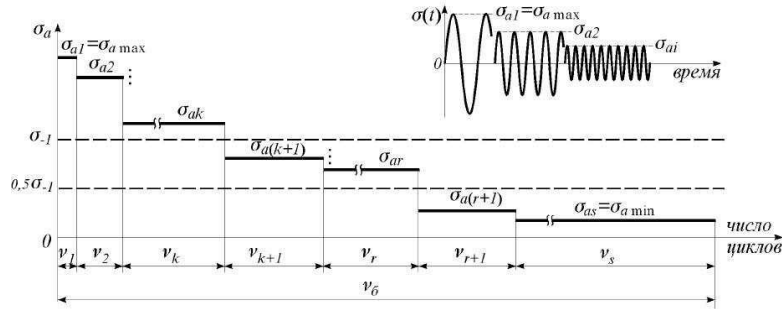


Рис. 3.3.6

Схема расчета при нерегулярном циклическом (ступенчатом) нагружении

3.3.7 После подстановки в формулу ([3.3.1-1](#)) выражения для N_i , вытекающего из степенного уравнения Веллера, получим условие

$$a = \frac{1}{N_G \sigma_{-1}^m} \sum_{i=1}^k n_i \sigma_{ai}^m \leq 1 \quad (3.3.7)$$

3.3.8 Корректированная гипотеза линейного суммирования повреждений, позволяющая повысить достоверность инженерных расчетов, основана на следующих положениях:

3.3.8.1 Предельное значение суммы относительных повреждений вместо единицы принимается равным величине a_p , зависящей от формы цикла нагружения:

$$a_p = \frac{\sigma_{amax} \xi - 0,5 \sigma_{-1}}{\sigma_{amax} - 0,5 \sigma_{-1}}, \quad (3.3.8.1)$$

где

$$\xi = \sum_{i=1}^s \frac{\sigma_{ai}}{\sigma_{amax}} t_i$$

$t_i = \frac{\nu_i}{\sum_{i=1}^s \nu_i}$ – относительная наработка на i -ом уровне амплитуд напряжений.

3.3.8.2 Экспериментально установлено, что при наличии в блоке амплитуд напряжений, превышающих предел выносливости ($\sigma_{ak} \geq \sigma_{-1}$), повреждающее действие начинают оказывать также уровни напряжений, для которых ($\sigma_{ar} \geq 0,5 \sigma_{-1}$) (рис. 3.3.6).

Здесь r – максимальный номер уровня напряжений, превышающего повреждающую часть блока ($\sigma_{ar} \geq 0,5 \sigma_{-1}$, $\sigma_{a(r+1)} \leq 0,5 \sigma_{-1}$).

3.3.9 С учетом [3.3.8.1](#) условие образования усталостной трещины по корректированной гипотезе линейного суммирования получает вид

$$a = \frac{1}{N_G \sigma_{-1}^m} \sum_{i=1}^r n_i \sigma_{ai}^m \leq a_p, \quad (3.3.9)$$

3.3.10 Результаты расчетов накопленной повреждаемости для каждого моделируемого режима испытаний должны суммироваться между собой. При этом должно выполняться условие

$$\sum_{i=1}^{NI} a_i \leq 1. \quad (3.3.10)$$

где NI – общее количество режимов механических испытаний.

4. ОЦЕНКА ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ВЭМ

4.1 В соответствии с требованием стандарта ГОСТ 18854-94 «Подшипники качения. Статическая грузоподъемность» уровень контактных напряжений в материале колец и тел качения для разных типов подшипников может быть в пределах 4000÷4600 МПа.

4.2 При статическом нагружении поверхностные повреждения проявляются в виде смятия контактирующих поверхностей. В этом случае расчет сводится к тому, чтобы действующие напряжения

$$\sigma_n \leq [\sigma_n],$$

где $[\sigma_n]$ – допускаемые контактные напряжения.

На основе этого критерия определяется базовую статическую грузоподъемность подшипника (C_0), которая для каждого подшипника может быть рассчитана по ГОСТ 18854-94 или задана на основании данных каталога.

4.3 Подшипники качения по C_0 выбирают, если они воспринимают нагрузку в неподвижном состоянии или при медленном вращении (при частоте вращения до 10 об/мин).

4.4 Учитывая то обстоятельство, что испытания ВЭМ на вибропрочность и ударопрочность проводят при отключенном состоянии изделия, оценка несущей способности для этих режимов проводится по значению статической грузоподъемности (C_0).

4.5 Статическая эквивалентная нагрузка рассчитывается по формуле

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a, \quad (4.5)$$

где F_r, F_a – радиальная и осевая нагрузки;

X_0, Y_0 – коэффициенты радиальной и осевой нагрузок.

4.6 Формулы для определения эквивалентной нагрузки и соответствующие коэффициенты радиальной и осевой нагрузок для конкретного типа подшипников приведены в справочниках-каталогах или ГОСТ 18854-94.

4.7 Для подтверждения вибропрочности и ударопрочности подшипников качения должно выполняться условие

$$C_0 / P_0 > n_b, \quad (4.7)$$

где n_b – коэффициент запаса, учитывающий влияние динамических условий испытаний по аналогии с влиянием на долговечность.

Значения K_s приведены в [табл. 4.7](#).

Таблица 4.7

Значения коэффициента безопасности подшипников качения n_b

Характер нагрузки на подшипник	n_b
Испытания на вибрационные нагрузки	2,0
Испытания на ударные нагрузки	2,5

4.8 При моделировании испытаний на виброустойчивость и удароустойчивость должны быть обеспечены условия работы ВЭМ на номинальных оборотах.

4.9 В качестве параметра несущей способности подшипников качения при работе ВЭМ используется динамическая грузоподъемность C – постоянная радиальная (осевая) нагрузка, которую сможет выдержать подшипник в течение расчетного срока службы, исчисляемого в 1 млн. оборотов внутреннего кольца.

4.10 Для оценки работоспособности подшипников качения при испытаниях рассматривается понятие номинальной долговечности подшипника.

Номинальная долговечность подшипника – это число оборотов или часов (при постоянной частоте вращения), которые подшипник должен проработать до появления первых признаков усталости материала дорожки качения любого кольца или тела качения.

Долговечность подшипника в часах определяется по зависимости

$$L = \frac{a_{23} \times 10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^p, \quad (4.10)$$

где a_{23} – обобщенный коэффициент, характеризующий совместное влияние качества металла деталей подшипника и условий эксплуатации на долговечность подшипника;

n – частота вращения, об/мин;

P – эквивалентная динамическая нагрузка;

p – степенной показатель:

$p = 3$ – для шариковых подшипников;

$p = 10/3$ для роликовых.

Значения a_{23} и C принимают в соответствии с данными справочника-каталога.

4.11 Динамическую нагрузку P для конкретных типов подшипников эквивалентную определяют по формулам из справочника-каталога или по ГОСТ 18855-94.

Эквивалентная динамическая нагрузка рассчитывается по формуле

$$P = (XF_r + YF_a)K_t, \quad (4.11)$$

где XF_r, YF_a – соответственно радиальная и осевая нагрузки;

X, Y – коэффициенты радиальной и осевой нагрузок;

K_t – температурный коэффициент, задаваемый в соответствии с [табл. 4.11](#).

Таблица 4.11

Температурный коэффициент подшипников

Рабочая температура, °C	125	150	175	200	225	250
K_t	1.05	1.1	1.15	1.25	1.35	1.4

4.12 Для учета направления и переменных нагрузок, которые могут возникать при испытаниях ВЭМ на виброустойчивость и удароустойчивость, долговечность подшипников оценивается по средней радиальной (F_{rm}) и средней осевой (F_{am}) нагрузкам. Также должно учитываться изменение нагрузки при плавном изменении частоты в пределах каждого поддиапазона ([см. рис. 3.3.6](#)).

4.13 Средняя нагрузка при расчете на различные режимы при постоянной частоте вращения определяется по зависимости

$$F_m = (F_1^p q_1 + F_2^p q_2 + F_3^p q_3 + \dots + F_n^p q_n)^{1/p} \quad (4.13)$$

где $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ – нагрузка (радиальная или осевая), воспринимаемая подшипником на каждом режиме;

$q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ – доля каждого режима в общей продолжительности режимов.

4.14 Полученные средние значения нагрузок по зависимости ([см. 4.13](#)) используются для расчета эквивалентной нагрузки на подшипник и долговечности подшипника для обоснования устойчивости подшипников качения ВЭМ к механическим воздействиям.

4.15 Виброустойчивость подшипников качения считается обеспеченной, при условии

$$\frac{L}{2Nr} > n_b = 2,0 \quad (4.15)$$

где 2 – минимальное время режима при испытаниях на виброустойчивость, в ч;
 Nr – количество режимов испытаний на виброустойчивость.

4.16 При моделировании испытаний на удароустойчивость расчетные режимы испытаний задаются в соответствии с [табл. 2.5.1](#).

Удароустойчивости подшипников качения считается обеспеченной, если выполняется условие

$$\frac{L \times 60 \times 80}{20} = 240L > n_b = 2,5 \quad (4.16)$$

5. ОЦЕНКА ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ВЭМ

5.1 При расчете на вибропрочность и ударопрочность оцениваются напряжения смятия в материале подшипника (например, в баббите), так как моделирование испытаний проводится в нерабочем состоянии, то есть масляный слой отсутствует.

5.1.1 Поверхностные повреждения проявляются в виде смятия контактирующих поверхностей, и расчет сводится к тому, чтобы выполнялось условие

$$\frac{[\sigma]}{\sigma_s} \leq n_s = 2,5, \quad (5.1.1)$$

где n_s – коэффициент запаса по смятию;
 σ_s – напряжения смятия;

[σ] — номинальные допускаемые напряжения материала ([см. Дополнение 6](#)).

5.1.2 При определении напряжений, возникающих при смятии, полагают, что по плоскости контакта возникают только нормальные напряжения, равномерно распределенные по площади контакта. Расчетное напряжение смятия могут быть определены по зависимостям, приведенным в [Дополнении 8](#).

5.1.3 Если соприкасающиеся детали сделаны из разных материалов, то на смятие проверяют деталь из более мягкого материала.

5.2 Условный расчет подшипников скольжения проводят для подшипников, работающих в условиях граничного трения, когда трущиеся поверхности гарантированно не разделены слоем смазочного материала, а на рабочей поверхности вкладыша имеется лишь тонкая масляная пленка, которая может разрушиться. Этот расчет проводят для обеспечения износостойкости и отсутствия заедания.

5.3 Условный расчет подшипников скольжения производят по среднему давлению p_c между цапфой и вкладышем и по произведению этого давления на окружную скорость скольжения цапфы v , т. е. по параметру $p_c v$.

5.3.1 Расчет по среднему давлению p_c гарантирует невыдавливаемость смазочного материала и представляет собой расчет на износостойкость, а расчет по $p_c v$ обеспечивает нормальный тепловой режим и отсутствие заеданий.

5.3.2 Условие нормальной работоспособности подшипников скольжения и подпятников в условиях граничного трения:

$$p_c \leq [p_c] \quad (5.3.2-1)$$

$$p_c v \leq [p_c v], \quad (5.3.2-2)$$

где p_c — действительное среднее давление между цапфой и вкладышем (или пятой);

v — окружная скорость цапфы;

$[p_c]$ — допускаемое давление;

$[p_c v]$ — допускаемое значение критерия.

5.3.3 В [табл. 5.3.3](#) приведены значения допустимых параметров для подшипников скольжения при различных сочетаниях материала цапфы и подшипника.

Таблица 5.3.3

Допускаемые значения $[p_c]$ и $[p_c v]$ для подшипников скольжения

Материал цапфы и вкладыша	$[p_c]$, МПа	$[p_c v]$, МПа м/с
Сталь по чугуну	2-4	1-3
Сталь по бронзе БрОБЦбСЗ	4-6	4-6
Сталь закаленная по бронзе БрА9Ж4	15-20	12-12
Сталь по антифрикционному чугуну АЧК-1, АЧК-2 при $v = 1$ м/с	12	12
То же, при $v = 5$ м/с	0,5	2,5
Сталь закаленная по баббиту	6-10	12-25

5.3.4 Формулы для оценки условий работоспособности подшипников скольжения и подпятников в условиях граничного трения приведены в [Дополнении 8](#).

5.3.5 Дополнительные технические характеристики антифрикционных материалов приведены в [Дополнении 9](#).

5.4 Расчет радиальных подшипников жидкостного трения

5.4.1 Расчет подшипников жидкостного трения основан на гидродинамической теории смазки. Условная граница, отделяющая режим жидкостного трения от режима полужидкостного трения, определяется с помощью значений безразмерных чисел Зоммерфельда

$$[S_0] = p\psi^2/\mu\omega. \quad (5.4.1)$$

где p – рабочее давление,

$\psi = \Delta/d = D/d - 1$ – относительный диаметральный зазор в подшипнике;

D – диаметр вкладыша;

μ – динамическая вязкость, МПас, которая определяется с учетом сорта масла и рабочей температуры по справочным данным;

ω – угловая скорость.

5.4.2 Значения $[S_0]$, соответствующие условной границе между полужидкостным и жидкостным трением определяются из справочных данных (см. табл. 5.4.2):

$p\psi^2/\mu\omega < [S_0]$ – трение жидкостное,

$p\psi^2/\mu\omega > [S_0]$ – трение полужидкостное).

Таблица 5.4.2

Значения $[S_0]$										
Относ. зазор ψ	Отношение l/d	Диаметр шипа, мм								
		30	40	50	60	70	80	100	150	200
0.001	0.6	0.28	0.35	0.42	0.53	0.65	0.8	1.0	2.0	3.0
	0.8	0.44	0,54	0,64	0,8	0,95	1,2	1,5	2,7	4,0
	1.0	0.58	0,72	0,85	1,0	1,2	1,5	1,9	3,3	4,5
	2.0	0.7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,2	3,7	5,0
0.002	0.6	0.42	0.53	0.65	0.8	1.0	1.4	2.0	3.0	5.0
	0.8	0,64	0,8	0,95	1,2	1,5	1,9	2,7	4,0	6,0
	1.0	0,85	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	3,3	4,5	7,0
	2.0	1,0	1,2	1,4	1,7	2,2	2,6	3,7	5,0	8,0
0.003	0.6	0,65	0,8	1,0	1,4	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
	0.8	0,95	1,2	1,5	1,9	2,7	4,0	5,0	6,0	8,0
	1.0	1,2	1,5	1,9	2,4	3,3	4,5	6,0	7,0	9,0
	1.2	1,4	1,7	2,2	2,6	3,7	5,0	6,5	8,0	10,0

5.4.3 Нарушение режима жидкостного трения не произойдет при условии

$$n_b = \frac{h_{\min}}{h_{kp}} \geq 1,1, \quad (5.4.3)$$

где n_b – запас по зазору в слое, учитывающий влияние возможных случайных факторов;

$h_{\min}$ – толщина масляного слоя в подшипнике при режиме жидкостного трения;

h_{kp} – условие нарушение режима жидкостного трения.

5.4.4 Формулы для оценки условий работоспособности подшипников скольжения и подпятников в условиях жидкостного трения приведены в Дополнении 8.

5.5 При выполнении расчетов динамические характеристики подшипников могут быть заданы на основе данных производителя.

Также могут быть использованы специализированные ПК (например, CFXTASCFLOW - моделирования гидродинамических и гидростатических подшипников скольжения; ANSYS; Dynamics R4).

6. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗЬБОВЫМ СОЕДИНЕНИЯМ

6.1 В конструкции ВЭМ резьбовые соединения используются для соединения отдельных элементов конструкции и крепления ВЭМ к основанию.

Как правило, резьбовыми соединениями крепятся следующие элементы ВЭМ: крышки подшипников к подшипниковым щитам; подшипниковые щиты к конструкциям статора;

навесные элементы конструкций (охлаждатели, стенки статора и т.д.).

Резьбовые соединения также используются при креплении ВЭМ к опорной раме.

6.2 Учитывая конструктивные особенности резьбовых соединений ВЭМ, их можно разделить на два типа:

фланцевые соединения (крепление крышек и ПЩ);

групповые соединения типа плита – основание (крепление статора к основанию).

6.3 В плоскости стыка для обоих типов соединений следует обеспечить отсутствие сдвига конструкции, то есть усилие затяжки должно удовлетворять работоспособности соединения по данному критерию.

6.4 Основные критерии работоспособности резьбовых соединений – статическая прочность и выносливость болтов (винтов, шпилек), т.е. их сопротивляемость разрушению в условиях однократных и циклических нагрузок.

Разрушение соединения при однократном нагружении наступает вследствие обрыва стержня болта, его головки или среза витков резьбы. Усталостные поломки болта происходят на уровне наиболее нагруженных рабочих витков резьбы, под головкой или по сбегу резьбы и определяют долговечность (ресурс) соединения.

При нагрузке в плоскости стыка возможно разрушение стержня болта типа среза.

6.5 Работоспособность резьбовых соединений зависит также от плотности стыков при переменных нагрузках, которые обеспечиваются предварительной затяжкой. Как чрезмерная, так и недостаточная затяжка могут привести к поломкам резьбовых деталей.

Как правило, в элементах соединений ВЭМ используются болты одного типоразмера. Технические требования предусматривают одинаковую затяжку для исключения перераспределения усилий в болтах и на стыках.

6.6 Условие нераскрытия стыка имеет вид

$$Q_o > (1 - \chi)N, \quad (6.6)$$

где Q_o – усилие затяжки болта;

χ – коэффициент основной нагрузки ($\chi = 0.2$), показывающий, что в затянутом резьбовом соединении внешняя нагрузка на болт передается лишь частично.

6.7 При изменении внешней нагрузки циклически (от $-N$ до N), амплитуда напряжений в резьбовой части болта определялась по формуле

$$\sigma_a = \frac{N}{A_b} - \chi \quad (6.7)$$

где A_b – площадь резьбовой части болта;

6.8 Предел выносливости соединения определялся по зависимости

$$\sigma_{ad} = \frac{\sigma_{-1}}{k_\sigma} \beta_{K.YП} \beta_{T.YП} K_d \quad (6.8-1)$$

где σ_{-1} – предел выносливости при симметричном цикле,

k_σ – эффективный коэффициент концентрации напряжений,

$$k_s = 1 + q(\alpha_\sigma - 1), \quad (6.8-2)$$

где q – коэффициент чувствительности материала болта к концентрации напряжений;
 α_σ – теоретический коэффициент концентрации напряжений,

$$\alpha_\sigma = 1 + 1,1\sqrt{p/r}, \quad (6.8-3)$$

где p – шаг резьбы, мм;
 r – радиус скругления во впадинах резьбы, мм, $r = 0,108 \square p$;
 $\beta_{K.YП}$ – коэффициент конструктивного упрочнения;
 $\beta_{T.YП}$ – коэффициент технологического упрочнения;
 K_d – коэффициент, учитывающий влияние масштабного эффекта.

6.9 При моделировании механических испытаний ВЭМ допустимое значение запаса прочности $[n_a] = 1,5$.

6.10 Запас прочности резьбового соединения по переменным напряжениям определяется по формулам в зависимости от напряжения предварительной затяжки σ_0 .
При напряжении затяжки болтов

$$\sigma_0 = \frac{Q_0}{A_b} < 0,5\sigma_T \quad (6.10)$$

6.11 Коэффициент запаса определяется по зависимости

$$n_a = \frac{\sigma_{ad}}{\sigma_a} \left(1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_T}\right) \frac{1}{1 - 0,5\sigma_T/\sigma_B} > [n_a] \quad (6.11)$$

где σ_m – среднее напряжение цикла,
 $\sigma_m = \sigma_0 + \sigma_a$.

6.12 При нестационарном режиме нагружения усталостную прочность проверяют на основе гипотезы линейного суммирования повреждений с учетом количества циклов нагружения для каждого режима испытаний.

Расчет накопленной повреждаемости не проводится, если для всех режимов испытаний выполняется условие (см. 6.5).

6.13 Детально методика расчета резьбовых соединений изложена в Стандарте Р 50-54-90-88, содержащих общие требования к расчетам на прочность резьбовых соединений для различных условий и видов нагружения.

7. ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ ВЭМ

7.1 Общие положения моделирования условий крепления ВЭМ

7.1.1 В зависимости от типа упругого элемента наиболее широкое применение получили пружинные и резиновые виброизоляторы, а по виду демпфирования виброизоляторы можно разделить на системы с внутренним демпфированием в упругом материале, фрикционным и структурным демпфированием.

7.1.2 При оценке работы системы амортизаторов необходимо контролировать ряд параметров, обеспечивающих ее работу:

суммарная грузоподъемность всех виброизоляторов;
координаты центра масс виброизолируемой конструкции и центра жесткостей системы виброизоляторов, которые (в идеале) должны совпадать по всем возможным направлениям воздействия (чтобы исключить перекосы);

жесткостные и демпфирующие характеристики элементов системы виброизоляции;
парциальные резонансные частоты системы виброизоляции;
критерии работоспособности элементов системы виброудароизоляции (допустимые нагрузки, перемещения и т.д.).

7.1.3 На практике ВЭМ входят в состав машинных агрегатов, включающих в себя оборудование и опорную раму. Схема машинного агрегата, установленного на раму с виброизоляторами, приведена на [рис. 7.1.3](#).

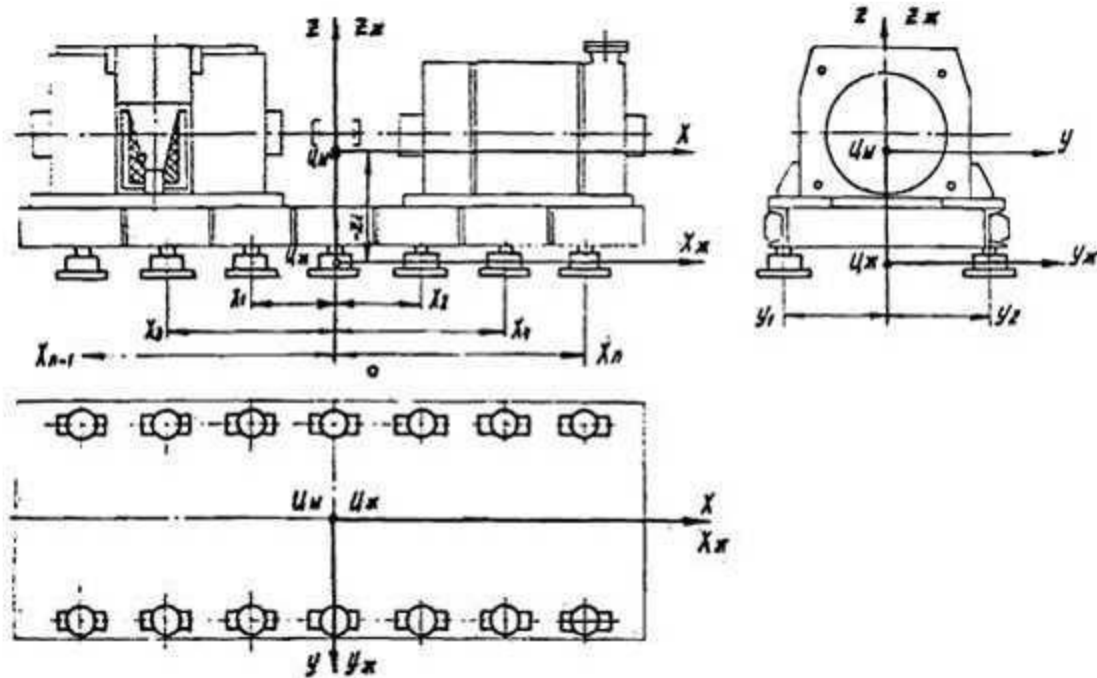


Рис. 7.1.3
Машинный агрегат с виброизоляцией

Перечисленные выше параметры должны выдаваться в качестве исходных данных для возможности их учета при разработке компьютерной модели машинного агрегата.

7.2 Пружинные виброизоляторы

7.2.1 Наиболее широко в качестве виброизоляторов используются стальные витые пружины. Характеристики пружин задаются на основании данных имеющихся в справочниках или каталогах. Перечень данных и формулы для определения жесткостных характеристик пружин приведены в [Дополнении 10](#).

7.2.2 Пружины системы виброизоляции, как правило, работают в условиях асимметричного нагружения при $\tau_m > \tau_0$.

Зависимости для оценки напряжений в пружинах даны в [Дополнении 10](#).

7.2.3 Запас прочности на сопротивление усталости находят из соотношения

$$\frac{\tau_{-1}}{\tau_a + \psi_\tau \tau_m} > n_\tau = 2,0 \quad (7.2.3)$$

где

$\tau_a \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{2}$ — амплитуда переменных напряжений;

$\tau_m \frac{\tau_{\max} + \tau_{\min}}{2}$ — средние напряжения;

$\psi_\tau \frac{2\tau_{-1} - \tau_0}{\tau_0}$ — коэффициент, характеризующий чувствительность материала к асимметрии цикла;

τ_{-1} — предел выносливости при симметричном цикле;

τ_0 — предел выносливости при о нулевом цикле.

7.2.4 При нестационарном режиме нагружения усталостную прочность проверяют на основе гипотезы линейного суммирования повреждений с учетом количества циклов нагружения для каждого режима испытаний.

Расчет накопленной повреждаемости не проводится, если для всех режимов испытаний выполняется условия [7.2.3](#).

7.3 Резиновые виброизоляторы

7.3.1 В отличие от пружинных резиновые виброизоляторы имеют больший коэффициент неупругого сопротивления, что позволяет увеличить затухание собственных колебаний и уменьшить амплитуды резонансных колебаний.

7.3.2 Динамические характеристики резиновых виброизоляторов, а также критерии оценки работоспособности, должны выдаваться в качестве исходных или определяться на основе справочных или нормативных данных, например:

ГОСТ 17053.1-80. Амортизаторы корабельные АКСС (резинометаллические амортизаторы предназначены для виброизоляции и защиты аппаратуры, устройств и оборудования различного назначения от ударных воздействий);

ТУ 38 105 1636-90. Амортизаторы резинометаллические типа АСД (амортизаторы предназначены для защиты оборудования от воздействия вибраций (от 5 до 2000 Гц) и ударов (многократного действия с ускорением до 8.0 g, одиночного действия с ударным ускорением 15.0 g)).

7.3.3 Особенностью резиновых амортизаторов является то, что их жесткость при статических и динамических нагрузках различна. Используемый в расчетах динамический модуль упругости резины на сжатие E_d больше статического E_p . В паспортах и каталогах приводится зависимость мод улей упругости от твердости резины (твердость по Шору).

Основные механические характеристики резины приведены в [Дополнении 11](#).

7.3.4 Несущую способность резиновых и резинометаллических амортизаторов оценивается по относительной деформации при сжатии амортизатора на величину h_z –

$$e = h_z/H, \quad (7.3.4-1)$$

при сдвиге амортизатора на величину h_g –

$$\gamma = h_g/H, \quad (7.3.4-2)$$

7.3.5 Значения допустимой относительной деформации амортизаторов приведены в [табл. 7.3.5](#), а также в [Дополнении 11](#).

Таблица 7.3.5

Допустимая относительная деформация резиновых амортизаторов

Деформация амортизаторов	Вид нагрузки	
	стационарные динамические	статические и квазистатические со случайными и эпизодическими кратковременными динамическими
Сжатие, $[\varepsilon]$	0,05–0,1	0,1–0,15
Сдвиг, $[\gamma]$	0,1–0,15	0,2–0,3

7.3.6 При оценке несущей способности резиновых амортизаторов должно выполняться условие

$$n_\varepsilon = [\varepsilon]/\varepsilon \geq 1,1, \quad (7.3.6-1)$$

$$n_\gamma = [\gamma]/\gamma \geq 1,1, \quad (7.3.6-2)$$

где n_ϵ , n_γ – запас по сжатию и сдвигу резинового амортизатора, соответственно.

7.4 Демпфирующие устройства системы виброизоляции

7.4.1 Для повышения эффективности систем виброизоляции в них могут применяться демпфирующие элементы различного конструктивного исполнения:

гидравлические амортизаторы;

высоковязкие демпферы;

демпферы сухого трения.

7.4.2 Расчетные характеристики демпферов при моделировании механических испытаний задаются в соответствии с данными из каталогов или ТУ

7.4.3 В каталогах и ТУ также приведены критерии (допустимые перемещений $[D]$ и нагрузки $[P]$), по которым оценивается несущая способность демпфирующих устройств.

7.4.4 При оценке несущей способности демпфирующих устройств должно выполняться условие:

$$n_P = [P]/P \geq 1,1, \quad (7.4.4-1)$$

$$n_D = [D]/D \geq 1,1, \quad (7.4.4-2)$$

где n_P , n_D – запас по нагрузке и по перемещениям для демпфирующего устройства, соответственно.

P , D – расчетная нагрузка и перемещение в демпфирующем элементе системы виброизоляции, соответственно.

ПЕРЕЧЕНЬ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И ВЕРИФИКАЦИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ

1. Для разработки компьютерной модели ВЭМ и выполнения расчетов используется конструкторская документация, в объеме, обеспечивающем возможность построения расчетной модели, отражающей основные динамические характеристики конструкции.

2. В перечень основных данных входят следующие:

масса элементов ВЭМ;

положение центра масс ВЭМ и отдельных деталей;

сборочный чертеж ВЭМ и чертежи основных элементов (ротора, подшипниковых узлов, станины со статором, элементов крепления, а также других элементов, которые необходимо учитывать в расчетной модели (например, дополнительного навесного оборудования);

типы подшипников и их динамические характеристики, нагрузки на подшипники полученные Заказчиком при проектировании двигателя,

данные по результатам испытаний конструкции двигателя (демпфирование, частоты отдельных элементов конструкции, жесткости отдельных элементов конструкции, которые могут быть использованы при верификации расчетной модели двигателя;

данные по механическим характеристикам материалов, из которых изготовлены элементы ВЭМ.

3. Часть данных помимо использования при разработке компьютерной модели может также быть использована с целью верификации расчетной модели.

4. Основным элементом ВЭМ является ротор поведение, которого при динамических воздействиях определяет условия нагружения и уровень динамических нагрузок на элементы конструкции. Для задания нагрузок на элементы ВЭМ можно использовать представленную на [рис. 4](#) обобщенную схему нагрузок, задаваемых на основе исходных данных, содержащихся в Техническом Задании и конструкторской документации, и с учетом условий механических испытаний, где:

G – сила тяжести вала с сердечником ротора;

P_m – сила одностороннего магнитного тяжения;

P_n – сила от неуравновешенности ротора, определяемая на основе дисбаланса ротора;

a, b – расстояния до центра тяжести вала от опор D и N;

l_0 – расстояние между опорами D и N;

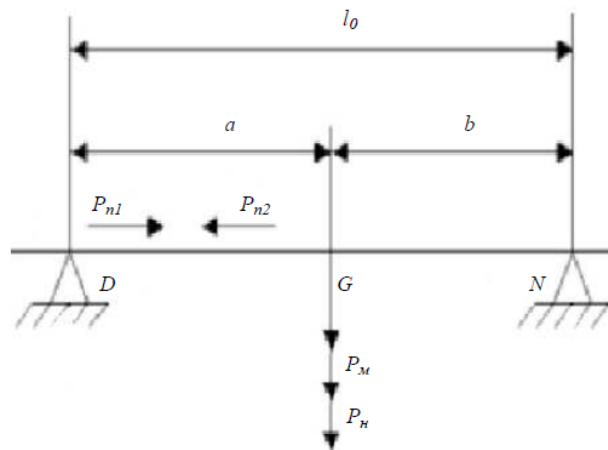


Рис. 4

Схема нагрузок действующих на ротор при механических испытаниях

P_n – усилие от пружины осевого поджатия (индекс 1 принимается в случае, если плавающей опорой является опора D , индекс 2 – в случае, если плавающей опорой является опора N).

При вертикальном расположении вала (опора D внизу) сила G будет направлена по оси вала к опоре D .

5. Возможность оценки точности выполненных расчетов и контроля правильности построения компьютерной модели ВЭМ является одним из основных этапов при приемке результатов расчета ВЭМ.

6. При верификации компьютерных моделей ВЭМ предназначенных для выполнения расчетов на механические воздействия могут быть рассмотрены три варианта:

вариант 1 – имеются только данные из ТД, включая расчеты на прочность;

вариант 2 – имеются данные из ТД, а также данные стандартных испытаний, проводимых в соответствии с Правилами устройства электроустановок, на основании которых можно оценить параметры компьютерной модели ВЭМ (например, зазоры в подшипниках или осевой разбег ротора);

вариант 3 – дополнительно к данным по вариантам 1 и 2, проведены испытания по определению жесткостных и динамических характеристик элементов конструкции ВЭМ.

7. Перечень параметров, на основании которых может быть проведен контроль и верификация расчетной модели ВЭМ предназначенной для компьютерного моделирования механических испытаний, приведен в [табл. 7](#).

Таблица 7

Перечень параметров для верификации расчетных моделей

Наименование параметра	Обозначение	Данные из ТД	Испытания	
			Статические	Динамические
Сила тяжести двигателя, Н	G_o	+	–	–
Сила тяжести вала с сердечником ротора, Н	G	+	–	–
Координаты центра масс двигателя, мм	X	+	–	–
	Y	+	–	–
	Z	+	–	–
Радиальная жесткость подшипника подвижной опоры, Н/мм	K_{RD}	+	+	+
Радиальная жесткость подшипника неподвижной опоры, Н/мм	K_{RN}	+	+	+
Осевая жесткость подшипника неподвижной опоры, Н/мм	K_{AN}	+	+	+
Прогиб вала, мм	d	+	+	–

Наименование параметра	Обозначение	Данные из ТД	Испытания	
			Статические	Динамические
Частота колебаний вала, Гц	f	+	–	+
Резонансные частоты, Гц	$f_{r1}, f_{r2}, \dots, f_{ri}^{1)}$	–	–	+
Коэффициент демпфирования	$k^{1)}$	–	–	+
¹⁾ параметр может быть задан для отдельных элементов конструкции ВЭМ				

8. При рассмотрении варианта 1 проводится оценка массовых характеристик компьютерной модели ВЭМ и ее элементов.

9. Наличие данных в соответствии с вариантом 2 позволяет уточнить отдельные параметры компьютерной модели ВЭМ, путем учета при разработке модели дополнительной информации.

10. Вариант 3 предполагает проведение статических и/или динамических испытаний.

10.1. Статические испытания могут включать определение жесткостных характеристик отдельных элементов конструкции ВЭМ, например для определения жесткостных характеристик подшипниковых щитов. Этот подход, как правило, не требует специальных динамических стендов и позволяет провести экспериментальное подтверждение получаемых результатов расчета на основе статических испытаний натурных объектов.

10.2. Динамические испытания проводятся в соответствии с ГОСТ 30630.1.1-99 «Методы испытаний на стойкость к механическим воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Определение динамических характеристик конструкций» предусмотрено два вида испытаний:

испытание для определения динамических характеристик конструкции (испытание 100);

испытание на отсутствие резонансных частот конструкции в заданном диапазоне частот (испытание 101)

10.3. В [табл. 10.3](#) дан перечень методов, которые по ГОСТ 30630.1.1-99 используются для определения динамических характеристик конструкций.

Таблица 10.3

Методы испытаний для определения динамических характеристик

Обозначение	Наименование метода
100-1	Плавного изменения частоты синусоидальных вибраций
100-2	Удара для определения низшей резонансной частоты узлов изделий, имеющих кусочно-линейную упругую характеристику
100-3	Свободных колебаний для определения собственных частот и декрементов затуханий изделий
100-4	Ступенчатого изменения частоты (метод фиксированных частот)
100-5	Воздействия широкополосной случайной вибрации

10.4. Целесообразно проводить определение динамических параметров отдельных элементов конструкции, например, подшипниковых щитов, ротора, статора и, при наличии таких данных, проводить верификацию моделей отдельных элементов для дальнейшего включения в компьютерную модель ВЭМ.

11. Сопоставление полученных результатов испытаний и расчетов дает возможность оценивать правильность разработки компьютерной модели ВЭМ и контролировать результаты расчетов на этапе построения компьютерных моделей.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ

1. В расчетной модели должны учитываться отдельные элементы конструкции, инерционные и жесткостные характеристики которых могут оказать существенное влияние на колебания всей конструкции в целом.

Математическое моделирование обуславливает целесообразность применения принципа декомпозиции (членения) объекта исследований на более простые элементы, раздельное исследование которых требует гораздо меньше ресурсов по сравнению с расчетом всей системы. Особенно этот принцип эффективен при исследовании изделий, состоящих из большого количества однотипных элементов и узлов.

Расчетная модель системы может быть получена путем композиции расчетных моделей подсистем с проверкой их адекватности, что также упрощает процедуру разработки общей модели ВЭМ.

2. В качестве критерия необходимости выделения (членения) в модели отдельных элементов приняты критерии (критерия динамического разделения), согласно которым модели подсистем могут не выделяться как отдельные подсистемы в модели ВЭМ, если:

$$M_s/M_p < 0,01;$$

$$0,01 \leq M_s/M_p \leq 0,10;$$

$$0,80 < f_s/f_p$$

где $M < 1,25$,

M_s – масса подсистемы;

M_p – масса конструкции;

f_s – первая частота подсистемы;

f_p – первая частота колебаний несущей конструкции.

3. Для оценки эффекта динамического взаимодействия подсистемы с общей системой, можно воспользоваться графиками, представленными на [рис. 3](#), где приведены три варианта расчетных моделей:

Модель А – расчеты основной системы с массой M_p и подсистемы с массой M_s выполняются раздельно ($M_s/M_p < 0,01$);

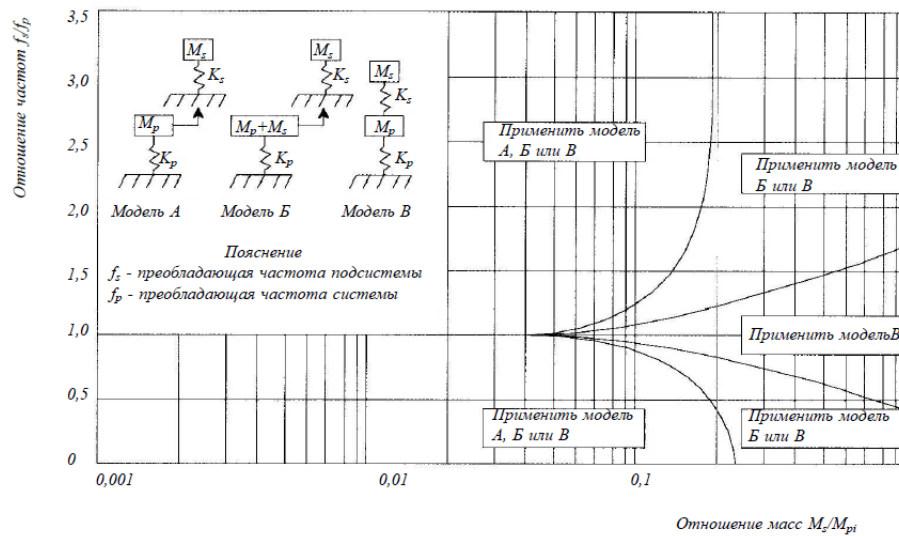


Рис. 3
Критерии включения подсистемы в расчетную модель конструкции

Модель Б – в расчетной модели учитываются только инерционные свойства подсистемы ($M_s + M_p$);

Модель В – рассматривается единая расчетная модель общей системы, включающая в себя детальную модель подсистемы.

4. Вариант использования Модели В является универсальным. В тех случаях, когда вычислительные возможности используемых для расчетов программных комплексов не позволяют применить данный вариант, используя приведенные критерии можно обосновать варианты упрощения расчетных моделей.

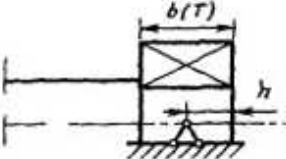
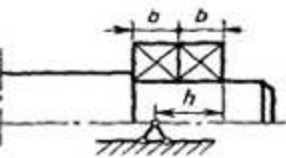
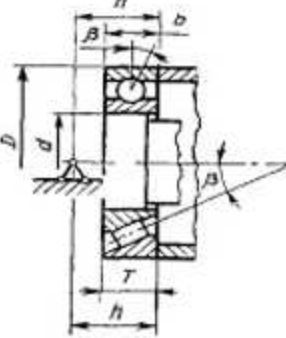
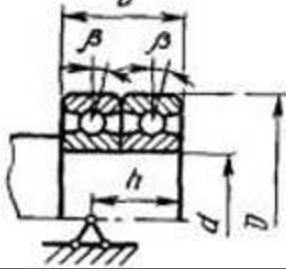
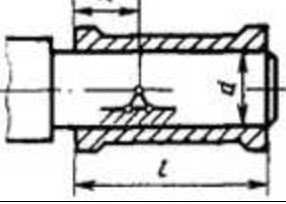
Упрощенные модели должны быть обоснованы и согласованы с РС.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПОРНОЙ ЧАСТИ РОТОРА ВЭМ

1. При моделировании взаимодействия ротора с опорами ВЭМ рекомендуется учитывать конструкцию и тип подшипников. Формулы для определения установочных баз подшипников приведены в [табл. 1](#).

Таблица 1

Формулы для определения установочных баз подшипников

Тип подшипника	Схема опирания	Формула
Радиальные. Радиально-упорные 2- и 4-рядные. Радиально-упорные сдвоенные, когда углы контакта β направлены в разные стороны		$h = b/2$ или $h = T/2$
Радиальные подшипники, поставленные по два на опоре		$h = \frac{7}{2}b$
Радиально-упорные однорядные Роликовые подшипники конические однорядные		$h = \frac{1}{2} \left(b + \frac{d+D}{2} \operatorname{tg} \beta \right)$ или $h = (T + \frac{d+D}{2} \operatorname{tg} \beta)$
Радиально-упорные сдвоенные, когда углы контакта β направлены в одну сторону		$h = \frac{1}{2}b + \frac{d+D}{2} \operatorname{tg} \beta$
Подшипники скольжения.		$h = 0.3l.$ но не более $0.5d$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

1. Общие положения

1.1 Все конструктивные разновидности подшипников качения классифицированы по следующим признакам:

По направлению действия воспринимаемой нагрузки подшипники разделены на следующие группы:

радиальные – воспринимают преимущественно радиальную нагрузку, т.е. нагрузку, действующую перпендикулярно оси вращения подшипника;

упорные – воспринимают преимущественно осевую нагрузку, т.е. нагрузку, действующую вдоль вращения подшипника;

радиально-упорные – воспринимают комбинированную нагрузку, т.е. нагрузку, одновременно действующую на подшипник в радиальном и осевом направлениях, причем преобладающей может быть как радиальная, так и осевая нагрузка;

упорно-радиальные – воспринимают в основном осевую нагрузку.

По форме тел качения подшипники делятся на шариковые и роликовые.

Жесткость подшипника качения характеризуется величиной упругих деформаций подшипника под нагрузкой. Обычно эти деформации очень малы и ими можно пренебречь. Однако в некоторых случаях, например, для узлов шпинделей станков или ведущих валов шестерен, жесткость подшипника является важным фактором.

В силу особенностей контакта между телами и дорожками качения роликовые подшипники имеют большую жесткость, чем шариковые.

Жесткость подшипника может быть увеличена за счет предварительного натяга.

При построении динамических моделей электрических машин собственные частоты ротора зависят от жесткости подшипникового узла.

Жесткость подшипникового узла определяется в основном жесткостью самого подшипника (его конструкции); величинами радиального зазора, осевой игры или предварительного натяга; жесткостью основных элементов подшипникового узла, воспринимающих нагрузку (вала, корпуса, элементов крепления); величинами посадочных натягов при установке подшипника на вал и в корпус.

В [табл. 1-1](#) приведены формулы для расчета радиальной и осевой деформации в контакте наиболее нагруженного тела качения с дорожками качения при нулевом зазоре в подшипниках различных типов.

Величина угла контакта α определяет способность подшипника воспринимать осевую нагрузку. С увеличением угла контакта осевая грузоподъемность возрастает за счет уменьшения радиальной. Способность к восприятию односторонней осевой нагрузки у однорядных подшипников показана в [табл. 1-2](#), где F_r неиспользованная допустимая радиальная нагрузка.

2. Радиальная жесткость подшипника

Радиальная жесткость подшипника определяется по зависимости

$$C_r = F_r / \delta_r, \quad (2-1)$$

где F_r – радиальная нагрузка на опору, Н;

δ_r – радиальная деформация подшипника под нагрузкой, мм.

Радиальная деформация подшипника определяется по зависимости

$$\delta_r = \delta'_r + \delta_{\gg r}, \quad (2-2)$$

где δ'_r — радиальная деформация в контакте наиболее нагруженного тела качения с дорожкой качения;

$\delta_{\gg r}$ — радиальная деформация в контакте колец подшипника с посадочными поверхностями вала и корпуса.

Таблица 1-1

Формулы для расчета радиальной и осевой деформации в подшипниках качения

Тип подшипника	Деформация колец подшипника относительно друг друга, мм	
	Радиальная — δ_{r0}	Осевая — δ_{a0}
Шариковый радиальный однорядный	$2.0 \times 10^{-3} \sqrt[3]{Q^2/D_T}$	—
Шариковый радиально-упорный однорядный	$\frac{2.0 \times 10^{-3}}{\cos \alpha} \sqrt[3]{Q^2/D_T}$	$\frac{2.0 \times 10^{-3}}{\sin \alpha} \sqrt[3]{Q^2/D_T}$
Шариковый радиальный двухрядный сферический	$\frac{3.2 \times 10^{-3}}{\cos \alpha} \sqrt[3]{Q^2/D_T}$	$\frac{3.2 \times 10^{-3}}{\sin \alpha} \sqrt[3]{Q^2/D_T}$
Роликовый радиальный двухрядный сферический	$\frac{1.2 \times 10^{-3}}{\cos \alpha} \sqrt[4]{Q^3}$	$\frac{1.2 \times 10^{-3}}{\sin \alpha} \sqrt[4]{Q^3}$
Радиальный с короткими цилиндрическими роликами	$6.0 \times 10^{-4} \frac{Q^{0.9}}{l^{0.8}}$	—
Радиально-упорный конический	$\frac{6.0 \times 10^{-4}}{\cos \alpha} \frac{Q^{0.9}}{l^{0.8}}$	$\frac{6.0 \times 10^{-4}}{\sin \alpha} \frac{Q^{0.9}}{l^{0.8}}$
Шариковый упорный одинарный	—	$\frac{2.4 \times 10^{-3}}{\sin \alpha} \sqrt[3]{Q^2/D_T}$
D_T и l — диаметр и длина тел качения, соответственно Q — радиальная (осевая) нагрузка, воспринимаемой наиболее нагруженным телом качения α — номинальный (начальный) угол контакта, равный углу между линией действия нагрузки на тело качения и плоскостью, перпендикулярной оси подшипника, град.		

Таблица 1-2

Допустимая осевая нагрузка на радиально-упорные подшипники

Форма тел качения	Тип подшипника	Угол контакта α , град	Допустимая осевая нагрузка, F_a
Шариковые	6000	12	$0,3F_r$
	36000 и 136000	12	$0,73F_r$
	46000	26	$1,53F_r$
	66000	36	$2,03F_r$
Роликовые	7000 и 67000	10–17	$<0,73F_r$
	27000	25–29	$<1,5F_r$

Радиальная деформация в контакте наиболее нагруженного тела качения с дорожкой качения в подшипнике зависит от способа установки и определяется по следующим зависимостям:

с предварительным натягом $\delta'_r = \beta \delta_{r0}, \quad (2-3)$

с радиальным зазором $\delta'_r = \beta \delta_{r0} + g_r/2, \quad (2-4)$

где δ_{r0} — радиальная деформация в контакте наиболее нагруженного тела качения с дорожкой качения при нулевом зазоре;

β — коэффициент, учитывающий величину натяга или зазора в подшипнике;

g_r — радиальный зазор, мм.

Величину δ_{r0} для подшипников различных типов можно определить из уравнений, приведенных в [табл. 1-1](#) в зависимости от радиальной нагрузки, воспринимаемой наиболее нагруженным телом качения

$$Q = \frac{5F_r}{i \cdot z \cdot \cos \alpha}, \quad (2-5)$$

где i — число рядов тел качения;
 z — число тел качения в одном ряду;
 α — угол контакта, град.

Величину δ_{r0} (мкм) также можно определить в подшипниках по следующим формулам: радиальные шариковые

$$\delta_{r0} = 5,85 \left(\frac{F_r}{i \cdot z} \right)^{2/3} \frac{1}{D_T^{1/3}}, \quad (2-6)$$

радиальные с цилиндрическими роликами

$$\delta_{r0} = 5,85 \left(\frac{F_r}{i \cdot z} \right)^{0.9} \frac{1}{l^{0.8}}, \quad (2-6)$$

Коэффициент β , учитывающий величину натяга или зазора в подшипнике, определяется по графику на [рис. 4-2](#).

Радиальная деформация в контакте колец подшипника с посадочными поверхностями вала и корпуса определяется по зависимости

$$\delta_r^* = \frac{4F_r k}{\pi d B} \left(1 + \frac{d}{D} \right), \quad (2-8)$$

где $k = 0,005 - 0,025 \text{ мм}^3/\text{кгс}$ (меньшие значения следует принимать при повышенной точности посадочных мест и больших натягах);
 d, D, B — соответственно внутренний, наружный диаметр и ширина подшипника, мм.

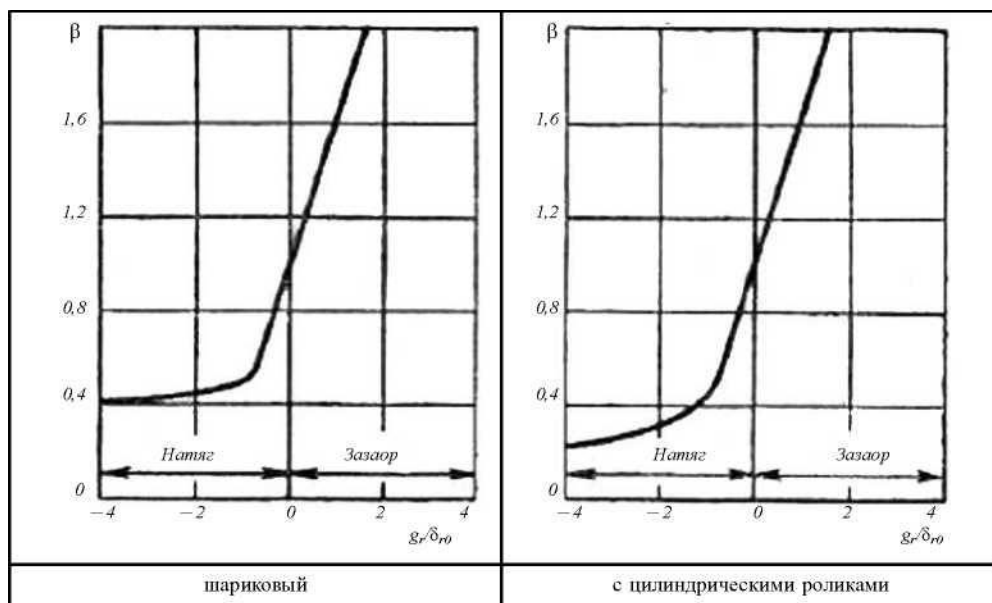


Рис. 2
Определение коэффициента β для радиального подшипника

3. Осевая жесткость подшипника

Осевая жесткость подшипника определяется по зависимости:
с предварительным натягом

$$C_a = \frac{F_a + A_0}{\delta_a} \quad (3-1)$$

с осевой игрой

$$C_a = \frac{F_a}{\delta_a + 2S}, \quad (3-2)$$

где F_a – осевая нагрузка на подшипник, Н;
 A_0 – усилие предварительного натяга, Н;
 δ_a – осевая деформация подшипника под нагрузкой, мм;
 $2S$ – полная осевая игра в подшипнике.

Величину для подшипников различных типов можно определить из уравнений, приведенных в табл. 1-1 в зависимости от осевой нагрузки, воспринимаемой телом качения

$$Q = \frac{F_a}{z \sin \alpha}, \quad (3-3)$$

Осевая деформация определяется только в контакте тел качения с дорожками качения (осевая деформация в контакте колец подшипника с сопрягаемыми торцовыми поверхностями вала и корпуса в данном случае не учитывается).

Жесткость опор на подшипниках качения может быть значительно повышена при создании предварительного натяга A_0 , который задается на основании справочных данных.

4. Радиальный зазор и осевая игра в подшипниках

Радиальный зазор g_r – зазор между кольцами и телами качения, который обуславливает некоторую свободу перемещения колец относительно друг друга в радиальном направлении.

Осевая игра S – величина полного осевого перемещения кольца подшипника из одного крайнего положения в другое при неподвижном парном кольце.

Размеры начальных радиальных зазоров и осевой игры радиальных и радиально-упорных подшипников приведены в справочниках. В качестве примера [табл. 4-1](#) и [4-2](#) приведены величины радиальных зазоров и осевой игры для различных типов подшипников качения. Подшипники,

Таблица 4-1

Радиальные зазоры в подшипниках качения

Диаметр отверстия d, мм		Радиальный зазор для основного ряда, мкм			
		Радиальные однорядные шариковые подшипники		Радиальные роликовые подшипники с короткими цилиндрическими роликами	
Св.	До	min	max	min	max
30	40	12	26	30	45
40	50	12	29	30	45
50	65	13	33	35	55
65	80	14	34	40	60
80	100	16	40	45	65
100	120	20	46	50	75

Диаметр отверстия d, мм		Радиальный зазор для основного ряда, мкм			
		Радиальные однорядные шариковые подшипники		Радиальные роликовые подшипники с короткими цилиндрическими роликами	
Св.	До	min	max	min	max
120	140	23	53	60	90
140	160	23	58	70	105
160	180	24	65	75	115
180	200	29	75	80	120
200	225	33	83	90	135
225	250	35	90	100	150
250	280	40	100	110	165
280	315	45	105	120	180
315	355	50	115	135	205
355	400	55	125	150	225

Таблица 4-2

Рекомендуемая осевая игра в подшипниках качения

Диаметр отверстия d, мм		Допускаемые пределы осевой игры при угле контакта (для ряда 1/2), мкм							
		Радиально-упорные однорядные шариковые подшипники				Конические однорядные роликовые подшипники			
		$\alpha = 120$		$\alpha = 260$ и $\alpha = 360$		$\alpha = 100 \div 160$		$\alpha = 250 \div 290$	
Св.	До	min	max	min	max	min	max	min	max
30	50	30/40	50/70	15	30	40/50	70/100	20	40
50	80	40/50	70/100	20	40	50/80	100/150	30	50
80	120	50/60	100/150	30	50	80/120	150/200	40	70
120	180	80/100	150/200	40	70	120/200	200/300	50	100
180	260	120/150	200/250	50	100	160/250	250/350	50	100
260	360	—	—	—	—	200	300	—	—
360	400	—	—	—	—	250	350	—	—

предназначенные для нормальной эксплуатации, должны иметь радиальный зазор, соответствующий основному ряду.

Значения осевой игры шариковых и роликовых радиально-упорных подшипников делятся на два ряда:

Ряд 1 – для подшипников, устанавливаемых по два на одной опоре;

Ряд 2 – для подшипников, устанавливаемых по одному на каждой опоре.

Для радиальных однорядных шариковых подшипников осевая игра при известном радиальном зазоре может быть определена по номограмме приведенной на [рис. 4-1](#)

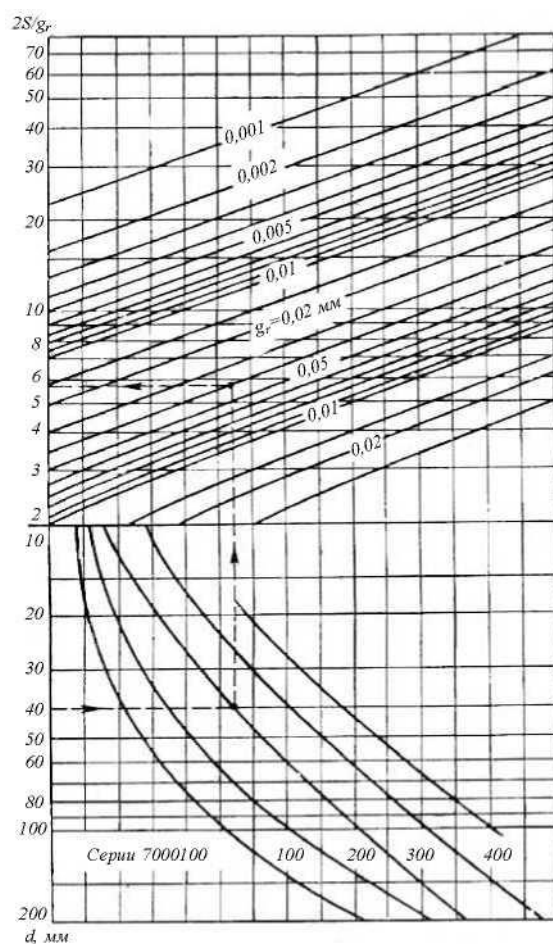


Рис. 4-1

Номограмма для определения осевой игры в радиальном однорядном шарикоподшипнике
с известным радиальным зазором

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕМПФИРОВАНИЯ В КОНСТРУКЦИЯХ ВЭМ

1. В [табл. 1-1 – 1-3](#) приведены значения постоянной демпфирования k для различных конструктивных элементов на основании данных справочника [Вибрация в технике, том 6, Часть 2, Демпфирование колебаний].

Таблица 1-1

Постоянная демпфирования в подшипниках качения

Подшипники качения	k (диапазон)		k – Среднее
Радиальный однорядный по одному на опоре (№212)	0.014	0.019	0.016
Радиальный однорядный по два на опоре (№212)	0.023	0.033	0.028
Радиальный двухрядный сфер. по одному на опоре (№212)	0.017	0.024	0.020
Роликовый цилиндрический (№212)	0.019	0.036	0.027
Роликовый конический (№7512)	0.025	0.034	0.029
Двухрядный цилиндрический (№3182112)	0.023	0.029	0.026
Шариковый радиальный и упорный (№212 и 8144)	0.037	0.048	0.043

Таблица 1-1

Постоянная демпфирования в резьбовых соединениях

Резьбовые соединения (изгиб)	k (диапазон)		k – Среднее
M20*1.5 (от 50 до 125 Гц)	0.005	0.03	0.017

Таблица 1-3

Постоянная демпфирования в плоских стыках

Плоские стыки	k
Стальные и чугунные стыки	0,012
Стык текстолит – чугун (сталь)	0,028

2. В [табл. 2-1](#) приведены значения коэффициентов α и β в зависимости от уровня напряжений и поддиапазона частот, задаваемых в соответствии с 10.5.3.3 Правил, обеспечивающие уровень демпфирования в расчетной модели, рекомендованный в ГОСТ 17516.1-90 и ГОСТ 30546.1-98.

Таблица 2-1

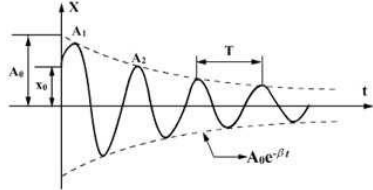
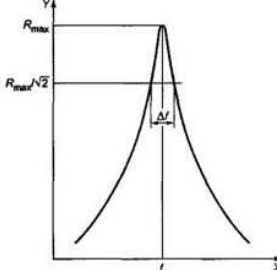
Рекомендуемые расчетные параметры демпфирования (релеевского)

Поддиапазон частот	Уровень напряжений	k	α	β
2 – 8	(0,25-0,5) σ_T	0,04	0,804	1,273E-3
	(0,5-1,0) σ_T	0,07	1,407	2,228E-3
8 – 16	(0,25-0,5) σ_T	0,04	2,681	5,305E-4
	(0,5-1,0) σ_T	0,07	4,691	9,264E-4
16 – 31.5	(0,25-0,5) σ_T	0,04	5,333	2,681E-4
	(0,5-1,0) σ_T	0,07	9,334	4,691E-4
31.5 – 63	(0,25-0,5) σ_T	0,04	10,556	1,347E-4
	(0,5-1,0) σ_T	0,07	18,473	2,358E-4
63 – 80	(0,25-0,5) σ_T	0,04	17,716	8,904E-5
	(0,5-1,0) σ_T	0,07	31,003	1,558E-4

3. Коэффициент демпфирования в расчетной модели может быть определен методами, которые проиллюстрированы в [табл. 3-1](#).

Таблица 3-1

Методы определения параметров демпфирования

Метод	График	Зависимость
анализа свободных затухающих колебаний		$k \approx \frac{1}{2\pi n} \ln (A_1/A_{n+1})$ n – число циклов при затухании амплитуды от A_1 до A_{n+1}
анализа амплитудно-частотной характеристики системы		$k \approx \frac{f_2 - f_1}{2f_r}$ f_r – резонансная частота; $(f_2 - f_1)$ – ширина полосы резонансного пика на уровне $0,707R_{\max}$

4. При верификации расчетной модели может быть выполнен расчет на ударную нагрузку, в результате которого получают графики свободных затухающие колебаний. Используя записи свободных колебаний элементов конструкции двигателя, по графику на [рис. 4](#) определяется относительное демпфирование в конструкции (ГОСТ 30630.1.1-99).

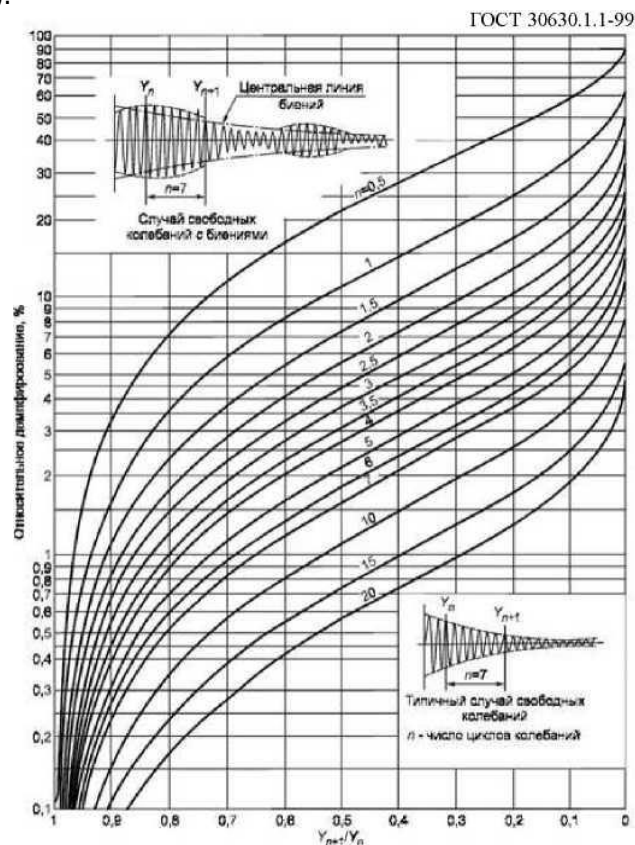


Рис. 4.
Относительное демпфирование в конструкции

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛОВ

1. Основные механические характеристики металлов приведены в [табл. 1](#).

Таблица 1

Основные механические характеристики металлов

Наименование металла	Вид проката, термической обработки	Класс прочности, марка	Толщина, диаметр проката, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	σ_{-1} , МПа
Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества по ГОСТ 535, ГОСТ 380	Сортовой, фасонный	Ст 3 сп	До 10	255	380	180
			10–20	245	370	170
		Ст 5 сп	До 10	295	490	230
			10–20	285	490	230
Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества по ГОСТ 14637, ГОСТ 380	Лист, полоса	Ст 3 сп	До 20	245	370	–
			20–40	235	370	–
		Ст 5 сп	До 20	285	490	–
			20–40	275	490	–
Прокат для строительных стальных конструкций по ГОСТ 27772	Листовой широкополосный, профили	C255	2,0–3,9	255	380	–
		Ст 3 сп	4–10	245	380	–
			10–20	245	370	–
			20–40	235	370	–
	Фасонный		4–10	255	380	–
			10–20	245	370	–
			20–40	235	370	–
	Листовой широкополосный, профили	C285	2,0–3,9	285	390	–
		Ст 3 сп	4–10	275	390	–
			10–20	265	380	–
			4–10	285	400	–
	Фасонный		10–20	275	390	–
			2,0–3,9	345	490	–
			4–10	345	490	–
	Листовой широкополосный, профили	09Г2С	10–20	325	470	–
			4–10	345	490	–
			10–20	325	470	–
			20–40	305	460	–
	Листовой широкополосный, профили	С345К 10ХНДП	4–10	345	470	–
			4–10	345	470	–

Наименование металла	Вид проката, термической обработки	Класс прочности, марка	Толщина, диаметр проката, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	σ_{-1} , МПа
Прокат для строительных стальных конструкций по ГОСТ 27772	Листовой широкополосный, профили	C375	2,0–3,9	375	510	–
		12Г2С	4–10	375	510	–
			10–20	355	490	–
			20–40	335	480	–
	Фасонный		4–10	375	510	–
			10–20	355	490	–
			20–40	335	480	–
	Листовой широкополосный, профили	C390	4–50	390	540	–
		14Г2АФ				
	Нормализация					
	Листовой широкополосный, профили	C440	4–30	440	590	–
		16Г2АФ	30–50	410	570	–
	Нормализация					
	Листовой широкополосный, профили	C590	10–36	590	685	–
	Улучшение					
Прокат из стали повышенной прочности по ГОСТ 19281	Сортовой, полосовой, фасонный	C375,	До 10	375	510	235
		15ГФ, 10Г2Б		375	510	
				375	510	
	Лист, гнутые профили	15ГФ, 10Г2Б	До 10			235
		14Г2АФ	10–50			–
	Сортовой, полосовой, фасонный	390,	До 15	390	530	240
		10ХСНД	До 20	390	530	240
		15Г2СФ				
	Лист, гнутые профили	12Г2Б	До 10	390	510	235
		15Г2СФ	До 32	390	510	235
		15Г2АФДпс	До 32	390	510	235
Прокат из стали повышенной прочности по ГОСТ 19281	Лист, гнутые профили	C440, 16Г2АФ 18Г2АФпс	До 32	440	590	265
Отливки стальные по ГОСТ 977	Нормализация	20Л	–	216	412	165
		25Л		235	441	175
		30Л		255	471	190
		20ГЛ		275	540	215
		20ФГ		294	491	195
		20Г1ФЛ		314	510	200
		30ГСЛ		343	589	230
		30ХГСФЛ		392	589	240
	Закалка + отпуск	20ГЛ	–	334	530	–
		30ГСЛ		392	638	–
		32Х06Л		441	638	–
		30ХГСФЛ		589	785	–
Отливки из хладостойкой и износостойкой стали по ГОСТ 21357	Нормализация	20ГЛ	–	300	500	–
		20ФТЛ		320	520	–
		30ХГ2СТЛ		600	700	–
	Закалка + отпуск	20ГЛ	–	400	550	–
		20ФТЛ		450	570	–
		30ГЛ		490	660	–

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

429

Наименование металла	Вид проката, термической обработки	Класс прочности, марка	Толщина, диаметр проката, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	σ_{-1} , МПа
		30ХГ2СТЛ		650	750	—
		30ХЛ		550	660	—
		110Г13Л		400	800	—
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов по ГОСТ 21631	Листы	АМг2	5,0–10,5	—	175	—
		АМг3	5–6	80	185	—
		То же	6,0–10,5	80	185	—
		АМг5М	0,6–4,5	145	275	100
		То же	4,5–10,5	130	275	100
		АМг5	5–6	130	275	100
		То же	6,0–10,5	130	275	100
		АМг6М	до 10,5	155	315	110
		АМг6	5,0–10,5	155	315	110
Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов по ГОСТ 8617	Прессованные профили	1915	5,0–10,5	195	315	—
		АМг2	Все размеры	59	147	—
		АМг3, АМг5		78	176	—
		АМг5М,		127	236	90
		АМг6		127	255	90
		АМг6М		157	314	110
		1915		196	314	110
		1915Т		216	343	120
		1935		155	245	—
Сплавы алюминиевые литейные по ГОСТ 1583	—	1935Т		155	245	—
		АМг12			147	—
		(АЛ2)			147	—
		АМг5Мц		—	196	—
		(АЛ28)	—	—	196	—
		АМг6Л		—	186	—
		(АЛ23)			186	—
		АМг6лч			196	—
		(АЛ23-1)			196	—
Металл шва или наплавленного металла (электроды покрытые металлические для ручной сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей по ГОСТ 9467)	—	Э42	—	—	411,5	—
		Э46		—	450,8	—
		Э50		—	490,0	—
		Э42А		—	411,6	—
		Э46А		—	450,0	—
		Э50А		—	490,0	—
Металл шва или наплавленного металла (электроды, покрытые металлическими для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами по ГОСТ 10052)	—	Э-07Х20Н9	—	—	539	—
		Э-07Х19Н11		—	539	—
		МЗГ2Ф		—	539	—
		Э-08Х19Н10Г2Б		—	539	—
		Э-08Х20Н9Г2Б		—	588	—
		Э-10Х25Н13Г2Б		—	588	—
		Э-03Х15Н9АГ4				
Чугун с пластинчатым графитом для отливок по ГОСТ 1412	—	СЧ15	До 50	—	105	—
		СЧ20		—	140	—
		СЧ25		—	180	—
		СЧ30		—	220	—
		СЧ35		—	260	—

Наименование металла	Вид проката, термической обработки	Класс прочности, марка	Толщина, диаметр проката, мм	σ _т , МПа	σ _в , МПа	σ ₋₁ , МПа	
Чугун с шаровидным графитом для отливок по ГОСТ 7293	—	ВЧ35	—	220	350	—	
		ВЧ40		250	400	—	
		ВЧ45		310	450	—	
		ВЧ50		320	500	—	
Отливки из ковкого чугуна по ГОСТ1215	—	КЧ30-6	—	—	294	—	
		КЧ35-10		—	333	—	
		КЧ37-12		—	362	—	
		КЧ45-7		—	441	—	
Заклепки классов точности В и С по ГОСТ10304	—	Ст2, Ст3	2–24	—	310	—	
		10кп,15кп		—	310	—	
		10,15		—	330	—	
		09Г2		—	380	—	
		12Х18Н9Т		—	430	—	
		АМг5П		—	160	—	
Болты, винты, шпильки по ГОСТ 1759.4	Горячая штамповка	Класс 3.6 10,10кп	6–36	190	330	—	
	Холодная штамповка	Класс 5.8 10,10кп, 20,20кп	—	420	520	—	
Прокат из стали повышенной прочности по ГОСТ 19281	Сортовой, полосовой, фасонный	295	До 20	305	440	200	
		09Г2	20–32	295	430	200	
		09Г2, 09Г2С					
	Лист, Гнутые профили	09Г2	До 20	305	440	200	
		09Г2, 09Г2С	20–32	295	430	200	
	Сортовой, полосовой, фасонный	325	До 20	325	325	210	
		09Г2С	До 32	325	450	210	
		14Г2, 15ГФ					
		15ХСНД					
	Лист, Гнутые профили	09Г2С	10–20	325	470	210	
		14Г2, 15ГФ	До 32	325	450	210	
		10Г2С1	20–60	325	450	210	
		Сортовой, полосовой, фасонный	345	До 10	345	480	220
	Сортовой, полосовой, фасонный	09Г2С,		345			
		10Г2С1,		345			
		10ХНДП		345	480	220	
		15ХСНД,	10–20	345	480	220	
		15ГФ					
		Лист, гнутые профили	09Г2С,	До 10	345	490	225
			17ГС.				
	10Г2С1 14ХГС						
	10ХНДП						
	15ГФ,		До 10	345	470	220	
	17Г1С		10–20	345	490	225	
	15ХСНД	До 32	345	490	225		
Примечание. Не указанные характеристики материалов устанавливают по соответствующим техническим условиям и нормативным документам							

2. В табл. 1 приведенные минимальные значения σ_m и σ_B , а также средние значения предела выносливости σ_{-1} для деформации изгиба по данным литературных источников, справочным и экспериментальным данным.

3. При отсутствии данных о значениях предела выносливости для расчетов рекомендуется использовать следующие эмпирические зависимости:

для малоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей типа марок Ст 3, стали 20, 09Г2, 09Г2С, 15ГФ $\sigma_{-1} = 0,5\sigma_B$;

для литых сталей типа марок 20Л, 20ЛГ, 20ФЛ, 15ГФ $\sigma_{-1} = 0,45\sigma_B$;

для алюминиевых сплавов типа марок АМг5, АМг6, 1915 $\sigma_{-1} = 0,40\sigma_B$.

4. Все механические характеристики приведены для температуры 20 °С.

5. Пределы текучести материалов швов при дуговой сварке рекомендуют принимать равными для электродов марок:

$$342 \text{ и } Э42А - \sigma_m = 0,65\sigma_B,$$

$$Э46, Э46А, Э50 \text{ и } Э50А - \sigma_m = 0,5\sigma_B,$$

где σ_B – предел прочности материала шва.

6. Для сталей уравнение кривой усталости принимается в форме

$$\sigma_\alpha^m = \sigma_{-1}^m N_G$$

$$\text{при } \sigma_\alpha \geq \sigma_{-1} \quad (6)$$

$$N = \infty$$

$$\text{при } \sigma_\alpha < \sigma_{-1}.$$

7. В случаях, когда в справочной литературе отсутствуют характеристики усталости интересующей марки стали, рекомендуется показатель наклона левой ветви кривой усталости определять их по приближенным корреляционным зависимостям:

$$m \approx 1K \left(5 + \frac{\sigma_B}{80} \right) \quad (7-1)$$

$$N_G - 2 \times 10^6 \text{ циклов} \quad (7-2)$$

где K – коэффициент, учитывающий влияние различных конструктивных факторов и определяемый, который для учета взаимного влияния конструктивных факторов определяется с использованием формул

$$K = \frac{K_\sigma/K_d + 1/K_F - 1}{K_v} \quad (7-3)$$

8. В справочной литературе и отраслевых нормативных материалах приводятся рекомендации по учету других конструкторских, технологических и эксплуатационных факторов, таких, как повышенная и пониженная температура, коррозия, наличие агрессивных сред, радиация, наличие натяга, частота и форма цикла нагружения и др.

9. Значения коэффициентов влияния асимметрии цикла на предельные амплитуды ψ_σ и ψ_τ для лабораторных образцов определяют по формулам

$$\psi_\sigma = 0,02 + 2 \times 10^{-4} \sigma_B \quad (9-1)$$

$$\psi_\tau = 0,5\psi_\sigma \quad (9-2)$$

Для деталей значения коэффициентов делят на K .

10. Если рабочая температура элементов конструкций ВЭМ выше 50 °С, при выполнении расчета должны учитываться механические характеристики соответствующие рабочим условиям.

Поправочные коэффициенты учета температуры по данным ПНАЭ Г7-002-86 приведены в [табл. 10](#), где k_m и k_B поправочные коэффициенты по пределу текучести и временному сопротивлению, соответственно.

Таблица 10

Поправочные коэффициенты учета рабочей температуры материала

Материал	Т, °С	20	50	100	200	300
Ст 3	КТ	1.00	1.00	0.95	0.76	0.71
	КВ	1.00	0.97	0.95	0.92	0.76
09Г2С	КТ	1.00	1.00	0.96	0.88	0.8
	КВ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
08Х18Н10Т	КТ	1.00	0.97	0.96	0.92	0.88
	КВ	1.00	0.98	0.94	0.85	0.77
АМг3	КТ	1.00	1.00	1.00	1.00	–
	КВ	1.00	1.00	0.94	0.82	–

11. При отсутствии данных о влиянии температуры на значениях пределов выносливости для расчетов рекомендуется использовать поправочные коэффициенты (k_m и k_B), приведенные в [табл. 11](#) (СНиП 2.04.12-86, СП 33.13330.2012).

Таблица 11

Поправочные коэффициенты учета рабочей температуры сталей

Стали	Т, °С	0 – 40	50	100	200	300
Углеродистые	КТ	1.0	0.98	0.95	0.87	0.71
	КВ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Низколегированные	КТ	1.0	0.95	0.91	0.87	0.8
	КВ	1.0	0.98	0.95	0.95	0.91
Легированные	КТ	1.0	0.98	0.95	0.87	0.8
	КВ	1.0	0.98	0.95	0.87	0.8

12. Физико-механические свойства оловянных и свинцовых баббитов приведены в [табл. 12](#).

Таблица 12

Марка баббита	Плотность, г/см³	Твердость по Бриннелю НВ 5/62, 5/60, НВ 2, 5/15, 6/60 при 20 град. С	σ_T , Н/мм²	σ_B , Н/мм²
Б88	7,35	27–30	–	–
Б83	7,38	27–30	80–85	110–120
Б83С	7,4	27–30	–	–
БН	9,55	27–29	70–74	125–130
Б16	9,29	30	86	147
БС6	10,05	15–17	–	–

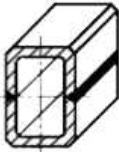
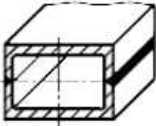
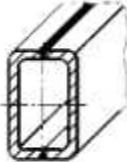
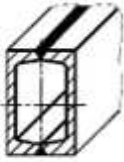
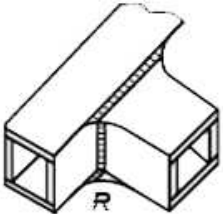
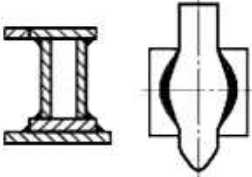
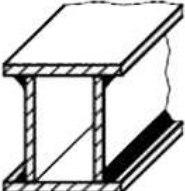
13. Значения номинальных допускаемых напряжений для материала определяются по зависимости

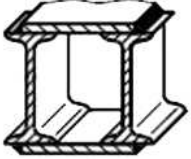
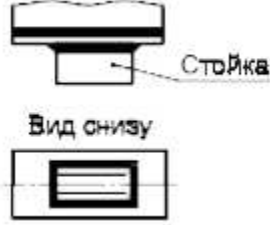
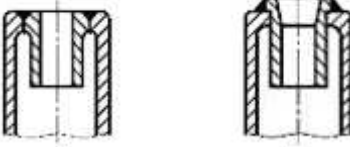
$$[\sigma] = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{k_T k_T}{1,5} \\ \frac{k_B k_B}{2,6} \end{array} \right. \quad (13)$$

ЭФФЕКТИВНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ

Таблица 1

Эффективный коэффициент концентрации для сварных соединений

Характеристика соединения	Вид соединения	Коэффициент концентрации K_σ
Балка прямоугольного сечения, сваренная из: а) штампованных П-образных элементов; б) двух швеллеров	 а)  б)	1,0
Балка прямоугольного сечения, сваренная из: а) штампованных П-образных элементов; б) двух швеллеров	 а)  б)	1,1
Балка двутаврового сечения	 а)  б)	а) 1,0 б) 1,1
Сопряжение двух балок: а) $R = 50$ мм и более; б) $R = 50$ мм и менее; в) под прямым углом	 R	а) 1,3 – 1,5 б) 1,6 – 2,0 в) 2,1
Соединение двух балок прерывистым сварным швом		1,7 – 2,1
Балка прямоугольного сечения, сваренная из листового проката		1,1

Характеристика соединения	Вид соединения	Коэффициент концентрации K_σ
Балка замкнутого сечения (два швеллера или двутавра, объединенные верхним и нижним истами)		1,1
Приварка стойки (кронштейна) или ребер (показано пунктиром) к горизонтальному листу балки, примыкание под прямым углом		2,1
Вварка втулки: а) сварка встык с разделкой кромок свариваемых элементов; б) соединение внахлест	 а) б)	а) 1,4 – 1,6 б) 1,7 – 2,1

РАСЧЕТ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

1. Оценка радиальных подшипников полусухого и полужидкостного трения
Среднее рабочее давление между цапфой и вкладышем определяют по формуле

$$p_c = \frac{F_r}{dl} \quad (1-1)$$

где F_r – радиальная нагрузка на подшипник, Н;
 d – диаметр цапфы, мм;
 l – длина цапфы, мм.

Расчетная окружная скорость цапфы

$$v = \frac{\omega d}{2} = \frac{\pi d n}{60} \quad (1-2)$$

где ω – угловая скорость цапфы, рад/сек;
 n – частота вращения, 1/мин.

Тогда

$$p_c v = \frac{F_r \omega}{2l} = \frac{\pi n F_r}{60l} \quad (1-3)$$

2. Оценка осевых подшипников полусухого и полужидкостного трения
Для упорного подшипника скольжения среднее рабочее давление под пятой

$$p_c = \frac{4F_a}{\pi(d^2 - d_0^2)K_\psi}, \quad (2-1)$$

где F_a – осевая нагрузка, Н;
 d и d_0 – наружный и внутренний диаметры пяты, мм;
 $K_\psi = 0,8 \dots 0,9$ – коэффициент, учитывающий уменьшение опорной поверхности из-за наличия смазочных канавок.

Расчетная окружная скорость вала

$$V = \frac{\omega R_{np}}{2} \quad (2-2)$$

где R_{np} – приведенный радиус, мм,

$$R_{np} = \frac{1}{3} \frac{d^3 - d_0^3}{d^2 - d_0^2} \quad (2-3)$$

3. Оценка радиальных подшипников жидкостного трения

При установившемся режиме работы толщина h масляного слоя должна быть больше суммы микронеровностей цапфы R_{z1} и вкладыша R_{z2} (рис. 3), где R_{z2} и R_{z1} – шероховатости поверхностей соответственно цапфы и вкладыша (сумма высот

неровностей поверхностей шипа и подшипника для выбранного класса их чистоты по ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики».

Нарушение режима жидкостного трения с учетом геометрии вала определяется по зависимости в остальных случаях величина y_0 определяется при расчете вала.

$$h_{кр} = R_{z1} + R_{z2} + y \quad (3-1)$$

где y_0 – прогиб шипа в подшипнике, который:
для двухопорного вала может быть определен как
 $y_0 = 1,6(l/L)y_{max}$.

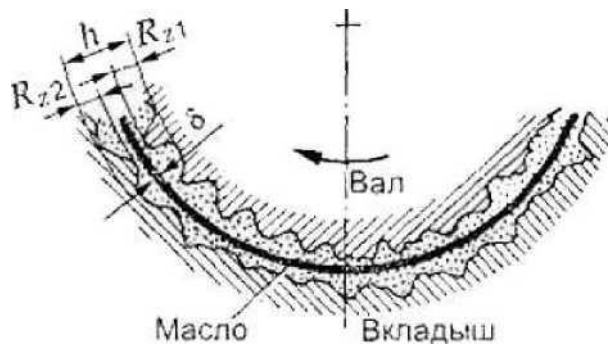


Рис.3
Масляный слой при установившемся режиме работы

y_{max} – стрела прогиба вала на участке между опорами,
 L – расстояние между серединами опор.

При оценке несущей способности подшипников скольжения при механических воздействиях в режиме жидкостного трения известны следующие параметры:

p – нагрузка,
 ω – угловая скорость;
 d и l – размеры подшипника;
 $\psi = \Delta/d = (D - d)/d$ – относительный диаметральный зазор в подшипнике;
 D – диаметр вкладыша;
 $\chi = e/\delta$ – относительный эксцентриситет;
 $\delta = \Delta/2$ – радиальный зазор;
 μ – динамическая вязкость, МПа с, которая определяется с учетом сорта масла и рабочей температуры по справочным данным.

Вводится понятие коэффициента нагруженности Φ_p , который определяется по зависимости

$$\Phi_p = \frac{p\psi^2}{\mu\omega} \quad (3-2)$$

Для заданного l/d Φ_p по [табл. 3](#) определяется значение χ .
Толщина масляного слоя в подшипнике при режиме жидкостного трения:

$$h_{min} = \delta(1 - \chi). \quad (3-3)$$

Таблица 3

Безразмерный коэффициент нагруженности подшипника Φ_p

l/d	χ												
	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,925	0,95	0,975	0,99
	Угол охвата 180°												
0,4	0,141	0,216	0,339	0,431	0,573	0,776	1,179	1,775	3,195	5,055	8,39	21,00	65,26
0,5	0,209	0,317	0,493	0,622	0,819	1,098	1,572	2,428	4,261	6,615	10,71	25,62	75,86
0,6	0,283	0,427	0,655	0,819	1,070	1,418	2,001	3,036	5,214	7,956	12,64	29,17	83,21
0,7	0,361	0,538	0,816	1,014	1,312	1,720	2,399	3,580	6,029	9,072	14,14	31,88	88,90
0,8	0,439	0,647	0,972	1,199	1,538	1,965	2,754	5,053	6,721	9,992	15,37	33,99	92,89
1,0	0,589	0,853	1,263	1,528	1,929	2,469	3,372	4,808	7,772	11,38	17,18	37,00	98,95
1,2	0,723	1,033	1,489	1,796	2,247	2,838	3,787	5,364	8,533	12,35	18,43	39,04	102,9 0
1,5	0,891	1,248	1,763	2,099	2,600	3,242	4,266	5,947	9,304	13,34	19,08	41,07	106,8 4
	Угол охвата 120°												
0,4	0,132	0,198	0,325	0,448	0,602	0,846	1,259	2,050	3,706	5,497	9,73	25,73	83,10
0,5	0,183	0,261	0,463	0,620	0,826	1,144	1,676	2,674	4,717	6,880	12,57	29,33	90,50
0,6	0,245	0,364	0,592	0,788	0,979	1,420	2,052	3,209	5,556	7,994	13,55	32,73	95,52
0,7	0,299	0,441	0,709	0,935	1,221	1,656	2,365	3,654	6,213	8,849	14,80	34,30	99,03
0,8	0,349	0,512	0,815	1,068	1,385	1,862	2,632	4,013	6,749	5,537	15,78	35,86	101,7 3
1,0	0,436	0,633	0,992	1,285	1,644	2,185	3,042	4,540	7,508	10,53	17,22	38,08	105,4 7
1,2	0,506	0,722	1,126	1,448	1,838	2,419	3,335	4,941	8,075	11,21	18,13	39,58	107,9 8
1,5	0,583	0,831	1,271	1,622	2,041	2,663	3,667	5,328	8,618	11,89	19,06	41,06	110,4 8

ХАРАКТЕРИСТИКИ АНТИФРИКЦИОННЫХ СПЛАВОВ

1. Применительно к различным материалам подшипников скольжения в [табл. 1 – 4](#) даны значения $[p]$, $[pv]$ и $[v]$.

Таблица 1

Антифрикционный чугун для подшипников скольжения (ГОСТ 158585)

Марка	Твердость, HB	$[p]$, Н/мм ²	$[v]$, м/с	$[pv]$, Нм/мм ² с
АЧС-1	180-229	0,05	2	0,1
АЧС-1	180-220	9	0,2	1,8
АЧС-2	190-229	0,1	3	0,3
АЧС-3	160-100	1,0	0,75	4,5
АЧВ-1	210-260	0,5	5	2,5
АЧВ-2	167-197	12	1,0	12,0
АКЧ-1	197-217	0,5	5	2,5
АКЧ-2	167-197	12	1,0	12,0

Примечания:

- Для промежуточных значений v величина $[pv]$ определяется интерполированием.
- Подшипники из чугуна АЧС-1, АЧС-2, АЧВ-1, АКЧ-1 работают с закаленным или нормализованным валом, из АЧС-3, АЧВ-2, АКЧ-2 – с незакаленным валом.

Таблица 2

Бронза и латунь для подшипников скольжения

Марка	Область применения	$[p]$, Н/мм ²	$[v]$, м/с	$[pv]$, Нм/мм ² с
Бр.ОФ10-1	Подшипники паровых турбин, генераторов и электродвигателей, центробежных насосов и компрессоров	15	10	15
Бр.ОФ6,5-0,15		—	—	—
Бр.ОЦС5-5-5		8	3	12
Бр.ОЦС6-6-3		5	3	10
Бр.ОЦС4-4-17		10	4	10
Бр.АЖ9-4	Подшипники центробежных насосов и компрессоров, электродвигателей, металлорежущих станков, редукторов, прокатных станов	15	4	12
Бр.АЖ9-4Л		—	—	—
Бр.АЖМц10-3-1,5		20	5	12
Бр.АЖС7-1,5-1,5		25	8	20
ЛМцОС58-2-2-2	Подшипники транспортеров, кранов, рольгангов, редукторов, вибраторов, экскаваторов, дробилок	10	1	10
ЛКС80-3-3		12	2	10
ЛМцЖ52-4-1		4	2	6

Таблица 3

Баббиты и их заменители

Марка	Область применения	$[p]$, Н/мм ²	$[v]$, м/с	$[pv]$, Нм/мм ² с
Б89; Б83	Подшипники, несущие большую нагрузку и работающие при большой скорости скольжения: паровых турбин, турбогенераторов, электродвигателей мощностью свыше 750 кВт, двигателей внутреннего сгорания	20	60	15
Б16	Подшипники электродвигателей, тракторов, центробежных насосов и компрессоров, прокатных станов и других машин, работающих без резких изменений нагрузки	15	12	10

Марка	Область применения	$[p]$, Н/мм ²	$[v]$, м/с	$[p_v]$, Нм/мм ² с
Б6	Подшипники редукторов, насосов, вентиляторов, лебедок, шаровых мельниц, небольших прокатных станков и других машин, работающих с умеренной нагрузкой без резких ударов	5	6	5
БН	Подшипники паровых турбин и электродвигателей средней мощности, автотракторных двигателей, поршневых компрессоров и других машин, работающих с переменной и ударной нагрузкой	20	15	15

Таблица 4

Металлокерамические подшипники ($[p]$, Н/мм²)

Материал	Пористость, %	0,1v, м/с	0,2v, м/с	1v, м/с	2v, м/с	3v, м/с	4v, м/с
Бронзографит 9-10%, Sn 1-4% графита, остальное Cu	15-20	18	7	6	5	3,5	1,2
Бронзографит 9-10%, Sn 1-4% графита, остальное Cu	20-25	15	6	5	4	3	1
Бронзографит 9-10%, Sn 1-4% графита, остальное Cu	25-30	12	5	4	3	2,5	0,8
Железографит 1-3% графита, остальное Fe	15-20	25	8,5	8	6,5	4,5	1
Железографит 1-3% графита, остальное Fe	20-25	20	7	6,5	5,5	3,5	0,8
Железографит 1-3% графита, остальное Fe	25-30	15	5	5	4	2,5	0,6

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРУЖИН

1. Характеристики пружин виброизоляции можно рассчитать, пользуясь рекомендациями стандартов.

В расчетах используются параметры, приведенные в [табл. 1](#).

Таблица 1

Расчетные параметры винтовых пружин

Обозначение	Размерность	Величина
E	Н/мм ²	Модуль упругости материала пружины
G	Н/мм ²	Модуль сдвига материала пружины
D	мм	Средний диаметр пружины
d	мм	Диаметр прутка пружины
L_0	мм	Длина разгруженной пружины
i	—	Количество рабочих (активных) витков
s	мм	Деформация пружины
R	Н/мм	Вертикальная жесткость пружины
R_Q	Н/мм	Горизонтальная жесткость пружины
f_e	Гц	Низшая собственная частота пружины
P	кг/мм ³	Плотность материала пружины
τ_{-1}	Н/мм ²	Предел выносливости при симметричном цикле
t_0	Н/мм ²	Предел выносливости при отнулевом цикле

2. Жесткость пружины при работе на сжатие определяется по формуле

$$R = \frac{Gd^4}{8D^3i} \quad (2-1)$$

Жесткость пружины при работе в горизонтальном направлении зависит как от ее геометрических размеров, так и от степени ее загрузки вертикальной нагрузкой.

Горизонтальная жесткость определяется с учетом двух вспомогательных параметров:

Удлинение пружины –

$$\lambda = \frac{L_0}{D} \quad (2-2)$$

Относительная деформация пружины –

$$\xi = \frac{s}{L_0} \quad (2-3)$$

Тогда горизонтальная жесткость пружины определяется по формуле

$$R_Q = R_\xi \left[\xi - 1 + \frac{1/\lambda}{1/2 + G/E} \sqrt{\left(\frac{1}{2} + \frac{G}{E}\right) \left(\frac{G}{E} + \frac{1-\xi}{\xi}\right)} \cdot \tan \left\{ \lambda \xi \sqrt{\left(\frac{1}{2} + \frac{G}{E}\right) \left(\frac{G}{E} + \frac{1-\xi}{\xi}\right)} \right\} \right]^{-1} \quad (2-4)$$

3. Параметром характеризующим свойства виброизоляции является собственная частота пружины, которая для пружины при обоих закрепленных концах и определяется по формуле

$$f_e = \frac{3560d}{iD^2} \sqrt{\frac{G}{\rho}} \quad (3-1)$$

Для обеспечения эффективной виброизоляции необходимо, чтобы собственные частоты пружин находились вне диапазона частот динамического нагружения.

В результате расчета с статической и динамической нагрузок получаем осевую F и поперечную F_Q реакцию в пружине.

Смещение пружины в поперечном направлении определяется по зависимости

$$S_Q = F_Q/R_Q \quad (3-2)$$

Касательные напряжения в пружине при совместном действии осевой и поперечной нагрузок

$$\tau = \frac{8k}{\pi d^3} [F(D + s_Q) + F_Q(L - d)], \quad (3-3)$$

где k — корректирующий коэффициент учитывающий повышение напряжений в средних точках сечения прутка вследствие деформации сдвига

$$k = \frac{D/d-0,5}{D/d-0,75} \quad (3-4)$$

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗИНЫ

1. Основные механические характеристики резины в [табл. 1-1](#) и [1-2](#), где:
 $[\varepsilon]$ – допускаемая относительная деформация сжатия;
 $[\sigma]$ – допускаемое напряжение сжатия, отнесенное к начальной площади поперечного сечения недеформированного резинового элемента;
 $[\gamma]$ – допускаемая относительная деформация сжатия;
 $[\tau]$ – допускаемое напряжение сдвига, отнесенное к начальной площади поперечного сечения недеформированного резинового элемента;

Таблица 1-1
Допускаемые механические характеристики сжатия резиновых деталей

Показатель	Фактор формы Φ ¹	Значения модуля сдвига, упругости и допускаемые напряжений сжатия, МПа, при твердости по Шору					[ε]
		30±3	40±3	50±4	60±4	70±4	
Модуль сдвига G	–	0.4 – 0.5	0.5 – 0.6	0.6 – 0.8	0.9 – 1.1	1.3 – 1.5	–
Модуль упругости E _p	0.25	2.5 – 3.0	3.0 – 1.0	4.0 – 5.5	6.0 – 7.0	8.5 – 10.0	–
[σ] при статических нагрузках	0,25	0,5	0,6	0,8	1,0	12	0,15 – 0,20
	0,50	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	
	0,75	0,9	1,0	1,2	1,5	1,8	
	1,00	1,1	1,2	1,5	1,8	2,2	
	1,25	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	
	1,50	1,5	1,8	2,0	2,5	2,8	
[σ] при сочетании статических нагрузок со случайными и эпизодическими динамическими	0,25	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	0,10 – 0,15
	0,50	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	
	0,75	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	
	1,00	0,9	1,0	1,2	1,5	1,8	
	1,25	1,1	1,2	1,4	1,8	2,2	
	1,50	1,3	1,5	1,6	2,0	2,5	
[σ] при стационарных динамических нагрузках	0,25	0,3	0,4	0,45	0,6	0,75	0.05 – 0.10
	0,50	0,4	0,45	0,6	0,75	0,9	
	0,75	0,55	0,6	0,75	0,9	1,1	
	1,00	0,7	0,75	0,9	1,1	1,3	
	1,25	0,8	0,9	1,0	1,3	1,6	
	1,50	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	
¹ фактором формы является отношение площади нагружения к площади свободной (боковой) поверхности детали.							

Таблица 1-2
Допускаемые механические характеристики сдвига резиновых деталей

Показатель	Значения модуля сдвига и допускаемых касательных напряжений сдвига, МПа, при твердости по Шору				М
	40 $\pm$ 3	50 $\pm$ 4	60 $\pm$ 4	70 $\pm$ 4	
Модуль сдвига G	0,4 – 0,5	0,6 – 0,7	0,9 – 1,1	1,3 – 1,5	–
$[\tau]$ при статических нагрузках	0,2	0,2	0,4	0,5	0,35 – 0,5
$[\tau]$ при сочетании статических нагрузок со случайными и эпизодическими динамическими	0,15	0,2	0,25	0,3	0,2 – 0,3
$[\tau]$ при стационарных динамических нагрузках	0,1	0,15	0,18	0,22	0,1 – 0,15

На [рис. 1](#) приведен график иллюстрирующий зависимость модуля упругости резины от фактора формы Φ и твердости по Шору h .

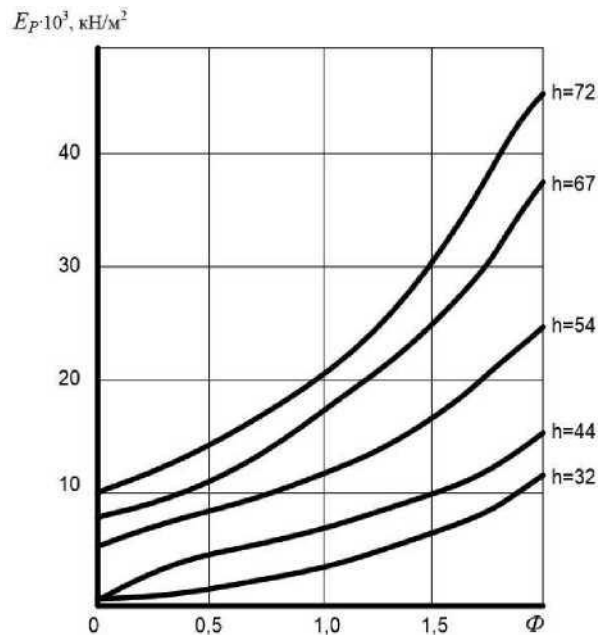


Рис.1
Зависимость E_p от фактора формы Φ и твердости по Шору h

2. На практике работа резиновых деталей происходит при скоростях деформации значительно превышающих скорости релаксации процессов. Поэтому динамический модуль упругости отличается от статического и может быть определен по зависимости типа

$$E_p = k \cdot E_{p0}, \quad (2-1)$$

где k — параметр, учитывающий влияние скорости деформации на модуль упругости для данного типа резины.
По имеющимся в литературе данным рекомендуемое значение параметра k лежит в пределах $k = 1 - 2$ и более.

В [табл. 2](#) приведены значения параметра k для резин различной жесткости при колебаниях с частотой 500 циклов/мин (амплитуда деформации не приводится).

Коэффициент формы, который рассчитывается по зависимостям:
для амортизатора кольцевой формы

$$\Phi = \frac{D-d}{4H} \quad (2-2)$$

для амортизатора прямоугольной формы

$$\Phi = \frac{ab}{2(a+b)H}, \quad (2-3)$$

где D и d — наружный и внутренний диаметры амортизатора, мм;
 a и b — стороны основания массива амортизатора, мм;

H — высота амортизатора, мм.

При отсутствии данных жесткость резинового виброизолятора при продольном сжатии может быть определена по формуле:

$$R_z = \frac{SE_d}{H} \quad (2-4)$$

где S — площадь поперечного сечения амортизатора;

E_d — динамический модуль упругости;

H — высота амортизатора.

Жесткость резинового виброизолятора в поперечном направлении (сдвиг) может быть определена по формуле:

$$R_x = R_y = \frac{SG_d}{H}, \quad (2-5)$$

где G_d — динамический модуль сдвига.

СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ (ГИБРИДНЫХ) ПРОПУЛЬСИВНЫХ УСТАНОВОК

1 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

1.1 Стендовые испытания на функционирование комбинированных (гибридных) пропульсивных установок (КПУ) должны проводиться в максимально возможном объеме. Если отсутствует возможность проведения отдельных видов проверок, проведение этих проверок, в соответствии с п. 1.5.7 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий», переносится на период швартовых и/или ходовых испытаний судна.

1.2 Оборудование, входящее в состав КПУ, предусмотренное Номенклатурой РС, к началу стендовых испытаний должно пройти испытания после изготовления в объемах и согласно требованиям, указанным в соответствующих разделах части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий».

1.3 Стендовые испытания проводятся по календарному графику, разработанному предприятием-изготовителем КПУ (или предприятием, назначенным ответственным за испытания) и согласованному с РС, на основании утвержденной программы испытаний.

2 ПРЕДЪЯВЛЯЕМАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ДО НАЧАЛА ИСПЫТАНИЙ

2.1 Стендовые испытания КПУ проводятся по программе, одобренной Регистром. До начала проведения стендовых испытаний должны быть предъявлены:

- документ о готовности стенда к испытаниям;
- структурная схема стенда и план расположения оборудования;
- схемы соединений КПУ электрические и гидравлические (при наличии гидравлических систем);
- документы о поверке контрольно-измерительных приборов стенда и аттестации испытательного оборудования;
- рабочая конструкторская документация на оборудование КПУ;
- программа и методика стендовых испытаний КПУ;
- руководство по эксплуатации оборудования КПУ;
- формуляры (паспорта) на оборудование КПУ;
- копии Свидетельств Регистра на оборудование КПУ;
- копии протоколов ранее проведенных испытаний оборудования КПУ.

3 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

К началу испытаний должны быть завершены все монтажные, электромонтажные, пусконаладочные и настроечные работы на стенде.

Стендовые испытания должны проводиться в условиях, близких к эксплуатационным. Для этого стенд должен быть оборудован устройствами, в том числе нагрузочными, обеспечивающими получение необходимых характеристик испытываемой установки.

4 ПЕРЕЧЕНЬ ПРОВЕРОК

В объем стендовых испытаний (с учетом конструктивного исполнения и функциональных возможностей испытываемой установки) должны входить:

- а) обязательные проверки:
 - проверка внешнего вида оборудования КПУ и качества монтажа на стенде;
 - проверка надежности действия устройства для проворачивания вала;
 - проверка минимально устойчивой частоты вращения теплового главного двигателя (ГД) на холостом ходу и при нагрузке его по винтовой характеристике;
 - проверка управления тепловым ГД и гребным электродвигателем (ГЭД) с дистанционных постов управления и с местного поста управления на двигателе, проверка надежности переключений, а также соответствия реверсивных устройств и системы регулирования частоты вращения двигателя предъявляемым требованиям, с осциллографированием переходных процессов;
 - проверка надежности и удобства переключений органов управления вручную, а также надежности фиксации заданных положений этих органов;
 - проверка пуска двигателей КПУ во всех предусмотренных сочетаниях;
 - проверка регулирования частоты вращения двигателей КПУ во всех предусмотренных сочетаниях;
 - проверка останова двигателей КПУ во всех предусмотренных сочетаниях;
 - проверка экстренного и аварийного останова двигателей КПУ во всех предусмотренных сочетаниях;
 - проверка реверса двигателей КПУ во всех предусмотренных сочетаниях;
 - проверка надежности и устойчивости действия систем ДАУ, контроля, сигнализации, блокировки и защиты;
 - торсиографирование КПУ для проверки отсутствия запретных зон частот вращения на всех рабочих режимах установки при работе на передний и на задний ход;
 - проверка показателей работы (статических и динамических характеристик) средств автоматизации (управления оборотами и т.д.);
 - проверка действия разобщительных устройств (муфт, реверс-редукторных передач) проводится в соответствии с п. 5.7.12 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий»;
 - проверка работы оборудования КПУ;
 - проверка работы систем охлаждения и смазки;
 - проверка удобства обслуживания и ремонта КПУ со штатными агрегатами, вспомогательными механизмами, системами и устройствами при использовании штатного специнструмента и приспособлений;
 - проверка состояния оборудования после отработки заданной продолжительности стендовых испытаний (ревизия);
 - контрольная проверка в действии КПУ с ее штатными агрегатами, вспомогательными механизмами, системами и устройствами. Определение правильности сборки, регулировки и сохранения основных технических показателей в пределах, оговоренных в технической документации;
- б) проверки режимов, если они предусмотрены конструкцией КПУ:
 - проверка генераторного режима работы ГЭД;
 - проверка электростартерного запуска теплового ГД от ГЭД;
 - проверки прочих режимов, предусмотренных конструкцией КПУ.

5 ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИСПЫТАНИЙ

5.1 Продолжительность испытаний должна быть достаточной для установления заданных режимов и осуществления контроля и измерения параметров.

6 ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

6.1 Стендовые испытания проводятся со всеми штатными контрольно-измерительными приборами, включая приборы дистанционного контроля. При испытаниях используются также дополнительные (стендовые) приборы и аппаратура, состав и количество которых определяется характером и количеством измеряемых параметров, оговоренных в программе испытаний.

6.2 Применяемые при испытаниях стендовые средства измерений должны иметь действующие документы о поверке. Соответствующие документы предъявляются инспектору РС до начала испытаний.

6.3 Нагрузочное устройство должно обладать характеристиками, обеспечивающими всестороннее испытание КПУ на всех режимах, предусмотренных программой испытаний как на переднем, так и на заднем ходу. Обслуживание испытуемого образца в процессе испытаний должно осуществляться согласно инструкциям по эксплуатации с помощью штатного инструмента и приспособлений.

7 ОФОРМЛЯЕМЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ

7.1 При положительных результатах проведенных стендовых испытаний на функционирование комбинированных (гибридных) пропульсивных установок составляется акт освидетельствования образца по установленной форме, в соответствии с 1.5.10 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий».

7.2 При отрицательных результатах проведенных стендовых испытаний на функционирование комбинированных (гибридных) пропульсивных установок, в соответствии с п. 1.5.9 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий», изделие не допускается для установки на судно.

ПРИЛОЖЕНИЕ 18 (рекомендуемое)

ИСПЫТАНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

**1. ИСПЫТАНИЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ (ЛИАБ) И
ЛИТИЙ- ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ (ЛИАС).**

Таблица 1.1

Перечень испытаний ячеек ЛИАБ

№	Испытание	Головной образец	Серийные образцы	Нормативно-технический документ / комментарий
1	Внешнее короткое замыкание	+	-	Стандарт МЭК 62619, п. 7.2.1
2	Динамический удар	+	-	Стандарт МЭК 62619, п. 7.2.2
3	Термическое воздействие	+	-	Стандарт МЭК 62619, п. 7.2.4
4	Принудительный разряд	+	-	Стандарт МЭК 62619, п. 7.2.6

Таблица 1.2

Перечень испытаний ЛИАС

№	Испытание	Головной образец	Серийные образцы	Нормативно-технический документ / комментарий
1	Распространение возгорания	+	-	Стандарт МЭК 62619, п. 7.3.3
2	Управление напряжением при перезаряде	+	-	Стандарт МЭК 62619, п. 8.2.2
3	Управление током при перезаряде	+	-	Стандарт МЭК 62619, п. 8.2.3
4	Контроль перегрева	+	-	Стандарт МЭК 62619, п. 8.2.4
5	Отказ датчиков	+	-	Согласно тех. требованиям предприятия (изготовителя)
6	Балансировка ячеек	+	-	Согласно тех. требованиям предприятия (изготовителя)
7	Проверка заряда	+	-	Согласно тех. требованиям предприятия (изготовителя)
8	Проверка емкости	+	-	Стандарт МЭК 62620, п. 6.3.1
9	Функции защиты	+	+	Проверка работы системы контроля. Проверка срабатывания защиты
10	Функции безопасности	+	+	Аварийное отключение. Независимое отключение по температуре или напряжению
11	Прочность изоляции	+	+	Согласно требованиям Правил РС/ТН
12	Сопротивление изоляции	+	+	Согласно требованиям Правил РС/ТН
13	Отказ системы охлаждения	+	-	Проверяется реакция на отказ охлаждения, потерю и возникновение утечек хладагента
14	Гидравлические испытания системы охлаждения	+	+	Согласно требованиям Правил РС/ТН

2. ИСПЫТАНИЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ (СК) И СУПЕРКОНДЕНСАТОРНЫХ СИСТЕМ (СКС).

Таблица 2.1

Виды испытаний ячеек суперконденсаторов

№	Испытание	Головной образец	Серийные образцы	Нормативно-технический документ/ комментарий
1	Вытаскивание или выкручивание	+	-	UL 810A 11.1 или 11.2
2	Короткое замыкание при 55 °С	+	-	UL 810A 13
3	Чрезмерный заряд	+	-	UL 810A 14
4	Нагревание	+	-	UL 810A 16
5	Выдерживаемое напряжение	+	-	UL 810A 17
6	Разрушение	+	-	UL 810A 18.2
7	Удар	+	-	UL 810A 18.3

Таблица 2.2

Виды испытаний суперконденсаторных систем

№	Испытание	Головной образец	Серийные образцы	Нормативно-технический документ/ комментарий
1	Распространение возгорания	+	-	
2	Короткое замыкание при 55 °С	+	-	UL 810A 13
3	Чрезмерный заряд	+	-	UL 810A 14
4	Наращение температуры	+	-	UL 810A 15 при температуре 45 °С
5	Отказ датчиков	+	-	Проверка всех возможных отказов всех датчиков
6	Балансировка ячеек	+	-	Согласно тех. требованиям предприятия (изготовителя)
7	Функции защиты	+	+	Проверка работы системы контроля Проверка срабатывания защиты
8	Функции безопасности	+	+	Аварийный останов
9	Прочность изоляции	+	+	Согласно требованиям Правил РС/ТН
10	Сопротивление изоляции	+	+	Согласно требованиям Правил РС/ТН
11	Отказ системы охлаждения	+	-	Проверяется реакция на отказ охлаждения, потерю и возникновение утечек хладагента
12	Гидравлические испытания системы охлаждения	+	+	Согласно требованиям Правил РС/ТН

«+» - Испытания проводятся;

«-» - Испытания не проводятся.

3. ИСПЫТАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (ТЭ).

3.1 Испытания топливных элементов (ТЭ) должны проводиться согласно требованиям стандартов Международной электротехнической комиссии (МЭК) – МЭК 62282.

4. ИСПЫТАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ (СБ).

4.1 Испытания солнечных батарей (СБ) должны проводиться согласно требованиям стандартов Международной электротехнической комиссии (МЭК) – МЭК 61646, МЭК 61215, МЭК 61730, МЭК 61853 и МЭК 62548.

5. ОФОРМЛЯЕМЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ.

5.1 При положительных результатах проведенных испытаний составляется акт освидетельствования образца по установленной форме, в котором дается заключение о возможности допуска оборудования для установки на судно.

11 ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

11.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

11.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за холодильным оборудованием, комплектующими судовыми холодильными установками (СХУ), подлежащими техническому наблюдению Регистра согласно Номенклатуре РС.

11.1.2 Раздел определяет объем, характер и методы освидетельствований, а также нормы и методы испытаний механизмов, аппаратов, сосудов, труб и арматуры, изоляционных материалов и автоматических устройств СХУ.

11.1.3 Общие положения по организации технического наблюдения за изготовлением холодильного оборудования изложены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация».

11.1.4 Освидетельствование агрегатов, компрессоров, насосов, вентиляторов, аппаратов и сосудов, автоматических приборов и предохранительных устройств, арматуры и труб, а также изоляционных материалов должно проводиться в соответствии с требованиями Правил классификации и постройки морских судов и на основании одобренной Регистром документации и свидетельств на материалы и их свойства.

11.1.5 При освидетельствовании готовых деталей, выполненных из заготовок (поковок, штамповок, отливок, проката и т. п.), инспектору Регистра должен быть предъявлен документ, подтверждающий их соответствие одобренной технической документации.

11.1.6 Техническое наблюдение за изготовлением холодильного оборудования осуществляется в соответствии с Номенклатурой РС Регистра и [табл. 11.1.6](#). При установившемся производстве на основании требований настоящего раздела для конкретизации объема наблюдения на различных стадиях изготовления холодильного оборудования и с учетом технологии производства предприятием (изготовителем) разрабатывается перечень объектов технического наблюдения Регистра (см. 12.2 части I «Общие положения по техническому наблюдению»), который рассматривается и одобряется подразделением Регистра, осуществляющим техническое наблюдение на данном предприятии (изготовителе). На основании опыта наблюдения за строительством и эксплуатацией рефрижераторных судов подразделение Регистра вправе потребовать внесения в перечень соответствующих изменений.

11.1.7 Детали изделий, относящиеся к механизмам СХУ, должны иметь документы, предусмотренные Номенклатурой РС и подтверждающие их соответствие технической документации, одобренной Регистром.

Таблица 11.1.6

№ п/п	Объект технического наблюдения	Проверки			Испытания				Ревизия
		технической документации	деталей и узлов ¹	сварных соединений сборочных работ	гидравлические на прочность	пневматические на плотность	на герметичность вакуумированием ²	стендовые	
1	Компрессор поршневой:	+	+	+		+	++	+	
1.1	рама, станина			+					
1.2	блок-картер, блок цилиндров	+	+		+				

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

452

№ п/п	Объект технического наблюдения	Проверки			Испытания				Ревизия
		техни- ческой доку- мен- тации	деталей и узлов ¹	сварных соединений сборочных работ	гидрав- лические на прочность	пнев- мати- ческие на плотность	на герме- тичность вакууми- рованием ²	стен- довые	
1.3	цилиндр, гильза цилиндровая	+	+		+				+
1.4	вал коленчатый	+	+						++
1.5	шатун, шток	+	+						++
1.6	поршень	+	+						+
1.7	сальник коленчатого вала								++
1.8	крышки цилиндров, картера, привода насоса и т. п.				+				
1.9	клапаны всасывающие и нагнетательные							+	+
1.10	кольца и пальцы поршневые								++
1.11	вкладыши подшипников:								
	.1 рамовых								++
	.2 шатунных								++
1.12	шестерни зубчатых передач	+							++
1.13	регулятор производительности								++
1.14	муфты	+							+
2	Компрессор ротационный:	+	+	+		+	++	+	
2.1	рама фундаментная			+					
2.2	корпус, цилиндр, крышка	+	+		+				++
2.3	ротор пластины, вал ротора	+	+						+
2.4	сальник вала ротора								++
2.5	клапан нагнетательный							+	++
2.6	подшипники								++
2.7	шестерни зубчатых передач	+							++
2.8	муфты	+							+
3	Компрессор винтовой:	+	+	+		+	++	+	
3.1	рама фундаментная			+					
3.2	корпус, крышка корпуса	+	+		+				++
3.3	ротор винтовой	+	+						+
3.4	уплотнения роторов								++
3.5	подшипники опорные и упорные								++
3.6	шестерни синхронизирующей пары	+	+	++					+
3.7	мультипликатор	+	+						+
3.8	регулятор производительности				+				++
3.9	муфты	+							+
4	Турбокомпрессор:	+	+	+		+	+	+	
4.1	рама фундаментная			+					
4.2	корпус	+	+		+				++
4.3	вал	+	+						++
4.4	колеса рабочие	+	+	+					+
4.5	аппарат обратный направляющий	+	+	+					+
4.6	диффузор	+	+	+					+
4.7	лопатки	+	+						+
4.8	устройства уплотнительного вала	+	+	+					+
4.9	подшипники			+					+
4.10	шестерни и колеса зубчатые мультипликатора	+	+	+					
4.11	регулятор производительности								++
4.12	муфты	+							+
5	Насос холодильного агента:	+	+	+		+	++	+	
5.1	рама фундаментная			+					
5.2	корпус, цилиндр, крышка	+	+		+				++

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

453

№ п/п	Объект технического наблюдения	Проверки			Испытания				Ревизия
		технической документации	деталей и узлов ¹	сварных соединений сборочных работ	гидравлические на прочность	пневматические на плотность	на герметичность вакуумированием ²	стендовые	
5.3	вал, ротор, шток	+	+						++
5.4	колесо рабочее, винт, поршень, шестерни	+	+						++
5.5	уплотнение вала и ротора								++
5.6	подшипники								++
5.7	электродвигатель встроенный	+	+	++					++
6	Насос холодоносителя:	+	++	++				++	
6.1	рама фундаментная			++					
6.2	корпус, крышка, патрубок	+	+		++				++
6.3	вал	+	+						++
6.4	колесо рабочее	+	+						++
6.5	подшипники								++
6.6	муфты	+							+
7	Насос охлаждающей воды:	+	++	++				++	
7.1	рама фундаментная			++	++				
7.2	корпус, крышка, патрубок	+	++						++
7.3	вал	+	++						++
7.4	колесо рабочее	+	++						++
7.5	подшипники								++
7.6	муфты	+							++
8	Вентилятор:	+	++	++					
8.1	рама фундаментная			++					
8.2	корпус	+	++						++
8.3	вал	+	++						++
8.4	колесо рабочее	+	++						++
8.5	подшипники								++
8.6	муфты	+							++
9	Вентилятор взрывоопасного исполнения:	+	+	+				+	
9.1	рама фундаментная			+					
9.2	корпус	+	+						+
9.3	вал	+	+						++
9.4	колесо рабочее	+	+						+
9.5	подшипники		+						++
9.6	муфты	+							+
10	Сосуды и аппараты СХУ с объемом полости холодильного агента 0,1 м³ и более:	+		+	+	+	++	++	
10.1	рама фундаментная			+					
10.2	корпус	+	+	+	+				
10.3	днища	+	+		+				
10.4	коллекторы	+	+		+				
10.5	крышки	+	+		+				
10.6	решетки трубные	+	+						
10.7	трубы	+	+		+				
10.8	связи анкерные	+	+						
10.9	указатели уровня	+	+		+				
11	Сосуды и аппараты СХУ с объемом холодильного агента менее 0,1 м³:	+		++	+	+	++	++	
11.1	рама фундаментная			++					
11.2	корпус	+	++	++	++				
11.3	днища	+	++		++				
11.4	коллекторы	+	++		++				
11.5	крышки	+	++		++				
11.6	решетки трубные	+	++						
11.7	трубы	+	++		++				

№ п/п	Объект технического наблюдения	Проверки			Испытания				Ревизия
		технической документации	деталей и узлов ¹	сварных соединений сборочных работ	гидравлические на прочность	пневматические на плотность	на герметичность вакуумированием ²	стендовые	
11.8	указатели уровня	+	++		++				
12	Арматура и трубопроводы:								
12.1	устройства и клапаны предохранительные	+	++	++	+	+	++	+	++
12.2	клапаны:								
	.1 запорные и регулирующие	+	++	++	+	+	++	++	++
	.2 соленоидные	+	++	++	+	+	++	++	++
	.3 моторные	+	++	++	+	+	++	++	++
	.4 обратные	+	++	++	+	+	++	++	++
12.3	коллекторы, трубы	+	++	++	+	+	++		
13	Приборы системы автоматической защиты и сигнализации (САЗ):								
13.1	реле:								
	.1 давления (всасывания и нагнетания)	+	++	+	++	+	++	+	++
	.2 разности давлений (контроля смазки)	+	++	+	++	+	++	+	++
	.3 уровня	+	++	+	+	+	++		++
	.4 расхода	+	++	++	++			++	++
	.5 температуры манометрическое (контроль температуры холодоносителя, контроль температуры нагнетания)	+	++	+		+	++	+	++
	.6 электромеханические, тепловые и комбинированные	-	++	++				+	++
13.2	газоанализатор (стационарный)	+	++	++		+	++	+	++
13.3	исполнительные механизмы САЗ	+	++	++				+	++
13.4	усилители САЗ	+	++	++				+	++
13.5	автоматизированная арматура САЗ	+	++	++	++	+		+	++
14	Приборы системы автоматического управления (САУ):								
14.1	регуляторы:								
	.1 температуры	+	++	++				++	++
	.2 давления	+	++	++	++	++	++	++	++
	.3 холодильной мощности	+	++	++				++	++
	.4 уровня	+	++	++	++	++	++	++	++
	.5 влажности	+	++	++				++	++
14.2	клапаны:								
	.1 терморегулирующие	+	++	++	++	++	++	++	++
	.2 водорегулирующие	+	++	++	++			++	++
14.3	усилители САУ	+	++	++				++	++
14.4	механизмы исполнительные и автоматическая арматура САУ	+	++	++	++	++	++	++	++
15	Изоляция	+	++					++	

¹ Предусматривается освидетельствование деталей и узлов на соответствие требованиям одобренной технической документации с проверкой маркировки и сопровождающих документов на материалы.

² Испытания на герметичность вакуумированием предусматриваются только для оборудования, работающего на холодильных агентах группы I.

Примечания: 1. Освидетельствования, обозначенные «+», предусматриваются для классифицируемых и неклассифицируемых СХУ

[illegible]

11.2 ВИДЫ ИСПЫТАНИЙ

11.2.1 Программы испытаний холодильного оборудования, в том числе и программы приемосдаточных испытаний при пооперационном контроле, осуществляемом органом технического контроля (ОТК) предприятия (изготовителя), должны быть одобрены Регистром.

11.2.2 Испытания образцов, проводимые с целью получения СТО, могут быть совмещены с периодическими или типовыми испытаниями.

11.3 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ КОМПРЕССОРОВ

11.3.1 При предъявлении компрессоров инспектору, осуществляющему техническое наблюдение, должна быть представлена одобренная Регистром документация, включающая: технические условия на поставку компрессоров; программу стендовых испытаний; схему управления, регулирования и защиты с пояснительной запиской, а также чертежи устройств подогрева масла в картере, предохранительных клапанов, байпасов и устройств для облегчения пуска и регулирования холодильной мощности компрессора; комплект рабочей документации.

Кроме технической документации, указанной выше, должны быть представлены описание и инструкция по обслуживанию, а также, по требованию инспектора, другая техническая документация.

11.3.2 При изготовлении компрессоров проводятся освидетельствования в соответствии с перечнем.

11.3.3 При проведении освидетельствований компрессоров и проверках их деталей и основных узлов необходимо руководствоваться соответствующим указанием [разд. 5](#) и настоящей главы.

11.3.4 После сборки компрессоры должны быть подвергнуты в присутствии инспектора пневматическим испытаниям на плотность и вакуумированием на герметичность. При отсутствии дефектов компрессор допускается к стендовым испытаниям.

11.3.5 Стендовые испытания проводятся по программе, одобренной Регистром, в которой должны быть определены их объем и порядок проведения. Указанные испытания должны включать обкатку и контрольные функциональные испытания, которые проводятся только после удовлетворительных результатов обкатки. При обнаружении дефектов в период обкатки и последующей ревизии дефекты должны быть устранены, а компрессор подвергнут повторной обкатке и вторичной ревизии, при положительных результатах которых компрессор может быть допущен к контрольным функциональным испытаниям.

11.3.6 При установившемся производстве компрессоров объем стендовых испытаний определяется Регистром для каждого предприятия (изготовителя) в зависимости от принятой технологии и установившегося качества изготовления.

11.3.7 При освидетельствовании стендового оборудования и осуществлении технического наблюдения в период стендовых испытаний инспектор должен руководствоваться требованиями [5.12.18](#). Стендовое оборудование должно обеспечивать работу компрессора с осуществлением полного холодильного цикла или цикла «парового кольца» с применением указанных в технической документации холодильного агента и масла, с поддержанием паспортных параметров и условий наружной среды, а именно: давления и температуры перед всасывающим и за нагнетательными патрубками, а также кипения и конденсации холодильного агента; промежуточного давления и температуры для двух- и многоступенчатых компрессоров; температуры охлаждающей воды +32 °С и окружающего воздуха +50 °С.

При установившемся производстве определять холодильную мощность серийных компрессоров допускается методом сравнения их объемной подачи с головным или опытным образцом.

11.3.8 При испытаниях компрессоров, проводимых для получения СТО, должно быть предусмотрено определение холодильной мощности на нескольких режимах (не менее 5), объемной подачи, мощности потребляемой и холостого хода, уноса масла.

Должны быть проверены на срабатывание и пропускную проسوبность предохранительные клапаны каждой ступени компрессора на нескольких режимах при закрытом нагнетательном клапане компрессора.

Дополнительно у компрессоров со встроенными электродвигателями проверяются пусковые характеристики, температура и сопротивление изоляции обмоток. В процессе периодических испытаний оценивается стабильность качества производства компрессоров, износостойчивость и надежность их деталей, основные параметры с последующим сравнением качества продукции, выпущенной в различное время.

Продолжительность испытаний компрессора на стенде должна быть достаточной для выявления спецификационных характеристик и проверки надежности. После испытаний компрессор подвергается ревизии, в объеме указанном в [табл. 11.1.6](#).

11.3.9 Ревизия компрессоров после стендовых испытаний должна проводиться в объеме, указанном в [табл. 11.1.6](#), после типовых или периодических испытаний – с полной разборкой узлов движения и обмером трущихся деталей.

11.3.10 Если по результатам испытаний компрессора принимается решение о возможности его установки на судно, инспектор оформляет Акт (форма 6.3.18) и свидетельство Регистра.

В случаях, предусмотренных в разд. 6 части I «Общие положения по техническому наблюдению», Акт (форма 6.3.18) служит основанием для оформления СТО.

11.3.11 При установившемся производстве на компрессор, успешно прошедший стендовые испытания, оформляется свидетельство Регистра.

11.4 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ НАСОСОВ ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА

11.4.1 До изготовления насосов холодильного агента инспектору, осуществляющему техническое наблюдение, должна быть представлена одобренная Регистром документация в объеме, регламентируемом правилами.

11.4.2 В процессе изготовления насосов холодильного агента инспектор проводит контрольные проверки и освидетельствования согласно перечню. Вал с дисками (крылатками) после сборки должен быть отбалансирован в соответствии с нормами предприятия (изготовителя) с последующим предъявлением для освидетельствования инспектору.

11.4.3 После сборки насос должен быть обкатан и испытан с применением спецификационного холодильного агента на стенде по программе, одобренной Регистром.

Продолжительность испытаний насоса на стенде должна быть достаточной для выявления спецификационных характеристик и проверки надежности.

После испытаний насос подвергается ревизии в объеме, указанном в [табл. 11.1.6](#).

11.4.4 На насос холодильного агента, успешно прошедший стендовые испытания под техническим наблюдением Регистра, оформляются документы Регистра аналогично [11.3.10](#) и [11.3.11](#).

11.5 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ НАСОСОВ ХОЛОДОНОСИТЕЛЯ И ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ

11.5.1 Техническое наблюдение за изготовлением насосов холодоносителя и охлаждающей воды проводится в соответствии с [5.8](#) и [табл. 11.1.6](#).

11.6 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ВЕНТИЛЯТОРОВ

11.6.1 Техническое наблюдение за изготовлением вентиляторов проводится в соответствии с [5.8](#) и [табл. 11.1.6](#).

11.7 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ И СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА, ХОЛОДОНОСИТЕЛЯ И/ИЛИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ

11.7.1 Техническое наблюдение за изготовлением аппаратов и сосудов под давлением проводится в соответствии с [разд. 9](#) и [табл. 11.1.6](#).

11.7.2 Теплообменные аппараты и сосуды под давлением должны предъявляться к освидетельствованию с установленной штатной арматурой и устройствами, предусмотренными технической документацией.

При наружном осмотре во время освидетельствования проверяются: состояние наружных поверхностей; наличие, соответствие чертежным данным и состояние арматуры и приборов; установка предохранительных клапанов; наличие на корпусе таблички с соответствующими техническими данными; длина патрубков; толщина устанавливаемой изоляции.

11.7.3 Стендовые испытания головных (опытных) образцов теплообменных аппаратов и сосудов под давлением холодильного агента, морозильных агрегатов, льдогенераторов, а также испытания при установившемся производстве и для подтверждения СПИ должны проводиться по программе и методике, одобренным Регистром. Стендовое оборудование должно обеспечивать работу вышеперечисленных аппаратов с осуществлением полного холодильного цикла с применением указанного в технической документации холодильного агента.

При стендовых испытаниях теплообменных аппаратов должны быть определены коэффициенты теплопередачи, интенсивности теплообмена и гидравлических сопротивлений при различных режимах работы, для морозильных агрегатов и льдогенераторов – также производительность.

В процессе испытаний конденсаторов измеряются: расход воды, ее температура на входе и выходе из аппарата; перепад давлений со стороны воды; температура и давление конденсации; температура агента на входе и на выходе из конденсатора; масса проходящего через него агента.

При испытании испарителей определяются: холодильная мощность, коэффициент теплопередачи, интенсивность теплообмена и гидравлические сопротивления на стороне холодоносителя и холодильного агента.

Холодильная мощность испарителя должна определяться либо по массе испарившегося холодильного агента, либо по количеству тепла, отданного холодоносителем.

При испытании воздухоохладителей определение холодильной мощности на различных режимах должно определяться по изменению состояния воздуха или холодильного агента. В первом случае должна быть измерена масса (объем и плотность) циркулирующего воздуха, а также температура и влажность его на входе и выходе из аппарата. При определении холодильной мощности по изменению состояния холодильного агента масса испарившейся жидкости при кратности циркуляции $n > 1$ должна определяться только калориметрическим методом, а при кратности циркуляции $n = 1$ может определяться объемным или дроссельным методом.

Продолжительность стендовых испытаний должна быть достаточной для выявления спецификационных характеристик и проверки надежности.

11.7.4 При положительных результатах освидетельствований, проведенных согласно [табл. 11.1.6](#) и настоящей главе, на сосуды, теплообменные аппараты и агрегаты с объемом полости холодильного агента 0,1 м³ и более оформляются документы Регистра аналогично [11.3.10](#) и [11.3.11](#).

11.8 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ АРМАТУРЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

11.8.1 При освидетельствовании запорной, регулирующей и предохранительной арматуры инспектор должен руководствоваться [разд. 8](#) и [10](#) и [табл. 11.1.6](#).

11.8.2 Арматура в сборе после испытаний на прочность, плотность и герметичность должна быть подвергнута пневматическим испытаниям на плотность закрытия.

11.8.3 Предохранительные пружинные клапаны после испытаний на прочность, плотность и герметичность должны быть подвергнуты испытаниям для проверки их регулировки и плотности затвора, при этом они должны быть отрегулированы на давление начала срабатывания не выше 1,1 расчетного и закрываться при давлении не менее 0,85 расчетного, принятого в соответствии с 2.2.1 части XII «Холодильные установки» Правил классификации и постройки морских судов. Плотность затвора необходимо проверять под водой вторичным подъемом давления до расчетного после закрытия клапана в результате срабатывания.

11.9 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ПРИБОРОВ ХОЛОДИЛЬНОЙ АВТОМАТИКИ

11.9.1 Приборы холодильной автоматики должны изготавливаться и испытываться по одобренной технической документации.

11.9.2 Техническое наблюдение за изготовлением и испытаниями приборов защитной и регулирующей автоматики должно осуществляться согласно [разд. 12](#) и [табл. 11.1.6](#).

11.9.3 Освидетельствование систем автоматической защиты, регулирования и сигнализации автоматизированных механизмов и агрегатов СХУ должно проводиться согласно разд. 11 и 12 Руководства по техническому наблюдению за постройкой судов.

11.10 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

11.10.1 Теплоизоляционные материалы должны изготавливаться и испытываться по одобренной технической документации.

11.10.2 При проведении освидетельствований, указанных в примечании к [табл. 11.1.6](#), должны проверяться следующие свойства теплоизоляционных материалов:

- .1** теплофизические: коэффициент теплопроводности, удельная теплоемкость;
- .2** влажностные: гигроскопичность (адсорбционная способность к водяному пару), водопоглощение (способность поглощать воду) и коэффициент диффузии водяного пара;
- .3** механико-структурные: плотность, удельная поверхность и объем пор, радиус микропор и доля их по объему, предел прочности, ударная вязкость, модуль упругости¹, текучесть и уплотняемость (усадка)².

¹ Определяется для ячеистых изоляционных материалов.

² Определяется для ячеистых порошкообразных изоляционных материалов.

11.11 ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ

11.11.1 Контроль за гидравлическими испытаниями холодильного оборудования, отдельными узлами и деталями осуществляется инспектором в соответствии с [табл. 11.1.6](#). При техническом наблюдении за проведением гидравлических испытаний инспектор должен руководствоваться требованиями [разд. 5](#) настоящей части и [разд. 9](#) Руководства по техническому наблюдению за постройкой судов, а также положениями, изложенными далее.

11.11.2 Поверхности изделий, подвергающихся гидравлическим испытаниям, не должны иметь защитных покрытий (окраски, лужения и т. п.), а отверстия, предназначенные для установки арматуры и приборов, должны быть заглушены.

11.11.3 Изделия, работающие под давлением холодильного агента и/или холодоносителя или охлаждающей воды, испытываются на прочность пробным давлением в соответствии с требованиями Правил классификации и постройки морских судов с выдержкой не менее 1 ч для головных образцов и не менее 10 мин – для серийных образцов.

11.11.4 Изделия признаются выдержавшими гидравлические испытания, если не будет обнаружено падения давления, трещин, разрывов, течи, потеков, капель или видимых остаточных деформаций.

11.12 ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ НА ПЛОТНОСТЬ

11.12.1 Контроль за пневматическими испытаниями холодильного оборудования, работающего под давлением холодильного агента, осуществляется инспектором в соответствии с [табл. 11.1.6](#).

11.12.2 Изделия, подвергающиеся пневматическим испытаниям на плотность, могут быть допущены к таким испытаниям только на основании положительных результатов гидравлических испытаний на прочность.

11.12.3 Пневматические испытания на плотность должны проводиться пробным давлением, равным расчетному, при соблюдении следующих условий:

- .1** наличия двух проверенных и опломбированных манометров;
- .2** испытание должно проводиться сухим воздухом или азотом с температурой насыщения водяных паров не более 45 °С;
- .3** температура воды, в которую полностью погружают изделия, должна быть не менее 50 °С для малообъемных изделий и 12 °С для изделий объемом более 0,1 м³;
- .4** подкачка во время выдержки при пробном давлении не разрешается;
- .5** продолжительность испытаний должна быть не менее времени стабилизации, но не менее 15 мин.

11.12.4 Аппараты и сосуды признаются выдержавшими испытания, если не будет появления (пропуска) воздуха или азота и падения давления по манометру за время испытания.

11.12.5 Проведение испытаний изделий без погружения в воду из-за больших размеров могут быть заменены испытаниями на герметичность с использованием обмыливания разъемов.

11.12.6 При испытаниях холодильного оборудования на плотность без погружения их продолжительность должна быть не менее 6 ч, при этом суммарное понижение давления за время испытаний за счет адсорбции и течи должно быть не более 1 % первоначального пробного давления.

11.13 ИСПЫТАНИЯ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ВАКУУМИРОВАНИЕМ

11.13.1 Контроль за испытаниями на герметичность вакуумированием хладонового холодильного оборудования, работающего при давлении ниже атмосферного, осуществляется инспектором в соответствии с [табл. 11.1.6](#) после завершения пневматических испытаний на плотность.

11.13.2 Перед испытанием изделия осушаются. Затем они подвергаются вакуумированию до остаточного давления не более 0,8 кПа.

11.13.3 Изделия должны находиться под вакуумом в течение 6 ч.

Если суммарное повышение давления за счет парогазовой десорбции и течи во время испытаний будет не более 25 % первоначального остаточного давления, изделия признаются выдержавшими испытания.

После завершения испытаний на герметичность должно быть проверено качество газовой консервации изделия, при этом избыточное давление сухого азота, холодильного агента или их смеси, применяемой для газовой консервации внутренних полостей изделия, должно быть не менее 0,2 МПа при температуре окружающего воздуха 20 °С.

12 ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

12.1 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термины и определения приводятся в [разд. 10 «Электрическое оборудование»](#).

12.2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

12.2.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за оборудованием автоматизации, перечисленным в разд. 15 «Автоматизация» Номенклатуры объектов технического наблюдения Регистра.

12.2.2 Раздел содержит требования технического наблюдения за изготовлением упомянутых выше объектов технического наблюдения на предприятии (изготовителе).

Технические указания и нормы испытаний относятся в равной мере к головным, опытным образцам и к изделиям при установившемся производстве.

12.2.3 Общие положения по организации технического наблюдения приведены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация» и в [1.4](#) настоящей части.

12.3 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

12.3.1 Состав технической документации на оборудование автоматизации, подлежащей представлению в Регистр в зависимости от кода номенклатуры представлен в [Приложении 1](#).

Примечание. Для организации процесса рассмотрения документации изготовитель может использовать чек-лист, форма которого представлена в [Приложении 3](#).

12.3.2 Кодификация технической документации, используемая в настоящем разделе представлена в [табл. 12.3.2-1](#).

Таблица 12.3.2-1

Код	Наименование	Описание
C1	комплект документации на программируемые электронные системы	документация на программируемые электронные системы в соответствии с разд. 7 части XV «Автоматизация» Правил классификации и постройки морских судов
D1	сборочный чертеж	документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля
D2	чертеж общего вида	документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия
D3	схема структурная	документ, определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи
D4	схема принципиальная	документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дающий полное (детальное) представление о принципах работы изделия (установки)
T1	спецификация	документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта
T2	пояснительная записка	документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических решений
T3	технические условия	документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке
T4	программа и методика испытаний	документ, содержащий технические данные, подлежащие проверке при испытании изделий, а также порядок и методы их контроля
T5	анализ последствий отказов (АПО) (FMEA)	анализ видов и последствий отказов, представляющий собой структурированный подход к выявлению потенциальных отказов, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации изделия (установки). Рекомендации по проведению анализа представлены в Приложении 2
I1	свидетельство о взрывозащите	документ, удостоверяющий, что данный вид оборудования соответствует конкретному стандарту на вид взрывозащиты и предназначено специально для использования во взрывоопасной среде

При необходимости Регистр может потребовать представления дополнительной технической документации, включая данные о надежности.

При рассмотрении технической документации на оборудование автоматизации определяется соответствие конструкции и заявленных эксплуатационных характеристик изделий требованиям соответствующих частей Правил классификации и постройки морских судов, включая судовые условия эксплуатации.

12.4 ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ

12.4.1 Перед испытаниями оборудования автоматизации на предприятии (изготовителе) должно быть проверено наличие:

.1 комплекта одобренной Регистром технической документации на испытуемое оборудование;

.2 документов на комплектующие изделия, подтверждающие техническое наблюдение Регистра при их изготовлении, если такое наблюдение требуется Номенклатурой РС;

.3 одобренной Регистром программы и методики испытаний;

.4 документов (сертификатов, протоколов испытаний и т.д.) компетентных организаций, подтверждающих положительные результаты специальных видов испытаний, если они предусматриваются программой испытаний;

.5 предусмотренного программой и методикой испытаний испытательного оборудования с необходимыми документами, подтверждающими его характеристики, свидетельства испытательной лаборатории;

.6 измерительных приборов с относительной погрешностью измерения, не превышающей 1,5 %;

.7 документов компетентных организаций, подтверждающих соответствие измерительных приборов заявленной погрешности измерения.

12.4.2 При освидетельствовании инспектор должен удостовериться в том, что испытания проводятся в соответствии с одобренной Регистром программой и по методикам испытаний, изложенным в настоящем разделе или другим равноценным методикам, одобренным Регистром.

12.4.3 В процессе проведения отдельных видов испытаний и между ними допускается делать перерывы, если они не влияют на ход испытаний.

12.4.4 Испытания головных образцов систем автоматизации (управления, регулирования, сигнализации и защиты) на предприятиях (изготовителях) должны проводиться в комплекте с датчиками и исполнительными механизмами, либо с применением соответствующих имитаторов. При проведении испытаний пневмоэлементы автоматики должны монтироваться и соединяться между собой таким же образом, как это будет предусмотрено в блоках автоматизации.

12.4.5 Дистанционно управляемая арматура, как правило, должна испытываться в комплекте с сигнализаторами конечного положения (особенно при вибрационных испытаниях и испытаниях на удар).

12.4.6 Регуляторы, датчики и сигнализаторы должны испытываться на стендах с реальными рабочими средами. В случае отсутствия возможности проведения испытаний на стендах с реальными рабочими средами, допускает проведение испытаний с применением имитаторов.

12.4.7 Пневматические и гидравлические трубопроводы систем автоматизации должны быть подвергнуты гидравлическим испытаниям на давления согласно разд. 8. Испытания гидравлических и пневматических элементов и устройств на сохранение работоспособности при перегрузках должны проводиться в соответствии с одобренной технической документацией на соответствующие элементы и устройства.

12.4.8 Для системы автоматизации могут быть зачтены некоторые испытания, кроме функциональных, ранее проведенные на элементах и устройствах, входящих в состав данной системы, либо ранее проведенные испытания самой системы, при условии, что эти испытания были выполнены по нормам не ниже норм Регистра. Результаты испытаний должны подтверждаться протоколами. При этом изготовитель

подтверждает неизменность конструкции, программного обеспечения и ранее заявленных технических характеристик материала или изделия, либо изменения конструкции не приводят к изменению процесса работы, нагрузок на элементы изделия, ресурс или другие существенные параметры работы изделия.

12.4.9 После проведения механических и климатических испытаний, при которых возможны повреждения отдельных деталей, а также при нарушении работоспособности изделия во время любого испытания, должен проводиться детальный осмотр оборудования, и должна быть определена возможность проведения дальнейших испытаний.

12.4.10 Инспектор имеет право отказаться от проведения испытаний, если объект испытаний недостаточно подготовлен, а также при обнаружении дефектов, влияющих на безопасность проведения освидетельствования или испытаний.

12.4.11 Если изделие не выдержало какого-либо вида испытаний и в его конструкцию в связи с этим внесено изменение или усовершенствование, испытания должны быть проведены вновь в соответствии с программой и методикой испытаний. Объем повторных испытаний должен быть согласован с Регистром.

12.4.12 Объем и виды испытаний оборудования автоматизации при его изготовлении представлены в [Приложении 1](#).

Примечание. Для организации процесса испытаний изготовитель может использовать чек-лист, форма которого представлена в [Приложении 4](#).

12.4.13 Испытания программируемых электронных систем должны проводиться в соответствии с разд. 7 части XV «Автоматизация» Правил классификации и постройки морских судов.

12.4.14 При положительных результатах испытаний оформляется свидетельство соответствующей формы согласно части I «Общие положения по техническому наблюдению».

12.4.15 По истечении срока действия СТО возобновляется по заявке изготовителя в соответствии с 6.8 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

12.4.16 При несоблюдении условий 6.8.1 и выполнении условий 6.8.2 части I «Общие положения по техническому наблюдению» для возобновления СТО на изделие при установившемся производстве предприятие (изготовитель) должно провести испытания по программе, одобренной Регистром, в объеме не менее чем для серийного изделия установившегося производства.

12.4.17 При внесении изменений в конструкцию оборудования автоматизации, которые приводят к изменению процесса работы, нагрузок на элементы изделия, ресурс или другие существенные параметры работы изделия, или внесения изменений в программное обеспечение и ранее заявленные технические характеристики материала или изделия, для подтверждения или возобновления СТО изделия должны быть подвергнуты испытаниям с учетом внесенных изменений по программе, одобренной Регистром.

12.5 УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ И ПРОВЕРОК

12.5.1 Испытания и проверки должны проводиться на одних и тех же образцах в последовательности, которая должна быть отражена в программе испытаний.

12.5.2 Вне зависимости от последовательности, указанной в программе испытаний, и не обязательно на образцах, подвергаемых другим видам испытаний, допускается проводить следующие испытания:

- .1** на воздействие соляного тумана;
- .2** на грибостойкость.

12.6 ОПИСАНИЕ ИСПЫТАНИЙ И ПРОВЕРОК

Полный перечень испытаний и проверок представлен в [табл. 12.6](#).

Таблица 12.6

Код	Наименование испытания
12.4.13	Испытания программируемых электронных систем
12.6.1	Осмотр
12.6.2	Измерение сопротивления изоляции
12.6.3	Испытание электрической прочности изоляции
12.6.4	Функциональные испытания
12.6.5	Вибрационные испытания
12.6.6	Испытания на удар
12.6.7	Испытания на устойчивость к качке и к длительным наклонам
12.6.8	Испытания на теплоустойчивость
12.6.9	Испытания на холодоустойчивость
12.6.10	Испытания на влагоустойчивость
12.6.11	Испытания на воздействие соляного тумана (коррозионную стойкость)
12.6.12	Испытания защитного исполнения оболочек
12.6.13	Испытания на отклонение питания от номинальных значений
12.6.14	Испытания на уровень излучаемых электромагнитных помех
12.6.15	Испытания на устойчивость к воздействию внешних электромагнитных помех:
12.6.15.1	испытания на устойчивость к кондуктивным низкочастотным помехам
12.6.15.2	Испытания на устойчивость к кондуктивным радиочастотным помехам
12.6.15.3	Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам в цепях источников питания переменного тока, сигнальных и управляющих цепях
12.6.15.4	Испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам
12.6.15.5	Испытания на устойчивость к электростатическим разрядам
12.6.15.6	Испытания на устойчивость к электромагнитному полю
12.6.16	Испытания на уровень излучаемых кондуктивных помех
12.6.17	Испытания на нераспространение горения
12.6.18	Испытания на грибостойкость

12.6.1 Осмотр.

Осмотр проводится с целью определения:

соответствия изделий одобренной технической документации;

соответствия изделий требованиям правил Регистра, выполнение которых не указано в одобренной технической документации;

готовности представленного на испытания изделия;

ремонтпригодности систем и устройств автоматизации, при этом на опытном или головном образце проверяется возможность замены деталей (не должна сопровождаться сложными наладками и регулировкам) оборудования автоматизации. При проверке ремонтпригодности должно быть обращено внимание на наличие номеров, маркировки, бирок и других индексов, обозначающих соответствующие запасные части, а также их место в системе автоматизации и в схемах.

При визуальном осмотре (при необходимости со вскрытием и отдельными разборками) проверяются:

комплектующие изделия и материалы, примененные в изделии;

качество монтажа изделия;

конструктивное исполнение изделия;

надежность соединений и креплений узлов, сварных, винтовых и других конструктивных и контактных соединений;

наличие антикоррозионных покрытий в местах, подверженных коррозии;
наличие необходимых маркировок и информационных надписей;
контактное и защитное оконцевание кабелей и проводов, присоединения гидравлических и пневматических трубопроводов;
мероприятия, обеспечивающие электробезопасность (защитное заземление, блокировки, изоляционные покрытия и т.п.).

12.6.2 Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции является обязательным на следующих этапах проведения испытаний:

до и после испытаний электрической прочности изоляции;
до и после испытаний на теплоустойчивость;
до и после испытаний на холодоустойчивость;
до и после испытаний на влагуустойчивость;
до и после испытаний на воздействие соляного тумана.

Сопротивление изоляции должно измеряться:

между всеми частями изделия, предназначенными для работы под одинаковым напряжением и соединенными вместе на время измерения, и любой доступной для прикосновения металлической частью изделия (оболочкой, рукояткой и т.п.);

между частями изделия, предназначенными для работы под напряжением, электрически не связанными между собой, между различными обмотками.

Элементы, которые могут быть повреждены при измерении, а также обеспечивающие электромагнитную совместимость, могут быть отключены на время проведения измерения.

Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, указанных в [табл. 12.6.2](#).

Таблица 12.6.2

Номинальное напряжение питания, В	Тестовое напряжение, В	Минимально допустимое сопротивление изоляции, МОм	
		до испытаний	после испытаний
$U_n \leq 65$	$2xU_n$, но не менее 24В	10	1,0
$U_n > 65$	500	100	10

12.6.3 Испытания электрической прочности изоляции.

Перед началом проведения испытаний и после их окончания проводится измерение сопротивления изоляции оборудования при стандартных климатических условиях.

Тестовое напряжение должно прикладываться поочередно между токоведущими частями несвязанных электрических цепей, а также между токоведущими частями и корпусом изделия.

Полупроводниковые элементы оборудования автоматизации, которые могут быть повреждены при испытании, могут быть отключены на время проведения испытаний. При невозможности отключения указанных элементов, величина тестового напряжения определяется изготовителем с учетом технических характеристик таких элементов.

Электрическая изоляция оборудования автоматизации должна выдержать без пробоя в течение 1 мин при нормальных климатических условиях переменное синусоидальное напряжение с частотой 50 Гц или 60 Гц и со значением, указанными в [табл. 12.6.3](#).

Таблица 12.6.3

Номинальное напряжение питания, В	Тестовое напряжение (50 или 60 Гц), В
$U_n \leq 65$	$2xU_n + 500$
66 — 250	1500

Номинальное напряжение питания, В	Тестовое напряжение (50 или 60 Гц), В
251 — 500	2000
501 — 690	2500

12.6.4 Функциональные испытания.

При функциональных испытаниях оборудования автоматизации на предприятии (изготовителе) испытывается каждый образец. Испытания проводятся в нормальных климатических условиях.

Проверка функционирования и работоспособности оборудования автоматизации проводится на режимах, предусмотренных технической документацией.

Во время функциональных испытаний проверяются:

все характеристики на соответствие требованиям технической документации (погрешность, быстродействие или инерционность, чувствительность, динамические и статические выходные характеристики и т. п.) и алгоритмы автоматизации, т. е. весь объем, порядок и последовательность выполняемых системой или устройством функций управления, регулирования, контроля и защиты;

автоматический контроль неисправностей оборудования путем имитации отдельных неисправностей внутри системы, в датчиках или испытательных механизмах, обрывами, короткими замыканиями и т. п.;

защита от несанкционированного изменения пороговых значений срабатывания сигнализации и защиты;

влияние неисправностей отдельных элементов системы, в том числе коротких замыканий и обрывов в цепях датчиков, каналов связи и исполнительных механизмов на работоспособность отдельных каналов и всей системы в целом. При имитации неисправностей оборудования, коротких замыканий и обрывов в отдельных цепях и каналах связи должна сохраняться работоспособность смежных цепей и каналов и всей системы в целом.

12.6.5 Вибрационные испытания.

Испытания по заявке, поступившей до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-6 (тест F_c).

Испытания по заявке, поступившей 1 июля 2022 г. и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-6:2007 (тест F_c).

Испытания проводят с целью проверки способности изделий выполнять свои функции и сохранять значения параметров в пределах, указанных в документации на изделия и программах испытаний, в условиях воздействия синусоидальной вибрации в заданных режимах.

Испытание проводят под механической и (или) электрической нагрузкой, характер, параметры и метод контроля которой должны быть установлены в документации на изделия и программе испытаний.

Для проверки рекомендуется выбирать параметры, по изменению которых можно судить об устойчивости изделия в целом (например, уровень виброшумов, искажение выходного сигнала или изменение его величины, целостность электрической цепи, нестабильность контактного сопротивления и т.д.).

Способ крепления оборудования для проведения испытаний должен быть указан в технической документации с учетом возможных положений при эксплуатации. Если в технической документации предусмотрены различные способы крепления при эксплуатации оборудования, то испытания должны проводиться для каждого способа крепления. Если известен наиболее критичный способ крепления, указанный в технической документации, то допускается проводить испытания только при данном способе крепления.

Испытания проводятся в трех взаимно перпендикулярных направлениях по отношению к оборудованию в течение двух циклов (под циклом понимается плавное изменение частоты в заданном диапазоне от низшей к высшей и обратно $f_1 \rightarrow f_2 \rightarrow f_1$, где f_1 и f_2 низшая и высшая частоты диапазона соответственно) в каждом направлении. Скорость изменения частоты должна быть достаточной для проверки и регистрации необходимых параметров, но не более чем две октавы в минуту.

Если известно наиболее опасное направление воздействия, то испытание проводят только в этом направлении воздействия.

Испытания должны проводиться на штатных амортизаторах, если таковые имеются. Изделия с амортизаторами при испытании их на обнаружение резонансных частот должны крепиться жестко.

В [табл. 12.6.5](#) приведены категории оборудования по стойкости к вибрации в зависимости условий эксплуатации.

Таблица 12.6.5

Категория оборудования	Описание
V1	Оборудование, работающее при обычных условиях эксплуатации.
V2	Оборудование, работающее в условиях повышенной вибрации (например, оборудование, устанавливаемое непосредственно на двигатели внутреннего сгорания, воздушных компрессорах и т.п.).
V3	Оборудование, предназначенное для эксплуатации при повышенных уровнях вибрации, например, выхлопных коллекторах или на системах впрыска дизельных двигателей и т.п.

Для оборудования категории V1 испытания должны проводиться при параметрах вибрации:

в диапазоне частот 2_{-0}^{+3} Гц — 13,2 Гц – амплитуда ± 1 мм;

в диапазоне частот 13,2 Гц — 100 Гц – ускорение $\pm 0,7g$.

Для оборудования категории V2 испытания должны проводиться при параметрах вибрации:

в диапазоне частот 2_{-0}^{+3} Гц — 25 Гц – амплитуда $\pm 1,6$ мм;

в диапазоне частот 25 Гц — 100 Гц – ускорение $\pm 4,0g$.

Для оборудования категории V3 испытания должны проводиться при параметрах вибрации:

в диапазоне частот 40 Гц — 2000 Гц, ускорение $\pm 10,0g$ при температуре 600 °С, продолжительность 90 мин.

Во время испытаний проводится поиск резонансных частот, на которых ухудшаются параметры оборудования. Время поиска должно быть достаточным для выявления резонанса.

При обнаружении резонансных частот, амплитуда которых в 2 и более раз превышает номинальную, испытания проводят на каждой резонансной частоте в течение не менее 90 мин.

В случае близкого расположения нескольких резонансных частот допускается проведение испытаний плавным изменением частоты в обнаруженном диапазоне в течение 120 мин.

В случае отсутствия резонансных частот испытания проводятся в течение 90 мин на частоте 30 Гц.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно остается работоспособным, сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.6 Испытания на удар.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-27 (тест E_a).

Испытания проводят с целью проверки способности изделий выполнять свои функции и сохранять значения параметров в пределах, указанных в документации на изделия и программах испытаний, в условиях воздействия механических ударов многократного действия с заданными параметрами.

Испытание проводят под механической и (или) электрической нагрузкой, характер, параметры и метод контроля которой должны быть установлены в документации на изделия и программе испытаний.

Для проверки рекомендуется выбирать параметры, по изменению которых можно судить об устойчивости изделия в целом (например, уровень виброшумов, искажение выходного сигнала или изменение его величины, целостность электрической цепи, нестабильность контактного сопротивления и т.д.).

Способ крепления изделий для проведения испытаний должен быть указан в технической документации с учетом возможных положений при эксплуатации.

Испытания проводятся при воздействии ударной нагрузки поочередно в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлений. Изделия, имеющие ось симметрии, испытывают в двух взаимно перпендикулярных направлениях (вдоль и перпендикулярно к оси симметрии). Изделия с известным наиболее опасным направлением допускается испытывать только в этом направлении.

Испытания должны проводиться на штатных амортизаторах, если таковые имеются.

В [табл. 12.6.6-1](#) приведены категории оборудования по стойкости к удару в зависимости от условий эксплуатации.

Таблица 12.6.6-1

Категория оборудования	Описание
G0	Оборудование, предназначенное для установки на стоечные суда и морские стационарные платформы.
G3	Оборудование, не относящееся к категории G0, предназначенное для установки на морские плавучие нефтегазодобывающие комплексы, суда без ледового класса или суда с ледовыми классами Ice1 , Ice2 , Ice3 .
G5	Оборудование, предназначенное для установки на суда ледовых классов Arc4 — Arc9 , Icebreaker6 — Icebreaker9 .

Форма ударного импульса, величина ускорения, длительность удара, число ударов в каждом положении изделия для различных категорий оборудования указаны в [табл. 12.6.6-2](#).

Таблица 12.6.6-2

Категория оборудования	Форма ударного импульса	Ускорение g	Длительность удара, мс	Число ударов в каждом положении
G0	испытания не требуются			
G3	полусинусоида	3,0	6 или 30	100 ± 5
G5	полусинусоида	5,0	6 или 30	100 ± 5

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.7 Испытания на устойчивость к качке и к длительным наклонам.

Испытания проводят с целью проверки способности изделий выполнять свои функции и сохранять значения параметров в пределах, указанных в документации на изделия и программах испытаний, в условиях воздействия качки и длительных наклонов с заданными параметрами.

Испытание проводят под механической и (или) электрической нагрузкой, характер, параметры и метод контроля которой должны быть установлены в документации на изделия и программе испытаний.

Испытания на устойчивость к качке и длительным наклонам могут не проводиться для оборудования автоматизации, не имеющего движущихся частей.

Испытания должны проводиться на штатных амортизаторах, если таковые имеются.

Оборудование автоматизации должно выдерживать испытания по следующей методике:

.1 установка оборудования на стенд, включение и измерение параметров. Выдержка оборудования в состоянии качки при установке его последовательно в двух взаимно перпендикулярных положениях и измерение параметров при каждом положении, при этом:

предельный угол наклона: 22,5°;

период качки: 10 с;

продолжительность испытаний: не менее 15 мин. в каждом положении;

.2 выдержка оборудования последовательно в двух взаимно перпендикулярных положениях под углом 22,5° к горизонтали и измерение параметров в течение любого времени, достаточного для измерения параметров, но не менее 3 мин. в каждом положении;

.3 снятие оборудования со стенда, измерение параметров, выключение и осмотр.

Примечание. Для оборудования автоматизации аварийного источника электрической энергии судов, перевозящих сжиженные газы, и химовозов предельный угол наклона при испытаниях должен составлять 30°.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.8 Испытания на теплоустойчивость.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-2 (тест В).

Для оборудования, конструкция которых не предусматривает рассеивание тепла, испытания проводятся по тесту В_б. Для оборудования, конструкция которых предусматривает рассеивание тепла (наличие радиаторов и/или системы охлаждения), испытания проводятся по тесту В_е.

В [табл. 12.6.8](#) приведены категории оборудования по теплоустойчивости в зависимости условий эксплуатации.

Таблица 12.6.8

Категория оборудования	Описание
ТН1	Оборудование, не относящееся к категориям ТН2 и ТН3.
ТН2	Элементы и устройство, предназначенные для установки в щиты, пульты или кожухи совместно с другими тепловыделяющими элементами и устройствами.
ТН3	Оборудование, для которого возможны более высокие значения рабочих температур, например, устанавливаемое непосредственно на двигателях внутреннего сгорания, котлах и т.п.

Отсчет времени испытаний начинается после достижения испытываемым изделием практически установившейся температуры при испытательной температуре, заданной в камере тепла.

Перед началом проведения испытаний и после их окончания проводится измерение сопротивления изоляции оборудования при стандартных климатических условиях.

Для оборудования категории ТН1 испытания должны проводиться при следующих условиях:

температура: $+55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;

продолжительность испытаний: 16 ч.

Для оборудования категории ТН2 испытания должны проводиться при следующих условиях:

температура: $+70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;

продолжительность испытаний: 16 ч.

Для оборудования категории ТН3 испытания должны проводиться при следующих условиях:

температура: на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ превышающая рабочую температуру, или при $+85\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, в зависимости от того, что выше;

продолжительность испытаний: 16 ч.

Оборудование должно находиться во включенном состоянии в течение всего периода проведения испытаний и испытываться вместе с включенной системой охлаждения, если она предусмотрена. Проверка функционирования оборудования проводится в последний час испытаний при испытательной температуре.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.9 Испытания на холодоустойчивость.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-1:2007 (тест А).

Для оборудования, конструкция которых не предусматривает рассеивание тепла, испытания проводятся по тесту Ab. Для оборудования, конструкция которых предусматривает рассеивание тепла (наличие радиаторов и/или системы охлаждения), испытания проводятся по тесту Ad.

Отсчет времени испытаний начинается после достижения испытываемым изделием практически установившейся температуры при испытательной температуре, заданной в камере холода.

Перед началом проведения испытаний и после их окончания проводится измерение сопротивления изоляции оборудования при стандартных климатических условиях.

В [табл. 12.6.9](#) приведены категории оборудования по холодоустойчивости в зависимости условий эксплуатации.

Таблица 12.6.9

Категория оборудования	Описание
TL1	Оборудование, предназначенное для установки внутри отапливаемых помещений.
TL2	Оборудование, предназначенное для установки на открытой палубе или в необогреваемых помещениях
TL3(DAT) ¹	Оборудование, предназначенное для установки на открытой палубе или в необогреваемых открытых помещениях судов с дополнительным знаком Winterization (DAT) в символе класса
¹ В скобках вместо « DAT » указывается значение расчетной температуры окружающей среды	

Для оборудования категории TL1 испытания должны проводиться при следующих условиях:

температура: $+5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$;

продолжительность испытаний: 2 ч.

Для оборудования категории TL2 испытания должны проводиться при следующих условиях:

температура: $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$;

продолжительность испытаний: 2 ч.

Для оборудования категории TL3 (**DAT**) испытания должны проводиться при рабочей температуре в камере, равной расчетной внешней температуре.

продолжительность испытаний: 2 ч.

Оборудование должно находиться в выключенном состоянии в течение всего периода проведения испытаний, за исключением устройств, обеспечивающих работоспособность изделий в условиях низких температур (например: электрические устройства обогрева) и проверки функционирования оборудования, которая проводится в последний час испытаний при испытательной температуре.

После окончания испытаний проводится проверка функционирования оборудования при стандартных климатических условиях.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.10 Испытания на влагуустойчивость.

Испытания, заявка на проведение которых поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068- 2-30 (тест D_b).

Испытания, заявка на проведение которых поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068- 2- 30:2005 (тест D_b).

Перед началом проведения испытаний и после их окончания проводится измерение сопротивления изоляции оборудования при стандартных климатических условиях.

Перед началом испытаний оборудование должно быть выдержано при температуре $+25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности не менее 95 % в течение времени необходимого для достижения оборудованием практически установившейся температуры.

Испытания проводятся при верхнем значении температуры $+55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности не менее 95 %. Испытания должны включать в себя два цикла 2 x (12 ч + 12 ч).

Оборудование должно находиться во включенном состоянии в течение первого цикла, и в выключенном, за исключением проверки функционирования, в течение второго цикла.

Проверка на функционирование оборудования проводится в течение первых двух часов первого цикла, а также в течение двух последних часов второго цикла, при испытательной температуре. Продолжительность второго цикла может быть увеличена для более удобного проведения проверки функционирования.

После извлечения оборудования из камеры и выдержки в нормальных климатических условиях в течение 1 — 3 ч проводится измерение сопротивления изоляции.

Оборудование всех видов исполнения должно испытываться в штатных оболочках в полном сборе, за исключением оборудования, имеющего степень защиты от проникновения воды 4 (IPx4) и выше, крышки которого во время испытания в камере должны быть открыты. Испытания должны проводиться с периодическим включением оборудования в работу.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.11 Испытания на воздействие соляного тумана (коррозионную стойкость).

Испытания, заявка на проведение которых поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068- 2-52, тест К_b

Испытания, заявка на проведение которых, поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-52:2017, тест К_b.

В [табл. 12.6.11](#) приведены категории оборудования по коррозионной стойкости в зависимости от условий эксплуатации.

Таблица 12.6.11

Категория оборудования	Описание
C0	Оборудование, предназначенное для установки внутри помещений.
C1	Оборудование, предназначенное для установки на открытой палубе или в открытых помещениях

Перед началом проведения испытаний и после их окончания проводится измерение сопротивления изоляции оборудования при стандартных климатических условиях.

Перед началом испытаний выполняется проверка на функционирование. Во время испытаний оборудование должно находиться в выключенном состоянии.

Для оборудования категории C0 испытание на воздействие соляного тумана (коррозионную стойкость) не требуется.

Для оборудования категории C1 испытания проводятся в течение 4 циклов. Каждый цикл состоит из следующих этапов:

распыление раствора солей в течение 2 ч;

выдержка оборудования в камере в течение 7 суток.

Функциональные испытания оборудования проводятся на седьмые сутки каждого периода выдержки.

По окончании четвертого цикла испытаний после восстановления (промывки и сушки образца) выполняют измерение сопротивления изоляции и проводят функциональные испытания в течение 4 — 6 ч.

По окончании испытаний следует убедиться в отсутствии коррозии, или в том, что она носит исключительно поверхностный характер.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.12 Испытания защитного исполнения оболочек.

Испытания защитного исполнения оболочек от попадания твердых посторонних тел и проникновения воды должны проводиться в соответствии со стандартом МЭК 60529.

Метод испытаний выбирается с учетом характеристик и условий эксплуатации оборудования. Обоснование выбора метода испытаний должно быть предоставлено в методике испытаний.

Допускается проводить испытания оболочки с размещенными и смонтированными элементами (кабельные вводы, индикаторы, элементы управления, элементы вентиляции и т.д.) на наружных поверхностях оболочки без находящегося внутри нее оборудования. При испытании оболочки без находящегося внутри нее оборудования в документации на изделие должны содержаться указания относительно расположения внутри оболочки опасных частей или частей, которые могут быть повреждены при попадании внешних твердых предметов или воды.

Оболочка соответствует степени защиты, обозначенной первой характеристической цифрой, при условии, что она также соответствует всем более низким степеням защиты, обозначенным первой характеристической цифрой. При этом не требуется проводить испытания, подтверждающие соответствие любой из низших степеней защиты при условии, что эти испытания, однозначно, будут пройдены при необходимости.

Оболочка со степенью защиты, обозначенной второй характеристической цифрой до IPX6 включительно, соответствует всем более низким степеням защиты, обозначенным второй характеристической цифрой. При этом не требуется проводить испытания, подтверждающие соответствие любой из низших степеней защиты при условии, что эти испытания, однозначно, будут пройдены при необходимости.

Оболочка со степенью защиты, обозначенной второй характеристической цифрой IPX9, считается не применимой при воздействии водяных струй (IPX5 или IPX6) и при погружении в воду (IPX7 или IPX8) и не должна соответствовать степеням защиты IPX5, IPX6, IPX7 и IPX8. В случае если оболочка соответствует нескольким степеням защиты, обозначенным второй характеристической цифрой, должно применяться обозначение, приведенное в табл. [12.6.12](#).

Таблица 12.6.12

Оболочка прошла испытания для второй характеристической цифры:		Обозначение	Применимость ¹
водяными струями	кратковременным/длительным погружением в воду		
5	7	IPX5/IPX7	универсальная
5	8	IPX5/IPX8	универсальная
6	7	IPX6/IPX7	универсальная
6	8	IPX6/IPX8	универсальная
9	7	IPX7/IPX9	универсальная
9	8	IPX8/IPX9	универсальная
5 и 9	7	IPX5/IPX7/IPX9	универсальная
5 и 9	8	IPX5/IPX8/IPX9	универсальная
6 и 9	7	IPX6/IPX7/IPX9	универсальная
6 и 9	8	IPX6/IPX8/IPX9	универсальная
-	7	IPX7	ограниченная
-	8	IPX8	ограниченная
9	-	IPX9	ограниченная

5 и 9	-	IPX5/IPX9	универсальная
6 и 9	-	IPX6/IPX9	универсальная
¹ Оболочка для «универсального» применения должна быть испытана на воздействие водяных струй и на кратковременное или длительное погружение в воду. Оболочка для «ограниченного» применения считается пригодной только для условий, на которые она была испытана.			

12.6.13 Испытания на отклонение питания от номинальных значений.

Отклонения напряжения и частоты от номинальных значений при испытаниях электрического и электронного оборудования автоматизации должны соответствовать указанным в [табл. 12.6.13-1](#).

Таблица 12.6.13-1

Сочетание	Длительное отклонение напряжения, %	Длительное отклонение частоты, %
1	+6	+5
2	+6	-5
3	-10	+5
4	-10	-5
	Кратковременное (1,5 с) отклонение напряжения, %	Кратковременное (5 с) отклонение частоты, %
5	+20	+10
6	-20	-10

Отклонения напряжения постоянного тока от номинальных значений при испытаниях электрического и электронного оборудования автоматизации должны соответствовать указанным в [табл. 12.6.13-2](#).

Таблица 12.6.13-2

Параметр	Отклонение от номинальных значений, %
Длительное отклонение напряжения	± 10
Циклическое отклонение напряжения	5
Пульсация напряжения	10

В [табл. 12.6.13-3](#) приведены категории оборудования в зависимости от способа питания.

Таблица 12.6.13-3

Категория оборудования	Описание
P1	Оборудование, получающее питание от аккумуляторной батареи, подключенной к зарядному устройству.
P2	Оборудование, не получающее питание от аккумуляторной батареи во время зарядки.

Оборудование категории P1 должно быть испытано при длительном отклонении напряжения от номинального значения от +30 % до -25 %.

Оборудование категории P2 должно быть испытано при длительном отклонении напряжения от номинального значения от +20 % до -25 %.

Трехкратное прерывание питания на 30 с в течение 5 мин не должно оказывать влияния на работоспособность оборудования автоматизации. В случае если для включения оборудования требуется достаточно длительное время, например, при наличии автоматической начальной загрузки программного обеспечения (ПО), общее время проведения испытаний на устойчивость к прерыванию питания может превышать 5 мин.

При наличии автоматической начальной загрузки ПО должно быть предусмотрено дополнительное прерывание питания в процессе загрузки.

При испытаниях контролируется поведение оборудования при потере и восстановлении питания, а также возможное повреждение ПО или данных, хранящихся в памяти программируемых электронных систем, где применимо.

Пневматические и гидравлические элементы и устройства должны быть испытаны при колебаниях рабочей среды $\pm 20\%$ от номинального значения, в течение 15 мин.

12.6.14 Испытания на уровень излучаемых электромагнитных помех.

Испытания, заявка по проведению которых поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартами CISPR 16-2-3 и МЭК 60945 для диапазона частот 156 — 165 МГц.

Испытания, заявка по проведению которых поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартами CISPR 16-2-3:2016 и МЭК 60945:2002 для диапазона частот 156 — 165 МГц.

Во время испытаний оборудование должно работать в нормальных условиях, а положение органов управления, влияющих на уровень помех, должно быть таким, чтобы установить максимальный уровень помех, создаваемых испытуемым оборудованием. Если оборудование имеет несколько энергетических режимов, то должен быть определен режим, создающий максимальный уровень помех, и именно для этого режима должны выполняться все измерения.

В [табл. 12.6.14](#) Таблица 12.6.14 приведены категории оборудования по электромагнитной совместимости в зависимости условий эксплуатации.

Таблица 12.6.14

Категория оборудования	Описание
E1	Оборудование, предназначенное для установки на открытой палубе и ходовом мостике
E2	Оборудование, предназначенное для установки в машинных и других закрытых помещениях судна.

Для оборудования категории E1 уровни создаваемых помех на расстоянии 3 м не должны превышать следующих значений в указанных ниже диапазонах частот:

0,15 — 0,3 МГц - 80 — 52 дБмкВ/м;

0,3 — 30 МГц - 52 — 34 дБмкВ/м;

30 — 1000 МГц - 54 дБмкВ/м;

1000 — 6000 МГц - 54 дБмкВ/м;

за исключением диапазона 156 — 165 МГц, где устанавливается 24 дБмкВ/м.

В качестве альтернативы пиковый уровень излучаемых радиопомех на расстоянии 3 м от корпуса испытуемого оборудования в диапазоне 156 - 165 МГц должен быть 30 дБмкВ/м.

Для оборудования категории E2 уровни создаваемых помех на расстоянии 3 м не должны превышать следующих значений в указанных ниже диапазонах частот:

0,15 — 30 МГц - 80 — 50 дБмкВ/м;

30 — 100 МГц - 60 — 54 дБмкВ/м;

100 — 1000 МГц - 54 дБмкВ/м;

1000 — 6000 МГц - 54 дБмкВ/м;

за исключением диапазона 156 — 165 МГц, где устанавливается 24 дБмкВ/м.

Ширина полосы пропускания приемника в диапазоне частот от 0,15 до 30 МГц и от 156 до 165 МГц должна быть 9 кГц, а в диапазоне частот от 30 до 156 МГц и от 165 МГц до 1 ГГц — 120 кГц.

Испытуемое оборудование должно быть представлено в полной комплектации со всеми соединительными межприборными кабелями и установлено в нормальном рабочем положении.

Если испытуемое оборудование состоит из нескольких блоков, то соединительные кабели между основным и всеми другими блоками должны иметь максимальную длину, указанную в спецификации предприятия (изготовителя). Имеющиеся входные и выходные разъемы испытуемого оборудования должны быть подключены к эквивалентам обычно используемого вспомогательного оборудования с использованием кабелей с максимальной длиной, указанной предприятием (изготовителем).

Избыточная длина кабелей должна быть собрана в бухты, уложенные на расстоянии 30 — 40 см (по горизонтали) от разъемов, к которым они подключены. Если это практически невозможно сделать, то следует выполнить размещение избыточной длины кабелей как можно ближе к изложенным требованиям.

Измерительная антенна должна быть размещена на расстоянии 3 м от испытуемого оборудования. С целью определения максимального уровня помех должна быть обеспечена возможность перемещения антенны вокруг испытуемого оборудования или вращения самого оборудования, размещаемого в ортогональной плоскости измерительной антенны на уровне ее средней точки.

Оборудование беспроводной связи (wi-fi роутер и т.п.), может быть освобождено от ограничений создаваемых уровней помех в пределах своего рабочего диапазона частот.

12.6.15 Испытания на устойчивость к воздействию внешних электромагнитных помех.

При проведении этих испытаний испытуемое оборудование должно быть представлено в своей нормальной рабочей комплектации, работать при нормальных условиях.

При испытании на устойчивость к воздействию внешних электромагнитных помех результаты оцениваются по критериям функционирования (работоспособности), отнесенным к рабочим условиям и функциональному назначению испытуемого оборудования. Эти критерии определяются следующим образом:

критерий функционирования А: испытуемое оборудование должно продолжать работать в соответствии с назначением во время и после проведения испытаний. Не допускается ухудшение работоспособности или потеря функций, определенных в соответствующем стандарте на оборудование и технической документации производителя;

критерий функционирования В: испытуемое оборудование должно продолжать работать в соответствии с назначением во время и после проведения испытаний. Не допускается ухудшение работоспособности или потеря функций, определенных в соответствующем стандарте на оборудование и технической документации производителя. При этом во время испытаний допускается ухудшение или потеря функций или работоспособности, которые могут самовосстанавливаться, но не допускается изменение установленного режима или оперативных данных;

критерий функционирования С: во время испытаний допускается временное ухудшение или потеря функции или работоспособности. При этом обеспечивается функция самовосстановления, или может быть обеспечено восстановление нарушений в конце испытаний путем использования регулировок в соответствии со стандартом на оборудование и технической документацией предприятия (изготовителя).

12.6.15.1 Испытания на устойчивость к кондуктивным низкочастотным помехам.

При испытаниях имитируют воздействие помех, генерируемых, например, электронными потребителями (тиристорами и т. п.) и вносимых в цепи питания в виде гармонических составляющих. Эти испытания не применяются к оборудованию с питанием исключительно от аккумуляторов.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий функционирования А) при наложении на его напряжение питания дополнительных тестовых напряжений:

для оборудования с электропитанием от постоянного тока:

диапазон частот: 50 Гц — 10 кГц;

тестовое напряжение (действующее значение): 10 % от номинального напряжения питания;

максимальная мощность тестового сигнала – 2 Вт;

для оборудования с электропитанием от переменного тока:

диапазон частот: от номинальной частоты до 200-ой гармоники;

тестовое напряжение (действующее значение): 10 % от номинального напряжения питания до 15-ой гармоники; уменьшающееся от 10 % до 1 % в диапазоне от 15-й до 100-й гармоники; 1 % в диапазоне от 100-й до 200-й гармоники;

максимальная мощность тестового сигнала – 2 Вт, минимальная величина действующего значения тестового напряжения – 3 В. Указанная величина тестового напряжения может быть снижена в случае превышения максимальной мощности.

12.6.15.2 Испытания на устойчивость к кондуктивным радиочастотным помехам.

Испытания, заявка на провендение которых поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000- 4-6,

Испытания, заявка на провендение которых поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000- 4- 6:2013.

При испытаниях создаются радиочастотные напряжения, возникающие в цепях питания, управления и передачи сигналов от работы преобразователей электроэнергии, эхолотов и судовых радиопередатчиков на частотах ниже 80 МГц.

Испытания должны выполняться с использованием генератора, последовательно подключаемого к каждому устройству связи и развязки. При этом незадействованные входные клеммы устройства связи и развязки, используемые для подключения испытательного генератора, должны быть нагружены эквивалентом с безиндуктивным сопротивлением, равным волновому сопротивлению кабеля. Испытательный генератор должен настраиваться для каждой схемы связи и развязки; при этом дополнительное и испытуемое оборудование отключается и заменяется безиндуктивными резисторами соответствующих номиналов (при сопротивлении кабеля 50 Ом дополнительные сопротивления должны составлять 150 Ом). Испытательный генератор должен быть настроен таким образом, чтобы обеспечить немодулированное напряжение требуемого уровня на входных клеммах испытуемого оборудования.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий работоспособности А) при следующих параметрах испытательного сигнала:

для оборудования категории Е2 (см. [табл. 12.6.14](#)) действующее значение напряжения: 3 В при изменяющейся частоте в диапазоне от 150 кГц до 80 МГц. Для оборудования категории Е1 (см. [табл. 12.6.14](#)) действующее значение напряжения увеличивается до 10 В в точках с частотами: 2 МГц, 3 МГц, 4 МГц, 6,2 МГц, 8,2 МГц, 12,6 МГц, 16,5 МГц, 18,8 МГц, 22 МГц и 25 МГц;

скорость изменения частоты: $\leq 1,5 \times 10^{-3}$ декада/с (или 1 % / 3 с);

глубина модуляции: 80 %;

частота модуляции 1000 Гц.

Примечание. При частоте модуляции входного сигнала испытываемого оборудования 1000 Гц частота модуляции сигнала помехи может быть выбрана 400 Гц.

12.6.15.3 Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам в цепях источников питания переменного тока, сигнальных и управляющих цепях.

Испытания, заявка на проведение которых поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-4.

Испытания, заявка на проведение которых поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-4:2012.

При испытаниях имитируются быстрые низкоэнергетические переходные процессы, создаваемые оборудованием, включение которого сопровождается искрением на контактах.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий работоспособности В), при приложении к его входам источников питания, сигнальных и управляющих цепей импульсного напряжения со следующими параметрами:

время нарастания единичного импульса: 5 нс (на уровне 10 % — 90 % амплитуды);

длительность единичного импульса: 50 нс (на уровне 50 % амплитуды);

амплитуда: 2 кВ при подаче в цепи питания относительно корпуса;

амплитуда: 1 кВ при подаче в сигнальные цепи, цепи управления и линии связи;

частота повторения единичных импульсов: 5 кГц или 100 кГц (частота повторений 5 кГц более распространена при испытаниях, тем не менее частота 100 кГц наиболее приближена к реальным условиям. Изготовитель оборудования самостоятельно определяет какая частота повторений применима для конкретного изделия);

длительность пакетов импульсов: 15 мс;

период повторения пакетов: 300 мс;

продолжительность: 5 мин для каждой положительной и отрицательной полярности импульсов.

12.6.15.4 Испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам.

Испытания, заявка на проведение которых поступила до 1 июля 2022 г. проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-5.

Испытания, заявка на проведение которых поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-5:2017.

При испытаниях имитируют воздействие импульсных напряжений, вызываемых включением и отключением мощных индуктивных потребителей.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий функционирования В), если к его цепям питания прикладывается импульсное напряжение со следующими параметрами:

время нарастания импульса: 1,2 мкс (время фронта);

длительность импульса: 50 мкс (на уровне 50 % амплитуды);

амплитуда: 1 кВ при подаче между каждой цепью и корпусом;

амплитуда: 0,5 кВ при подаче между цепями;

частота повторения: ≥ 1 импульс/мин;

количество импульсов: 5 импульсов для каждой положительной и отрицательной полярности импульсов.

Испытательные параметры импульсного тока для режима короткого замыкания:

время нарастания импульса: 8 мкс (время фронта);

длительность импульса: 20 мкс (на уровне 50 % амплитуды);

частота повторения: ≥ 1 импульс/мин;

количество импульсов: 5 импульсов для каждой положительной и отрицательной полярности импульсов.

12.6.15.5 Испытания на устойчивость к электростатическим разрядам.

Испытания, заявка на проведение которых поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-2.

Испытания, заявка на проведение которых поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-2:2008.

При испытаниях имитируются разряды статического электричества, которые могут возникать при контакте человека с корпусом оборудования.

Разряды от генератора должны прикладываться к тем точкам и поверхностям оборудования, которые доступны персоналу при нормальной работе. При испытаниях предпочтительным методом является контактный разряд. Если нельзя использовать контактный метод (при наличии покрашенных поверхностей), то должен использоваться воздушный разряд.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий функционирования В) при следующих параметрах электростатических разрядов:

амплитуда: 6 кВ для контактного разряда;

амплитуда: 2 кВ, 4 кВ и 8 кВ для воздушного разряда;

количество разрядов: 10 разрядов для каждой положительной и отрицательной полярности разрядов.

В случае успешного прохождения испытаний напряжением 8 кВ для воздушного разряда испытания воздушным разрядом напряжением 2 кВ и 4 кВ могут не проводиться.

12.6.15.6 Испытания на устойчивость к электромагнитному полю.

Испытания, заявка на проведение которых поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-3.

Испытания, заявка на проведение которых поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты, проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-3:2020.

При испытаниях создается испытательное электромагнитное поле, возникающее на судах при работе радиопередатчиков на частотах выше 80 МГц, например, судовых стационарных и носимых УКВ-радиостанций, находящихся рядом с оборудованием.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий работоспособности А) при следующих параметрах электромагнитного поля:

диапазон частот: 80 МГц — 6 ГГц;

скорость изменения частоты: $\leq 1,5 \times 10^{-3}$ декада/с (или 1 %/3 с);

напряженность поля: 10 В/м;

глубина модуляции: 80 %;

частота модуляции: 1000 Гц.

Примечание. При частоте модуляции входного сигнала испытываемого оборудования 1000 Гц частота модуляции сигнала помехи может быть выбрана 400 Гц.

Не применяются пределы устойчивости к электромагнитному полю для оборудования беспроводной связи (wi-fi роутер и т.п.) в пределах своего рабочего диапазона частот.

12.6.16 Испытания на уровень излучаемых кондуктивных помех.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом СИСР 16-2-1.

Для оборудования категории Е1 (см. [табл. 12.6.14](#)) уровни создаваемых помех в цепях питания и ввода-вывода не должны превышать следующих значений в указанных ниже диапазонах частот:

10 — 150 кГц — 96 — 50 дБмкВ;

150 — 350 кГц — 60 — 50 дБмкВ;

350 кГц — 30 МГц — 50 дБмкВ.

Для оборудования категории Е2 (см. [табл. 12.6.14](#)) уровни создаваемых помех в цепях питания и ввода-вывода не должны превышать следующих значений в указанных ниже диапазонах частот:

10 — 150 кГц — 120 — 69 дБмкВ;

150 — 500 кГц — 79 дБмкВ;

500 кГц — 30 МГц — 73 дБмкВ.

Ширина полосы пропускания приемника при измерениях в частотном диапазоне от 10 кГц до 150 кГц должна быть 200 Гц, а в частотном диапазоне от 150 кГц до 30 МГц — 9 кГц.

Соединительные кабели между клеммами электропитания испытуемого оборудования и эквивалентом сети питания должны быть экранированными и не превышать по длине 0,8 м. Если испытуемое оборудование состоит из нескольких приборов с индивидуальными клеммами для постоянного и переменного тока, то клеммы питания с одинаковым номиналом напряжения могут быть подключены параллельно.

При выполнении измерений все измерительные приборы и испытуемое оборудование должны быть установлены на заземленной плоскости и подсоединены к ней. При отсутствии возможности использования заземленной плоскости должно быть выполнено эквивалентное заземление на металлическую раму или корпус испытуемого оборудования.

12.6.17 Испытания на нераспространение горения.

Испытания, заявка на которые поступила до 1 июля 2022 г., проводятся в соответствии со стандартами МЭК 60695-11-5.

Испытания, заявка на которые поступила 1 июля 2022 г. и после этой даты проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60695-11-5:2017.

Испытанию подлежат только корпуса изделий, содержащие неметаллические детали. Если корпус изготовлен из металла с неметаллическими деталями внутри, испытание на огнестойкость не требуется.

Испытания проводятся при следующих условиях:

количество приложений пламени: 5 раз по 15 с каждый;

перерыв между каждым приложением: 15 с или один раз 30 с.

Критерии оценки результатов испытания:

длина выгоревшего или поврежденного участка образца не превышает 60 мм;

отсутствие пламени и накаливания или, в случае возникновения горения или накаливания, самостоятельное прекращение горения в течение 30 с при устранении тестового пламени без полного сгорания образца;

капли расплавленного материала должны самостоятельно прекращать горение, чтобы не воспламенить защитное покрытие оборудования при высоте падения горящих капель 200 ± 5 мм.

Допускается не проводить испытания на нераспространение горения если представлены документы (сертификаты, протоколы испытаний), подтверждающие соответствующие свойства неметаллических материалов корпуса изделия.

12.6.18 Испытания на грибостойкость.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-10 (тест J), вариант испытаний 2.

Испытанию на грибостойкость подвергаются изделия, устанавливаемые в сырых помещениях, за исключением изделий в герметизированных оболочках, в которых применены грибостойкие покрытия.

Перед началом испытаний проверяются электрические параметры и функционирование изделия.

Оборудование считается грибостойким, если при наблюдении через лупу с 50 кратным увеличением на нем не обнаруживается очагов грибковой плесени или видны лишь единичные проросшие споры, а также не обнаружено изменений физических и механических свойств образца, и оборудование находится в работоспособном состоянии.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**СОСТАВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ПОДЛЕЖАЩЕЙ ПРЕДСТАВЛЕНИЮ В РС,
И ОБЪЕМ ПРОВОДИМЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Таблица 1

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15000000	АВТОМАТИЗАЦИЯ				
15010000	Комплексная система управления техническими средствами (КСУ ТС) (Интегрированные системы автоматизации)	C1, T1—T4, T5 ⁴ , D3, I1 ⁵	12.4.13, 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7-12.6.16) ³	C1, T1—T4, T5 ⁴ , D3, I1 ⁵	12.4.13, 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15020000	Система аварийно- предупредительной сигнализации (АПС), в том числе микропроцессорные (компьютерные)	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15030000	Системы дистанционного автоматизированного управления (ДАУ):				
15030100	Системы дистанционного автоматизированного управления (ДАУ) главными ДВС	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15030200	системы ДАУ главными механизмами с ВРШ	то же	то же	то же	то же

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

495

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15030300	системы ДАУ главными паротурбинными установками	то же	то же	то же	то же
15030400	системы ДАУ главными пропульсивными винторулевыми колонками	то же	то же	то же	то же
15030500	системы автоматизированного управления динамическим позиционированием судов и ПБУ	C1 ⁷ , T1—T4, T5 ⁴ , D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	-	-
15030510	системы компьютеров, их программное обеспечение и интерфейсы, предназначенные для автоматизированного управления пропульсивными механизмами с применением одного органа управления (джойстика) или нескольких органов управления	то же	то же	C1 ⁷ , T1—T4, T5 ⁴ , D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15030520	система операторских пультов с органами управления и информационными мониторами	C1 ⁷ , T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

496

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15030530	системы определения местоположения (точки) позиционирования	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	-	-
15030600	системы автоматизированного управления гребными электрическими установками с погружными поворотными гребными электродвигателями	C1 ⁷ , T1—T5, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1—T5, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15030700	системы автоматизированного управления механизмами подъема и спуска самоподъемных ПБУ	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15030800	системы дистанционного автоматизированного управления и контроля балластными системами полупогружных ПБУ	то же	то же	то же	то же
15030900	системы ДАУ азимутальными и туннельными подруливающими устройствами	T1-T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7 — 1 2.6.16) ³	T1 — T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2, 12.6.4

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

497

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15031000	системы управления стабилизацией и положением корпусов высокоскоростных судов	C1 ⁷ , T1-T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7 — 12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1 — T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15040000	Системы управления электроэнергетическими установками:				
15040100	системы дистанционного автоматизированного пуска и остановки дизель-генераторов	C1 ⁷ , T1-T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7 — 12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15040200	системы дистанционного автоматизированного пуска и остановки турбогенераторов	то же	то же	то же	то же
15040300	системы дистанционного автоматизированного пуска и остановки валогенераторов (при наличии системы управления муфтой)	то же	то же	то же	то же
15040400	системы автоматизированного управления судовых электростанций	то же	то же	то же	то же

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

498

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15050000	Системы управления котельными установками:				
15050100	системы автоматизированного управления главными котельными установками	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1 — T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15050200	системы автоматизированного управления вспомогательными паровыми котельными установками	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7-12.6.16) ³	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15050300	системы автоматизированного управления утилизационными котельными установками	то же	то же	то же	то же
15050400	системы автоматизированного управления водогрейными котельными установками	то же	то же	то же	то же
15060000	Системы управления вспомогательными механизмами:				
15060100	системы автоматизированного управления компрессорами	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} ,	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2, 12.6.4

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

499

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
			(12.6.7—12.6.16) ³		
15060200	системы автоматизированного управления сепараторами	то же	то же	то же	то же
15060300	системы автоматизированного управления фильтрами	то же	то же	то же	то же
15060400	системы автоматизированного управления насосами (масла, топлива, охлаждения и т.п.)	то же	то же	то же	то же
15060500	системы автоматизированного управления топливоподготовки (температуры, вязкости)	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15070000	Системы дистанционного управления судовыми системами и системы дистанционного измерения уровня:				
15070100	системы дистанционного управления арматурой и насосами балластных и осушительных систем и системы дистанционного измерения уровня	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1-T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2, 12.6.4

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

500

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15070200	системы дистанционного управления креновой и дифференциальной систем	то же	то же	то же	то же
15070300	системы дистанционного управления грузовыми системами нефтеналивных судов	то же	то же	то же	то же
15070400	системы дистанционного управления грузовой системой газозовозов	то же	то же	то же	то же
15070500	системы дистанционного управления грузовой системой химовозов	то же	то же	то же	то же
15080000	Системы автоматизации палубных механизмов	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15090000	Устройства:				
15090100	устройства автоматизации, входящие в состав систем управления, перечисленных в кодах 15010000 — 15080000	T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.6.1 — 12.6.5, 12.6.6 ⁶ , 12.6.7—12.6.17	-	-

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

501

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15090500	устройства обнаружения масляного тумана в картерах ДВС (а также системы контроля температуры подшипников ДВС и другие равноценные устройства для предохранения от взрыва в картере)	то же	то же	T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2, 12.6.4
15090600	компьютеры и программируемые логические контроллеры	то же	то же	-	-
15090700	электронные устройства управления рабочим процессом ДВС	T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.6.1 — 12.6.5, 12.6.6 ⁶ , 12.6.7—12.6.17	-	-
15100000	Регуляторы непрямого действия:				
15100101	уровня	T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.6.1 — 12.6.5, 12.6.6 ⁶ , 12.6.7—12.6.17	-	-
15100102	давления	то же	то же	-	-
15100103	температуры	то же	то же	-	-
15100104	вязкости	то же	то же	-	-
15100105	частоты вращения	то же	то же	-	-
15110000	Датчики и сигнализаторы:				
15110101	уровня	T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.6.1 — 12.6.5, 12.6.6 ⁶ , 12.6.7—12.6.17	-	-

*Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)*

502

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15110102	давления	то же	то же	-	-
15110103	температуры	то же	то же	-	-
15110104	потока	то же	то же	-	-
15110105	солёности	то же	то же	-	-
15110106	вибрации	то же	то же	-	-
15110107	положения	то же	то же	-	-
15110108	датчики положения судна и воздействующих на него внешних сил	то же	то же	-	-
15110110	концентрации газа	то же	то же	-	-
15119999	другие	-	-	-	-
15120000	Пульты, щиты и другие оболочки для систем автоматизации	-	-	-	-
15130000	Приборы дистанционные контрольно-измерительные	-	-	-	-
15130100	Средства диагностирования оборудования	-	-	-	-

¹ при наличии СТО на изделия и отсутствии внесения изменений в конструкцию оборудования не требуется повторное рассмотрение и одобрение технической документации;

² при наличии СТО на изделия и отсутствии внесения изменений в конструкцию оборудования повторное проведение испытаний в объеме головного/опытного образца не требуется, за исключением 12.6.1, 12.6.2 и 12.6.4;

³ испытания проводятся для каждого элемента системы;

⁴ для интегрированных систем судов, перевозящих газы, и систем динамического позиционирования классов 2 и 3;

⁵ для оборудования, устанавливаемого во взрывоопасной зоне;

⁶ проводятся для оборудования с учетом условий эксплуатации в соответствии с табл. 12.6.6-1;

⁷ при использовании в составе системы программируемых электронных компонентов.

«-» - означает «не применимо».

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ АНАЛИЗА ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗОВ (АПО) (FMEA) СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Введение

Для проведения АПО систем управления динамическим позиционированием, систем управления рабочим процессом двигателей внутреннего сгорания (ДВС), а также других программируемых электронных систем.

1.2. Цели

Основной целью АПО систем управления является проведение всестороннего, систематического и документированного анализа, на основании которого устанавливаются важные условия возникновения отказов и производится оценка их значимости с учетом критериев безопасности и эффективности функционирования. Целью проведения АПО является демонстрация того, что единичный отказ в системе управления не приведет к выходу рабочих характеристик объекта управления за допустимые пределы, установленные критериями эффективности его функционирования. Единичный отказ предполагает единовременный отказ лишь одного компонента, т.е. отсутствие сочетания различных отказов. При этом, однако, не исключается возможность нескольких отказов по общей причине.

В отчете по АПО должны указываться общие критерии эффективности функционирования и безопасности объекта управления, а также критерии, связанные с конкретным применением объекта управления (для ДВС см. пример в [2.1.1](#)); при этом должна проводиться оценка всех выявленных отказов на соответствие этим критериям. В настоящем приложении представлены рекомендации к АПО и предоставляемой технической документации. Подробное описание порядка и методики проведения АПО приводится в соответствующих нормативно-технических документах (стандартах), в частности, в Приложениях 3 и 4 Международного кодекса по безопасности высокоскоростных судов, также в Руководстве Международной ассоциации морских подрядчиков (IMCA) М 166.

1.3. Системный АПО

Анализ видов и последствий отказов (АВПО) систем управления должен проводиться в виде системного АПО.

Системный АПО проводится в нисходящем порядке, т.е. начиная с самого верхнего уровня системы с постепенным переходом на более низкий уровень (уровень подсистемы) и далее на уровень отдельного устройства или элемента. Если при возникновении того или иного отказа на некотором уровне последствия для всей системы в целом отсутствуют, и это может быть обосновано продемонстрировано в отчете, то анализ с переходом на более низкий уровень продолжать необязательно. В таком случае также нет необходимости продолжать анализ на всех более низких уровнях системы вплоть до уровня отдельных элементов.

АПО систем управления проводится на основе принципа единичного отказа, при котором предполагается единовременный отказ подсистем или изделий на различных уровнях функциональной иерархии системы по одной вероятной причине (при возникновении инициирующего события). Последствия предполагаемых отказов анализируются и классифицируются по степени их тяжести. Любой отказ, который

может привести к выходу характеристик системы за пределы, установленные согласованными критериями, должен быть исключен путем резервирования системы или оборудования. Исключением является скрытый отказ, для проявления которого необходимо возникновение вторичного отказа. Скрытый отказ является особым случаем, поскольку последствия самого такого отказа в нормальных условиях не видны (например, это может быть отказ реле защиты с нормально-разомкнутыми контактами).

В целях проверки допущений и подтверждения выводов, сделанных при АПО, должна быть составлена соответствующая выборочная программа испытаний.

1.4. Определения и пояснения

В тексте настоящего приложения приняты определения, указанные в [табл. 1.4](#).

Таблица 1.4

Термин	Определение
ООП, Отказ по общей причине.	Отказы тех или иных изделий, возникающие из-за единичного события, если такие отказы не являются следствием друг друга.
Элемент системы автоматизации, элемент	Определение элемента системы автоматизации см. в 1.2 части XV «Автоматизация» Правил классификации и постройки морских судов. Применительно к системам управления элементом является датчик, реле, логический элемент и т.д.
Устройство автоматизации, устройство	Определение устройства автоматизации см. в 1.2 части XV «Автоматизация» Правил классификации и постройки морских судов.
Проектный замысел	Подробное описание идей, концепций и критериев, определенных проектировщиком как имеющих важное значение. Как правило, он включает: требования к системе; проектные условия; ограничения системы.
Ответственные функции	Оборудование и системы, необходимые для осуществления проектного замысла и безопасной работы объекта управления (например, для ДВС – подача топлива, смазки, охлаждающей воды и т.д.)
Отказ	Утрата тем или иным устройством или элементом способности выполнять требуемую функцию в указанных условиях.
Последствие отказа	Непосредственный результат возникновения отказа, влияющий на работу, выполняемую функцию, работоспособность или состояние некоторого устройства или элемента.
Вид отказа	Конкретный способ или характер возникновения отказа в виде потери изделием (тем или иным элементом, устройством или системой (подсистемой)) возможности выполнения соответствующей функции. В общем случае, под видом отказа может пониматься способ его возникновения или наблюдаемое последствие.
АПО	Анализ последствий отказов. Систематический метод анализа отказов систем до любого уровня детализации, требуемого для выявления потенциальных отказов, причин их возникновения и последствий для работы системы.
АПКО	Анализ последствий и критичности отказов. Процедура АПКО, дополненная методами ранжирования отказов по тяжести их воздействий в целях определения приоритетности принимаемых корректирующих мер. Для этого определяется критичность отказа с учетом оценки степени тяжести его последствий и частоты возникновения.

Термин	Определение
Функция	Назначение системы или изделия оборудования. Каждая функция должна быть документально оформлена с ее описанием, указанием объекта, на который она действует, и нормы Анализ последствий и критичности отказов. Процедура АПКО, дополненная методами ранжирования отказов по тяжести их воздействий в целях определения приоритетности принимаемых корректирующих мер. Для этого определяется критичность отказа с учетом оценки степени тяжести его последствий и частоты возникновения. (норм) эффективности ее исполнения.
Интерфейс	Средство связи между независимыми системами, устройствами или элементами.
Резервирование	Дублирование либо многократное дублирование критических элементов или функций системы в целях повышения ее надежности.
Надежность	Способность того или иного изделия выполнять требуемую функцию в указанный период времени в указанных условиях.
Безопасность	Отсутствие недопустимых прямых или косвенных рисков травмирования или ущерба здоровью людей как прямого или косвенного результата повреждения имущества или ущерба окружающей среде.
Тяжесть	Характеристика значимости влияния последствий того или иного отказа. Тяжесть характеризует наихудшее потенциальное последствие отказа.
Система	Группа взаимосвязанных или взаимодействующих элементов и устройств. В рамках АПО система характеризуется: определенным назначением, выраженным в виде выполняемых ею функций; указанными условиями эксплуатации; определенной границей системы; иерархией.
Граница системы	Граница системы образует физический и функциональный раздел между системой и ее окружением, в которое могут входить другие системы, с которыми анализируемая система взаимодействует. Для целей анализа граница системы должна браться в таком виде, в котором она установлена для проектирования и технического обслуживания. Это относится к любому уровню системы. Системы, устройства и элементы, выходящие за границы, должны в явном виде исключаться из рассмотрения.

2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АПО

Порядок проведения АПО можно разделить на несколько этапов (см. [рис. 2](#)). Подробное описание этапов приводится в пунктах, указанных на [рис. 2](#). В отчете по АПО должны указываться все необходимые сведения, применяемые в качестве основных данных для АПО, а также допущения и результаты. Описание отчета по АПО (см. [разд. 3](#)).



Примечание. В процессе может потребоваться проведение итераций, не указанных на данной схеме.

Рис. 2. Порядок проведения АПО систем управления

2.1 Определение и описание применения системы и объекта управления

Для проведения АПО вначале следует подробно описать характеристики анализируемой системы с использованием чертежей и руководств на оборудование.

В техническом описании системы, ее режимов работы, границ и функциональных требований должно указываться следующее:

2.1.1 Описание применения объекта управления. Например, для ДВС возможны следующие основные варианты:

главный двигатель в составе однодвигательной пропульсивной установки (и ограничения применения, в частности, только винт регулируемого шага);

главный двигатель в составе многодвигательной пропульсивной установки (дизель-электрической и дизель-механической);

приводной двигатель основного источника электрической энергии; приводной двигатель аварийного источника электрической энергии; приводной двигатель для вспомогательного или палубного механизма.

2.1.2 Функциональное описание работы системы, ее структуры и границ.

Описание границ системы (физических, например, рассматриваемых в анализе элементов системы управления и объекта управления, и эксплуатационных, например, параметров эффективности функционирования):

характеристики сигналов ввода-вывода, датчиков и исполнительных устройств; характеристика сигналов сопряжения;

системы контроля, в том числе интерфейс человек-машина; средства сетевого подключения, например, CAN-шина, Ethernet; конструктивные особенности цепей, например, гальваническая развязка; аппаратные цепи защиты; источники питания и схемы их подключения;

определение характера взаимодействия с внешними системами (например, с судовой системой аварийно-предупредительной сигнализации, системой управления автоматизированной судовой электростанцией);

определение предельных рабочих параметров, регулируемых системой управления, например, температура, давление, мощность, частота вращения и т.п.

Проектный замысел и режимы работы электронной системы управления: описание работы в ручном режиме;

описание режимов местного и дистанционного управления; аварийно-предупредительная сигнализация.

Сопряжение с независимыми системами защиты, если применимо.

Иллюстрация взаимосвязей между функциональными элементами системы в виде блок-схемы (-схем).

На блок-схеме (-схемах) должны быть в графической форме представлена система и входящие в нее устройства и элементы для дальнейшего анализа. На блок-схеме должно как минимум указываться следующее:

разбивка системы на основные подсистемы и/или элементы;

все соответствующим образом промаркированные входы и выходы, а также идентификационные номера, которыми обозначается каждая подсистема/элемент;

все варианты резервирования, альтернативные каналы передачи сигналов и другие технические средства, которые обеспечивают выход из строя в безопасную сторону.

Может потребоваться разработка отдельного комплекта блок-схем для каждого режима работы.

2.1.3 Функциональные связи между элементами системы, включая:

перечень всех устройств и элементов в пределах границы системы управления (с указанием их обозначений, наименований и функций);

уровень и характер резервирования, разделение/разнесение элементов и связей между ними, независимость;

описание работы нескольких процессоров с учетом архитектуры системы; архитектура распределенной системы управления.

2.1.4 Требования и функции системы в допустимых пределах эффективного функционирования системы и ее составных частей при работе во всех типовых режимах эксплуатации:

критерии эффективного функционирования электронной системы управления, в зависимости от применения объекта управления.

2.1.5 Ограничения системы.

2.2 Задание критериев безопасности и эффективности функционирования

Критерии эффективности функционирования задаются в соответствии:

с требованиями класса и флага;

с критериями работы, установленными разработчиком объекта управления с учетом обеспечения безопасности и эксплуатационной готовности;

с применением объекта управления, например, для однодвигательной пропульсивной установки может потребоваться задание более строгих критериев, чем для многодвигательной, в частности, более жестких требований по резервированию и устойчивости к отказам, что означает способность системы обеспечивать безопасную работу при возникновении некоторого количества определенных видов отказов.

2.2.1 Задавать критерии эффективности функционирования следует так, чтобы обеспечивалась возможность оценки каждого вида отказа на соответствие этим критериям. Рекомендуется применять матрицу рисков, в которой используются показатель тяжести последствий (отражающий влияние того или иного отказа на безопасность и эффективность функционирования) и показатель частоты (отражающий частоту возникновения события).

2.2.2 Следует задокументировать допущения, принимаемые при оценке показателей тяжести и частоты возникновения отказа.

2.2.3 Примеры этих показателей и сводная матрица рисков (таблица показателя риска) приведены в [табл. 2.2.3-1](#), [2.2.3-2](#) и [2.2.3-3](#), соответственно. В зависимости от конкретного анализа можно использовать различные шкалы и градации показателей матрицу рисков можно разделить на три области: область с допустимым показателем риска ([табл. 2.2.3-3](#), внизу слева, показатели 2 и 3), область с недопустимыми показателями риска ([табл. 2.2.3-3](#), вверху справа, показатели 5, 6 и 7) и область между двумя вышеуказанными ([табл. 2.2.3-3](#), по диагонали, показатель 4), в которой степень допустимости определяется дополнительными свойствами конкретного события (например, наличие средств обнаружения отказа или возможность работы в ручном режиме после возникновения отказа). В этой области необходимо принимать все возможные меры для минимизации рисков.

Таблица 2.2.3-1

Примерная таблица показателей тяжести

Показатель тяжести	Наименование	Определение
3	Высокий	Серьезное ухудшение безопасности, в частности, гибель людей и (или) серьезное ухудшение работы объекта управления, например, останов ДВС.
2	Средний	Умеренное ухудшение безопасности, в частности, травмирование людей, и (или) умеренное ухудшение работы объекта управления, например, снижение мощности ДВС.
1	Низкий	Ничтожно малое ухудшение безопасности и (или) ничтожно малое ухудшение работы объекта управления.

Таблица 2.2.3-2

Примерная таблица показателя частоты появления отказа

Показатель частоты	Наименование	Определение
4	Высокий	1 и более отказов за год работы
3	Средний	От 1 отказа в 10 объектах до менее чем 1 отказа в одном объекте за год работы
2	Низкий	От 1 отказа в 100 двигателях до менее чем 1 отказа в десяти объектах за год работы
1	Очень низкий	Менее 1 отказа в 100 двигателях за год их работы

Таблица 2.2.3-3

Пример матрицы показателя риска

		Показатель частоты	1	2	3	4
Показатель тяжести			Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий
			Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий
3	Высокий	4	4	5	6	7
2	Средний	3	3	4	5	6
1	Низкий	2	2	3	4	5

2.2.4 Определение всех потенциальных видов отказов и причин их возникновения.

Вид отказа характеризуется конкретным последствием, по которому наблюдается тот или иной отказ. Эти проявления, анализируемые совместно с описанием работы системы (входные и выходные параметры) и ее блок-схемой, позволяют определить и описать все потенциальные виды отказов.

Рассмотрение каждой системы (подсистемы) проводится в нисходящем порядке, начиная с результатов функционирования системы. При этом предполагается, что отказ возникает в какой-то момент времени по одной возможной причине. Поскольку тот или иной отказ может быть вызван несколькими причинами, следует определить все возможные независимые друг от друга причины возникновения каждого отказа.

Следует выявить все потенциальные отказы по общей причине; недостаточно учитывать лишь случайные и независимые отказы. Возможны отказы по общей причине (вызывающие отказ или ухудшение рабочих характеристик системы за счет одновременного отказа нескольких компонентов системы), вызванные одной причиной, воздействием внешней среды или ошибкой человека. Отказы по общей причине не подпадают под фундаментальное допущение о независимости всех отказов, рассматриваемых в рамках проведения АПО. При отказах по общей причине несколько изделий отказывают одновременно (либо через промежуток времени, достаточно короткий, чтобы последствия были как при одновременном отказе). Как правило, к источникам возникновения отказов по общей причине относятся факторы внешней среды, в частности, электрические помехи, циклическое изменение температур, вибрация, а также человеческий фактор (в частности, некорректная эксплуатация или техническое обслуживание).

2.2.5 Оценка последствий каждого вида отказа.

Под последствием отказа понимается влияние того или иного отказа на работу, функцию или состояние элемента или системы. Оценку последствий отказов следует проводить с учетом их влияния на безопасность и эксплуатационную готовность изделия на двух уровнях: на местном уровне (т.е. в отношении самого объекта

управления с учетом последствий и для системы защиты объекта, при ее наличии) и на общем уровне (т.е. в отношении условий применения объекта, например, главный двигатель в составе однодвигательной или многодвигательной пропульсивной установки).

2.2.6 Определение средств обнаружения отказов.

Средствами обнаружения отказов могут быть визуальные или звуковые устройства АПС, автоматические устройства обнаружения, контрольно-измерительная аппаратура, осмотр или другие особые средства индикации. Следует, по мере необходимости, определять и указывать средства обнаружения для каждого вида отказа и причин его возникновения.

2.2.7 Оценка тяжести и частоты возникновения отказов на соответствие критериям безопасности и эффективности функционирования.

Оценку степени тяжести и частоты возникновения каждого отказа следует проводить, например, с применением таблиц показателей с учетом критериев эффективности функционирования и безопасности (см. [2.2](#)). При определении показателя тяжести последствий следует учитывать влияние местных и общих последствий для безопасности и эксплуатационной готовности изделия.

2.2.8 Оценка установленного показателя риска.

Оценка показателя риска для каждого вида отказа должна проводиться в соответствии с [2.2.3](#) и примером в [табл. 2.2.3-3](#).

2.2.9 Определение корректирующих мер в отношении видов отказов.

Следует определить и оценить действия любого резервного оборудования и любые корректирующие меры (ручные или автоматические), принимаемые на уровне данной системы для предотвращения или уменьшения последствий отказа того или иного элемента или устройства системы.

2.2.10 Документальное оформление АПО.

Результаты АПО могут оформляться в виде рабочей таблицы по форме, приведенной ниже.

Таблица начинается с самого верхнего уровня системы с постепенным переходом на более низкие уровни.

Форма рабочей таблицы АПО

Наименование системы

Ссылочный(-ые) документ(ы)

Режим работы

Блок-схема системы

Лист №

Дата

ФИО лиц, проводивших АВПО

Чертежи

Идентификационный №	Наименование объекта	Функция	Вид отказа	Последствия отказа		Показатель тяжести последствий	Причины отказа	Показатель частоты отказа	Показатель риска	Средство обнаружения	Корректирующие меры	Примечания, проверка
				местные	общие							
	2.1	2.1.4	2.2.4	2.2.5	2.2.5	2.2.7	2.2.4	2.2.7	2.2.8	2.2.6	2.2.9	2.2.11

2.2.11 Описание исходных данных для разработки программы проверки.

В целях подтверждения выводов по результатам АПО и проверки всех сделанных допущений следует разработать программу испытаний.

3 ОТЧЕТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АПО

В отчете по результатам АПО должно содержаться техническое описание системы управления, ее подсистем и выполняемых ими функций, с указанием предполагаемых условий эксплуатации и окружающей среды, которое позволяет понять характер, причины и последствия отказов. В отчет должны быть включены сделанные в ходе анализа допущения, блок-схемы систем, критерии эффективности функционирования, рабочие таблицы (см. [2.2.10](#)), а также программа проверок и любые иные протоколы испытаний. В отчете должно быть кратко приведены основные выводы, в частности, результаты проверки на соответствие выбранным критериям.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (рекомендуемое)

ЧЕК-ЛИСТ СОСТАВА ДОКУМЕНТАЦИИ

Наименование оборудования (системы): Обозначение оборудования (системы):		
Код документа	Наименование документа	Обозначение
C1	Документация на программируемые электронные системы в соответствии с разд. 7 части XV «Автоматизация» Правил классификации и постройки морских судов	
D1	Сборочный чертеж	
D2	Чертеж общего вида	
D3	Схема структурная	
D4	Схема принципиальная	
T1	Спецификация	
T2	Пояснительная записка	
T3	Технические условия	
T4	Программа и методика испытаний	
T5	Анализ последствий отказов (АПО) (FMEA)	
I1	Свидетельство о взрывозащите	

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 (рекомендуемое)

ЧЕК-ЛИСТ ПРОГРАММЫ ИСПЫТАНИЙ

Наименование оборудования (системы): Обозначение оборудования (системы):		
№ пункта испытаний	Наименование испытания	Протокол испытаний ¹
12.4.13	Испытания программируемых электронных систем	
12.6.1	Осмотр	
12.6.2	Измерение сопротивления изоляции	
12.6.3	Испытание электрической прочности изоляции	
12.6.4	Функциональные испытания	
12.6.5	Вибрационные испытания	
12.6.6	Испытания на удар	
12.6.7	Испытания на устойчивость к качке и к длительным наклонам	
12.6.8	Испытания на теплоустойчивость	
12.6.9	Испытания на холодоустойчивость	
12.6.10	Испытания на влагоустойчивость	
12.6.11	Испытания на воздействие соляного тумана (коррозионную стойкость)	
12.6.12	Испытания защитного исполнения оболочек	
12.6.13	Испытания на отклонение питания от номинальных значений	
12.6.14	Испытания на уровень излучаемых электромагнитных помех	
12.6.15	Испытания на устойчивость к воздействию внешних электромагнитных помех:	
12.6.15.1	испытания на устойчивость к кондуктивным низкочастотным помехам	
12.6.15.2	испытания на устойчивость к кондуктивным радиочастотным помехам	
12.6.15.3	испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам в цепях источников питания переменного тока, сигнальных и управляющих цепях	
12.6.15.4	испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам	
12.6.15.5	испытания на устойчивость к электростатическим разрядам	
12.6.15.6	испытания на устойчивость к электромагнитному полю	
12.6.16	Испытания на уровень излучаемых кондуктивных помех	
12.6.17	Испытания на нераспространение горения	
12.6.18	Испытания на грибостойкость	
¹ Указывается номер протокола и дата проведения испытаний в случае проведения испытаний ИКО или без присутствия инспектора в признанной РС лаборатории.		

13 СПАСАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

13.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

13.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за спасательными средствами, перечисленными в Номенклатуре РС.

13.1.2 Раздел содержит требования технического наблюдения Регистра за изготовлением упомянутых объектов технического наблюдения на предприятии (изготовителе).

13.1.3 Общие положения по организации технического наблюдения за изготовлением спасательных средств изложены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация».

13.1.4 Регистр может потребовать в случае необходимости, чтобы под его техническим наблюдением разрабатывались и изготавливались спасательные средства, включая предметы оборудования и снабжения, не предусмотренные Номенклатурой РС.

13.2 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ГОЛОВНЫМ ОБРАЗЦОМ

13.2.1 Техническое наблюдение Регистра за разработкой и изготовлением образцов (партий) спасательных средств, включая предметы оборудования и снабжения, подразделяется на следующие этапы:

- .1** рассмотрение и одобрение технического или технорабочего проекта;
- .2** рассмотрение и одобрение программы и методики испытаний головных образцов;
- .3** участие в испытании головных образцов (партий);
- .4** рассмотрение и одобрение программы испытаний спасательных средств при установившемся производстве, откорректированной по результатам испытаний головного образца.

13.2.2 При рассмотрении технической документации и освидетельствовании образцов спасательных средств необходимо проверить выполнение общих технических требований, предъявляемых к данным изделиям соответствующими частями Правил согласно [13.1.1](#).

13.2.3 Объем технической документации, представляемой на одобрение Регистру, должен отвечать требованиям 1.3 части II «Спасательные средства» Правил по оборудованию морских судов.

13.3 ВИДЫ ИСПЫТАНИЙ

13.3.1 Программа приемосдаточных испытаний, осуществляемых органом технического контроля предприятия (изготовителя), должна быть одобрена Регистром.

13.3.2 Контрольные испытания Регистром материалов или изделий для подтверждения СПИ или для подтверждения стабильного производства и соответствия материалов и изделий одобренной технической документации в тех случаях, когда СПИ не оформляются, могут быть совмещены с периодическими испытаниями материалов и изделий.

13.3.3 Испытания Регистром головных образцов и испытания для выдачи СТО (или СПИ) могут быть совмещены с типовыми испытаниями материала или изделия.

13.4 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ (ИЗГОТОВИТЕЛЕ)

13.4.1 Все материалы и комплектующие изделия, идущие на изготовление спасательных средств, должны иметь документы, подтверждающие их соответствие одобренной документации. Эти документы должны быть оформлены в соответствии с формой технического наблюдения, предусмотренной Номенклатурой РС.

13.4.2 Освидетельствование инспектором спасательных средств на предприятии (изготовителе) на различных этапах производства должно осуществляться в соответствии с перечнем объектов технического наблюдения, разрабатываемым предприятием (изготовителем) на основании требований настоящего раздела (см. табл. [13.4.2-1 – 13.4.2-5](#)) и согласованным с подразделением Регистра (см. 12.2 части I «Общие положения по техническому наблюдению»).

Таблица 13.4.2-1

Объем освидетельствований спасательных шлюпок и дежурных шлюпок

№ п/п	Испытания (проверки)	Освидетельствование головного образца	Освидетельствование изделий при установившемся производстве	Число проверяемых изделий при установившемся производстве, %
1	Проверка качества материалов	+	+	100
2	Проверка размеров и конструкции шлюпки	+	+	100
3	Статическое испытание корпуса спускаемой с помощью лопарей спасательной и дежурной шлюпки на прочность	+	+	Каждое 10-е, но не менее 1 от партии
4	Испытание подъемно-спускового приспособления на прочность	+	+	100
5	Испытания корпуса спасательной шлюпки на непроницаемость	+	+	100
6	Определение объема воздушных ящиков и отсеков и объемов с плавучим материалом	+	–	–
7	Испытание воздушных ящиков и отсеков на непроницаемость	+	+	100
8	Обмер шлюпки (определение вместимости)	+	–	–
9	Определение массы корпуса шлюпки	+	+	Каждое 10-е, но не менее 1 от партии
10	Определение высоты надводного борта шлюпки	+	–	–
11	Проверка остойчивости шлюпки (кренование)	+	–	–
12	Проверка непотопляемости шлюпки	+	–	–
13	Проверка на удар	+	–	–
14	Испытание на сбрасывание	+	–	–
15	Проверка прочности заделки и крепления подъемноспускового приспособления шлюпки	+	+	100
16	Проверка защитного устройства, установки тента	+	+	100
17	Проверка размещения в шлюпке людей и снабжения	+	–	–
18	Проверка парусного вооружения шлюпки в сборе	+	+	100

Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)

518

№ п/п	Испытания (проверки)	Освидете- льствование головного образца	Освидетельст- ование изделий при установившемся производстве	Число проверяемых изделий при установившемс- я производстве, %
19	Проверка сборки и монтажа механического привода	+	+	100
20	Швартовные испытания моторных и приводных шлюпок	+	+	100
21	Ходовые испытания шлюпки с моторной установкой в течение не менее 2 ч	+	+	100
22	Определение скорости шлюпки с моторной установкой и испытанием рулевого устройства	+	—	—
23	Определение скорости шлюпки с ручным механическим приводом	+	—	—
24	Огневые испытания танкерных спасательных шлюпок	+	—	—
25	Мореходные испытания	+	—	—
26	Проверка комплектности и снабжения шлюпок	+	+	100
27	Проверка окраски и маркировки шлюпок	+	+	100
28	Испытание разобшающего устройства сбрасываемой спасательной шлюпки, когда ее общая масса в 2 раза превышает полную массу шлюпки с полным комплектом людей и снабжения	+		
29	Проверка наклейки световозвращающих полос	+	+	100
30	Испытание двигателя переворачиванием до установки его на спасательную шлюпку	+	—	—
31	Испытание двигателя в погруженном в воду состоянии	+	—	—
32	Испытание двигателя вне воды	+	—	—
33	Испытание пуском двигателя из холодного состояния	+	—	—
34	Испытания спасательных шлюпок с автономной системой воздухоснабжения	+	+	100
35	Испытания системы орошения огнезащищенных шлюпок	+	+	100
36	Испытания герметичности закрытий люков полностью закрытых шлюпок	+	+	100
37	Испытания электрооборудования шлюпок	+	+	100
38	Испытание пуском двигателя полностью закрытой шлюпки после ее переворачивания	+	+	100
39	Проверка крепления ремней безопасности в полностью закрытых шлюпках	+	+	100
40	Испытание разобшающего устройства спасательных и дежурных шлюпок 10-процентной перегрузкой	+	+	100
41	Испытание сбрасываемой спасательной шлюпки сбрасыванием при нагрузке, в 1,1 раза превышающей рабочую	+	+	100
42	Испытание сбрасываемой спасательной шлюпки сбрасыванием с высоты, в 1,3 раза превышающей высоту установки	+	—	—

№ п/п	Испытания (проверки)	Освидетельствование головного образца	Освидетельствование изделий при установившемся производстве	Число проверяемых изделий при установившемся производстве, %
43	Испытание сбрасываемой спасательной шлюпки сбрасыванием для определения перегрузок	+	—	—
44	Испытание на прочность соединения разобщающего устройства (гака) с корпусом шлюпки нагрузкой, равной массе шлюпки с полным комплектом людей и снабжения или удвоенной массе шлюпки в случае с одним лопарем (не применяется к сбрасываемым спасательным шлюпкам)	+	+	100

По инициативе подразделения Регистра перечень корректируется предприятием (изготовителем) по результатам освидетельствований спасательных средств судов в эксплуатации.

Испытания головных образцов должны проводиться по программе, одобренной Регистром.

Число образцов головной партии изделий, подвергаемых испытаниям, устанавливается программой испытаний. Число проверяемых изделий при установившемся производстве по усмотрению инспектора может быть увеличено, либо уменьшено.

Таблица 13.4.2-2

Объем освидетельствований спасательных плотов на различных этапах производства

№ п/п	Испытания (проверки)	Освидетельствование головного образца	Освидетельствование изделий при установившемся производстве	Число проверяемых изделий при установившемся производстве, %
1	Проверка материалов и клеевых соединений	+	+	Для каждой партии
2	Наружный осмотр и проверка размеров плота	+	+	100
3	Испытания спасательных плотов на прочность сбрасыванием и прыжками	+	+	—
4	Испытание подъемно-спускового приспособления плота на прочность	+	+	100
5	Испытание металлического плота на водонепроницаемость	+	+	100
6	Испытание надувного плота давлением и его контейнера на непроницаемость (контейнер испытывается только при испытании головного образца)	+	+	100
7	Проверка водонепроницаемости плота из стеклопластика	+	+	100
8	Испытание контейнеров снабжения на водонепроницаемость и плавучесть	+	+	2
9	Проверка остойчивости	+	+	—
10	Проверка плавучести спасательных плотов, предназначенных для спуска методом свободного всплытия	+	—	—

Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)

520

№ п/п	Испытания (проверки)	Освидетельствование головного образца	Освидетельствование изделий при установившемся производстве	Число проверяемых изделий при установившемся производстве, %
11	Испытание нагрузкой и размещение людей	+	—	—
12	Проверка мореходных качеств плота и прочности буксирного устройства (фалиня)	+	—	—
13	Испытание заливанием и проверка защитного устройства (тента)	+	+	2
14	Испытания надувного плота на легкость переворачивания	+	—	—
15	Проверка правильности укладки надувного плота и работоспособности системы газонаполнения	+	+	2
16	Проверка комплектующих изделий и предметов снабжения	+	+	100
17	Проверка массы плота и баллона	+	+	100
18	Проверка окраски и маркировки плота	+	+	100
19	Проверка расположения и крепления световозвращающих полос	+	+	100
20	Проверка гидростатических разобщающих устройств	+	+	2
21	Проверка спускаемых с помощью плотбалки плотов 10 %-ной перегрузкой	+	+	100
22	Проверка маневренности	+	—	—
23	Испытания слабого звена	+	+	2
24	Испытания спускаемых с помощью плотбалки плотов ударом, сбрасыванием и посадкой в него	+	—	—
25	Дополнительные испытания, применимые только к надувным плотам	+	—	—
26	Дополнительные испытания, применимые только к автоматически самовосстанавливающимся плотам	+	—	—
27	Испытания автоматически самовосстанавливающимися плотов и двухсторонних с тентом плотов погружением	+	—	—
28	Испытания, связанные со скоростью ветра	+	+	1 % или 1 плот
29	Испытание на самоосушение днищ	+	—	—
30	Испытание надувного плота на якоре	+	—	—
Примечание. Испытания проводятся в соответствии с применимыми положениями резолюции ИМО MSC.81(70) с поправками.				

Таблица 13.4.2-3

Объем освидетельствований спасательных кругов, огней и автоматически действующих дымовых шашек

№ п/п	Испытания (проверки)	Освидетельствование головного образца	Освидетельствование изделий при установившемся производстве	Число проверяемых изделий при установившемся производстве, %
1	Проверка качества материала	+	+	Для каждой партии спасательных кругов
2	Проверка размеров	+	+	2 % от партии, но не менее 2

Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)

521

№ п/п	Испытания (проверки)	Освидетельствование головного образца	Освидетельствование изделий при установившемся производстве	Число проверяемых изделий при установившемся производстве, %
3	Контроль конструкции (с вскрытием оболочки)	+	—	—
4	Проверка внешнего вида, окраски, маркировки и расположения световозвращающих полос	+	+	100
5	Определение массы	+	+	10
6	Испытание на плавучесть	+	—	—
7	Определение водопоглощаемости	+	—	—
8	Испытание циклическим изменением температур	+	—	—
9	Испытание на стойкость к воздействию нефти	+	—	—
10	Испытание сбрасыванием	+	—	—
11	Испытание на прочность	+	+	2 % от партии, но не менее 2
12	Испытание наполнителя на распространение пламени	+	—	—
13	Огневое испытание	+	—	—
14	Проверка работы спасательных кругов, снабженных огнями и дымовыми шашками	+	—	—
15	Испытание самозажигающихся огней	+	—	—
16	Испытание автоматически действующих дымовых шашек	+	—	—
Примечание. Испытания проводятся в соответствии с применимыми положениями резолюции ИМО MSC.81(70) с поправками.				

Таблица 13.4.2-4

Объем освидетельствования спасательных жилетов

№ п/п	Испытания (проверки)	Освидетельствование головного образца	Освидетельствование изделий при установившемся производстве	Число проверяемых изделий при установившемся производстве, %
1	Проверка качества материалов	+	+	Для каждой партии
2	Проверка размеров	+	+	2 % от партии, но не менее 2
3	Контроль конструкции (с вскрытием оболочки)	+	—	—
4	Проверка внешнего вида, цвета оболочки, надписей, маркировки и размещения световозвращающих полос	+	+	100
5	Определение массы	+	+	10
6	Испытание на плавучесть	+	+	2 % от партии, но не менее 2
7	Испытание на водопоглощаемость	+	—	—
8	Проверка комплектности	+	+	10
9	Испытание циклическим изменением температур	+	—	2 % от партии, но не менее 2

Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов (часть IV)

522

№ п/п	Испытания (проверки)	Освидетельствование головного образца	Освидетельствование изделий при установившемся производстве	Число проверяемых изделий при установившемся производстве, %
10	Огневые испытания	+	—	—
11	Испытание на стойкость к воздействию нефти	+	—	—
12	Испытание на прочность сбрасыванием	+	+	2 % от партии, но не менее 2
13	Испытание наполнителя на распространение пламени	+	—	—
14	Испытание на правильность распределения сил поддержания и удобство пользования	+	—	—
15	Испытание на прочность	+	+	2 % от партии, но не менее 2
16	Испытание электроогня поиска и свистка	+	—	—
17	Испытание плавучего материала	+	—	—
18	Испытание надеванием	+	—	—
19	Испытания, проводимые в воде	+	—	—
20	Испытания детских спасательных жилетов	+	—	—
21	Испытание надувных спасательных жилетов	+	—	—
Примечание. Испытания проводятся в соответствии с применимыми положениями резолюции ИМО MSC.81(70) с поправками.				

Таблица 13.4.2-5

Объем освидетельствования спусковых устройств спасательных шлюпок и плотов

№	Испытания (проверки)	Пробная нагрузка при испытании	Угол крена (антикрена)	Угол дифферента	Освидетельствование			
					головных образцов		изделий при установившемся производстве	
					шлюпбалки	плотбалки	шлюпбалки	плотбалки
1	Проверки размеров, конструкции и качеств материалов	—	—	—	+	+	+	+
2	Испытания на прочность:							
2.1	спускового устройства в сборе	2,2 $p_{\text{раб}}$	20°	10°	+	+	+	+
2.2	обухов для крепления подтягивающего устройства и найтовов	2,2 $p_{\text{раб}}$	20°	10°	+	+	+	+
2.3	стопоров крепления стрел «по-походному» и рогов стрел шлюпбалок	1,2 $p_{\text{раб}}$	20°	10°	+	—	+	—
3	Испытания в действии спускового устройства под нагрузкой:							
3.1	стопоров крепления стрел шлюпбалок "по-походному"	1,1 $p_{\text{раб}}$	20°	10°	+	—	+	—
3.2	на вываливание и спуск шлюпки (плота)	1,1 $p_{\text{раб}}$	20°	10°	+	+	+	+
3.3	на самовываливание стрел шлюпбалок	$p_{\text{раб}}$	20°	10°	+	—	+	—

№	Испытания (проверки)	Пробная нагрузка при испытании	Угол крена (антикрена)	Угол дифферента	Освидетельствование			
					головных образцов		изделий при установившемся производстве	
					шлюпки	плот-балки	шлюпки	плот-балки
3.4	на подъем и заваливание шлюпки	$P_{\text{раб}}$	20°	10°	+	—	+	—
3.5	на спуск плота под действием силы тяжести и на работоспособность подъемно-спускового разобщающего приспособления плот-балки	$P_{\text{раб}}$	20°	10°	—	+	—	+
3.6	динамическое испытание тормозов лебедки	1,1 $P_{\text{раб}}$	0°	0°	+	+	+	+
3.7	статическое испытание тормозов лебедки	1,5 $P_{\text{раб}}$	0°	0°	+	+	+	+
¹ $P_{\text{раб}}$ принимается для соответствующего этапа операции. Примечание. Испытания проводятся в соответствии с применимыми положениями резолюции ИМО MSC.81(70) с поправками.								

13.4.3 Методика испытаний (проверок) спасательных средств на предприятии (изготовителе) приведена в резолюции ИМО MSC.81(70) «Пересмотренная рекомендация по испытаниям спасательных средств», с учетом поправок, внесенных резолюциями ИМО MSC.200(80), MSC.226(82), MSC.274(85), MSC.295(87), MSC.321(89), MSC.323(89), MSC.427(98)

13.4.4 Форма технического наблюдения за изготовлением спасательных средств и устройств на предприятии (изготовителе) указана в Номенклатуре РС.

13.4.5 Техническое наблюдение за изготовлением двигателей спасательных шлюпок осуществляется в соответствии с требованиями [разд. 5](#) и дополнительными требованиями, изложенными в резолюции ИМО MSC.81(70) с поправками.

Объем освидетельствования и испытаний гидротермокостюмов, защитных костюмов, теплозащитных средств, скоростных дежурных шлюпок, линеметательных устройств, огней-указателей местоположения спасательных средств, морских эвакуационных систем, прожекторов для спасательных и дежурных шлюпок принимается в соответствии с положениями резолюции ИМО MSC.81(70) с поправками.

13.4.6 При освидетельствовании предприятия (изготовителя) Регистр проверяет технологическую оснастку, оборудование и помещения для хранения исходных материалов и изготовления изделий, соблюдение одобренной Регистром технологии изготовления, порядок оформления и хранения результатов всех видов испытаний и проверок лабораториями предприятия (изготовителя) и персоналом ОТК.

13.4.7 Помещения и оборудование предприятий (изготовителей) должны обеспечивать необходимые условия, предусмотренные стандартами, техническими условиями и технологией изготовления. Для контроля технологических и климатических режимов должна применяться соответствующая аппаратура.

13.5 МАРКИРОВКА И КЛЕЙМЕНИЕ СПАСАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

13.5.1 Порядок нанесения маркировки, клейм и штемпелей Регистра указан в Инструкции по клеймению объектов технического наблюдения Регистра части I «Общие положения по техническому наблюдению».

Объект технического наблюдения	Проверка документов на материалы и комплектующие изделия	Наружный осмотр	Проверка				Замер сопротивления изоляции
			размеров и массы	на функционирование	взаимозаменяемости	электрической прочности изоляции	
Сигнально-отличительные фонари	+	+	+	+	+	+ ²	+
Сигнально-проблесковые фонари ¹	+	+	+	+	+	+	+
Звуковые сигнальные средства	+	+	+	+	+	—	+

¹ Кроме фонарей с лампами накаливания и без пускорегулирующих устройств.

² Кроме фонарей, использующих в качестве источника питания встроенную аккумуляторную батарею.

14.2 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

14.2.1 Сигнальные средства должны отвечать требованиям Правил по оборудованию морских судов и изготавливаться по технической документации, одобренной Регистром.

14.2.2 Общие указания о порядке рассмотрения и одобрения технической документации изложены в части II «Техническая документация».

14.2.3 Техническая документация на изготовление сигнальных средств должна содержать:

.1 спецификацию изделия с описанием светотехнических, звуковых и других характеристик, применяемых материалов, сварки или других методов соединений, указаний по технологии обработки, сборки, способам нанесения покрытий, организации контроля;

.2 чертежи общего вида и конструктивные чертежи сечений, узлов и отдельных элементов;

.3 программу приемосдаточных испытаний;

.4 перечень комплектующих изделий.

14.3 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ СИГНАЛЬНЫХ СРЕДСТВ

14.3.1 Техническое наблюдение за изготовлением сигнальных средств включает:

- .1** рассмотрение технической документации;
- .2** проверку принятой на предприятии (изготовителе) системы контроля качества, включая входной контроль;
- .3** контроль качества материалов, полуфабрикатов, изделий, средств (при необходимости);
- .4** освидетельствование и испытание головных образцов сигнальных средств;
- .5** освидетельствование и испытание сигнальных средств при установившемся производстве;
- .6** оформление документов на готовые сигнальные средства.

14.4 СИГНАЛЬНО-ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ И СИГНАЛЬНО-ПРОБЛЕСКОВЫЕ ФОНАРИ

14.4.1 Головные образцы фонарей подвергаются испытаниям по программе, одобренной Регистром.

14.4.2 Испытания головных образцов фонарей должны включать:

- .1** проверку соответствия деталей и сборочных единиц рабочей документации;
- .2** проверку размеров и массы;
- .3** проверку на функционирование;
- .4** светотехнические испытания;
- .5** проверку работы в условиях вибрации и ударных сотрясений, в том числе проверку прочности крепления подвесных фонарей;
- .6** проверку на водозащищенность;
- .7** проверку работы при высоких и низких температурах окружающего воздуха;
- .8** проверку на коррозионную стойкость;
- .9** проверку на термостойкость;
- .10** проверку на влагостойкость;
- .11** проверку работы при крене и дифференте;
- .12** проверку электрической прочности изоляции фонарей;
- .13** измерение сопротивления изоляции электрических фонарей;
- .14** проверку работы и параметров электрических фонарей при отклонениях питающего напряжения и частоты тока от номинальных величин в пределах, регламентируемых Правилами классификации и постройки морских судов и Правилами по оборудованию морских судов;
- .15** проверку степени защиты от соприкосновения с токоведущими частями;
- .16** проверку на ветронезадуваемость масляных фонарей;
- .17** проверку продолжительности горения масляных фонарей;
- .18** проверку уровня радиопомех;
- .19** испытания на устойчивость к электромагнитным помехам (ЭМС).

14.4.3 Проверка дальности и секторов видимости головных образцов фонарей должна проводиться в лабораторных условиях или в период натурных морских испытаний.

14.4.4 Результаты этих испытаний считаются удовлетворительными, если испытываемые фонари полностью отвечают требованиям Правил классификации и постройки морских судов и Правил по оборудованию морских судов.

14.4.5 При установившемся производстве фонари подвергаются приемосдаточным испытаниям по программе, одобренной Регистром.

14.4.6 При установившемся производстве освидетельствования и испытания фонарей должны включать следующие проверки:

- .1** соответствия деталей и сборочных единиц рабочей документации;
- .2** размеров и массы;
- .3** на функционирование;
- .4** взаимозаменяемости деталей и узлов;
- .5** электрической прочности изоляции электрических фонарей и измерение ее сопротивления¹.

14.4.7 При удовлетворительных результатах освидетельствований и испытаний на фонари выдается свидетельство установленного образца.

¹ Кроме сигнально-отличительных фонарей, использующих в качестве источника питания встроенную аккумуляторную батарею.

14.4.8 Маркировка допущенного Регистром фонаря должна включать: товарный знак предприятия (изготовителя), наименование и тип фонаря, порядковый номер, дальность видимости и мощность лампы и дату изготовления.

14.4.9 Маркировка должна наноситься на постоянно прикрепленную к фонарю табличку из коррозионно-стойкого металла, доступную для осмотра при установке фонаря на судне. Кроме того, на корпусе секторного фонаря должны быть нанесены риски осевой линии (ДП).

14.5 ЗВУКОВЫЕ СИГНАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

14.5.1 Головные образцы звуковых сигнальных средств подвергаются стендовым и натурным морским испытаниям по программе, одобренной Регистром.

14.5.2 Стендовые испытания головных образцов звуковых сигнальных средств должны включать:

- .1** наружный осмотр;
- .2** проверку размеров, массы, а также характеристик применяемых материалов;
- .3** проверку работы в условиях вибрации и ударных сотрясений;
- .4** проверку на водозащищенность;
- .5** проверку работы при высоких и низких температурах окружающего воздуха;
- .6** проверку работы при крене и дифференте;
- .7** проверку на коррозионную стойкость;
- .8** проверку на термостойкость;
- .9** определение диапазона основных частей;
- .10** определение уровня звукового давления;
- .11** измерение сопротивления изоляции;
- .12** проверку электрической прочности изоляции звукового сигнального средства;
- .13** проверку степени защиты от соприкосновения с токоведущими частями.

14.5.3 Натурные морские испытания головных образцов звуковых сигнальных средств должны включать: определение уровня звукового давления, дальности слышимости, перепада уровня звукового давления в горизонтальной плоскости, продолжительности и частоты звучания, а также проверку возможности подачи сигналов автоматом и вручную, сбора и удаления конденсата.

14.5.4 Результаты испытаний головных образцов звуковых сигнальных средств считаются удовлетворительными, если испытываемые звуковые сигнальные средства полностью отвечают требованиям Правил по оборудованию морских судов.

14.5.5 При установившемся производстве образцы звуковых сигнальных средств подвергаются стендовым испытаниям по программе, одобренной Регистром.

14.5.6 При установившемся производстве освидетельствования и стендовые испытания звуковых сигнальных средств должны включать:

- .1** наружный осмотр;
- .2** проверку размеров и массы;
- .3** проверку взаимозаменяемости деталей и узлов;
- .4** измерение сопротивления изоляции;
- .5** функциональные испытания.

14.5.7 При удовлетворительных результатах освидетельствований и испытаний на звуковые сигнальные средства выдается свидетельство установленного образца.

14.5.8 Маркировка освидетельствованного Регистром звукового сигнального средства должна включать товарный знак предприятия (изготовителя), порядковый номер, назначение по длине судна в метрах и дату изготовления.

14.6 ПИРОТЕХНИЧЕСКИЕ СИГНАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

14.6.1 Техническое наблюдение Регистра за изготовлением пиротехнических сигнальных средств включает рассмотрение технической документации.

14.6.2 Головные образцы пиротехнических сигнальных средств должны подвергаться стендовым и натурным испытаниям по программе, одобренной Регистром.

14.6.3 Стендовые испытания головных образцов пиротехнических сигнальных средств должны включать:

- .1** наружный осмотр;
- .2** проверку размеров и массы;
- .3** определение силы света;
- .4** определение цветности;
- .5** определение продолжительности горения;
- .6** температурные испытания;
- .7** испытание на коррозионную стойкость и влагостойкость;
- .8** испытание на безопасность работы с пиротехническими средствами;
- .9** функциональные испытания;
- .10** испытание на транспортабельность.

14.6.4 Натурные испытания головных образцов пиротехнических сигнальных средств должны включать определение высоты взлета, продолжительности горения, дальности слышимости и высоты затухания.

14.6.5 Результаты испытаний головных образцов считаются удовлетворительными, если испытываемые пиротехнические сигнальные средства полностью отвечают требованиям Правил по оборудованию морских судов.

14.6.6 Маркировка пиротехнического сигнального средства должна включать наименование, назначение, дату изготовления, срок годности, наименование и номер технической документации, одобренной Регистром, и дату ее одобрения.

14.6.7 Пиротехнические сигнальные средства должны иметь краткую инструкцию по использованию, нанесенную на корпус изделия несмываемой краской.

14.7 СИГНАЛЬНЫЕ ФИГУРЫ

14.7.1 Техническое наблюдение Регистра за изготовлением сигнальных фигур включает рассмотрение технической документации.

14.7.2 Головные образцы сигнальных фигур, отвечающие требованиям Правил по оборудованию морских судов, должны сохраняться на предприятии (изготовителе) вплоть до внесения какого-либо изменения в конструкцию сигнальных фигур.

14.7.3 Маркировка сигнальных фигур должна содержать упоминание о том, что изделие изготовлено по технической документации, одобренной Регистром.

14.8 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ, СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

14.8.1 Испытательные лаборатории, осуществляющие регламентируемые Правилами по оборудованию морских судов испытания сигнальных средств, должны быть признаны Регистром согласно разд. 9 части I «Общие положения по техническому наблюдению». Свидетельство о признании должно подтверждаться не реже одного раза в два года.

14.8.2 Лаборатории и их оборудование для испытаний сигнальных средств должны отвечать требованиям соответствующих стандартов. Испытания должны проводиться лицами, имеющими удостоверение, выданное компетентным органом, подтверждающее их правомочность на проведение этих испытаний. Головные образцы сигнальных средств должны испытываться по программе, одобренной Регистром. Программа должна составляться с учетом положений и требований Правил, нормативных документов Регистра и одобренной им технической документации.

14.8.3 Требования к стендовым испытаниям изложены в [разд. 5](#) и в приложениях [1](#), [2](#) и [3](#).

ИСПЫТАНИЯ ГОЛОВНЫХ ОБРАЗЦОВ ФОНАРЕЙ (ТИПОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ)

1. Наружный осмотр.

Предполагает тщательный визуальный осмотр фонарей снаружи и изнутри на соответствие технической документации.

Качество материала должно удостоверяться сертификатами предприятия (изготовителя), а также результатами входного контроля.

Фонари в сборе и их детали должны подвергаться наружному осмотру. Перед сборкой изделия все детали должны быть тщательно очищены от загрязнений, консервации и т. п. Сварные швы, неровности должны быть зачищены, острые кромки притуплены. Поверхности сопряжения деталей и уплотнительные поверхности не должны иметь забоин, царапин, рисок и прочих дефектов.

Проверяется комплектность, правильность сборки и монтажа, качество покрытий, надежность крепления деталей, наличие маркировки. Особое внимание должно быть обращено на состояние и правильность установки линз Френеля и цилиндров. Их внутренние и наружные поверхности должны быть гладкими, а стекло не должно иметь трещин, инородных включений, пузырей и забоин, посечек, сколов, матовых участков поверхности и т. п. Окраска цветных линз или светофильтров должна быть однородной.

Светофильтры должны быть установлены в фонарях таким образом, чтобы предотвращалось их самопроизвольное перемещение и падение, а также исключалась возможность установки красного светофильтра вместо зеленого и наоборот.

2. Проверка размеров.

Производится мерительным инструментом, шаблонами, калибрами, специально изготовленными для этой цели и обеспечивающими требуемую точность.

Обязательному контролю подлежат габаритные и установочные размеры, в том числе положение вертикальной оси электропатрона по отношению к базе крепления основания фонаря, а также секторные углы и положения отогнутых фланцев шторок фонарей. Должна быть проверена правильность нанесения осевой линии на корпусе фонаря.

3. Проверка на функционирование.

Производится на испытательном стенде или фотометрической скамье при установленной контрольной лампе, включенной в сеть с номинальным напряжением. При этом для всех секторных фонарей проверяются границы горизонтальных угловых секторов, включая исчезновение света в пределах 5° (кроме бортовых огней в направлении по носу), а также правильность нанесения рисок осевой линии (ДП). эта проверка может быть совмещена со светотехническими испытаниями ([см. п. 4](#)). Для круговых фонарей проверяется правильность сборки электромонтажной схемы. Кроме того, для всех фонарей проверяется правильность положения тела накала лампы по отношению к вертикальной и горизонтальной осям линзы или цилиндра.

4. Светотехнические испытания.

Светотехнические испытания фонарей в лабораторных условиях ([см. п. 8](#)) необходимо проводить в соответствии с действующими стандартами. При этом требуется выполнение условий, перечисленных в [4.1 – 4.4](#).

4.1 При номинальном и сниженном на 5 % напряжении кривая вертикального светораспределения должна обеспечивать:

.1 силу света не менее указанной в 3.1.7.1 части III «Сигнальные средства» Правил по оборудованию морских судов в пределах углов в вертикальном секторе от 5° выше до 5° ниже горизонтальной плоскости;

.2 не менее 60 % предписанной силы света в пределах углов вертикального сектора от 7,5° выше до 7,5° ниже горизонтальной плоскости, а для фонарей парусных судов не менее 50 % предписанной силы света в пределах углов видимости до 25 % в обе стороны от горизонтальной плоскости.

4.2 При номинальном и сниженном на 5 % напряжении кривая горизонтального светораспределения должна обеспечивать:

.1 для круговых фонарей – минимальную требуемую силу света по дуге горизонта в 360°;

.2 для кормовых и топовых фонарей, а также для бортовых фонарей (в пределах секторов до 22,5° позади траверза) – минимальную требуемую силу света по дуге горизонта, не доходя 5° до границ секторов, предписанных соответствующему типу фонарей;

.3 начиная с 5° до границы секторов, – уменьшение силы света до 50 % на границе сектора¹ и дальнейшее постепенное уменьшение до полного исчезновения в пределах не более 5° за предписанными границами;

.4 для бортовых фонарей – равномерный уровень силы света в пределах углового сектора. В направлении носа должно быть обеспечено исчезновение силы света в пределах до 3° при помощи носовой ширмы щитов, предписанных Правилами по оборудованию морских судов ([см. приложение 1](#) к разд. 14 Руководства по техническому наблюдению за постройкой судна).

4.3 Внутри предписанных угловых секторов горизонтальная сила света не должна иметь резких скачков: отношение максимального значения силы света к минимальному не должно превышать 1,5.

4.4 Следует проверить светопропускание и цветовые характеристики огней в соответствии с действующим стандартом. При этом координаты x , y должны лежать внутри областей диаграммы, установленной частью III «Сигнальные средства» Правил по оборудованию морских судов.

5. Проверка работы в условиях вибрации и ударных сотрясений осуществляется по нормам и методам, приведенным в [разд. 10](#).

6. Проверка на водозащищенность осуществляется обливанием водой ([см. 4.1 приложения 2](#)). При этом не должно быть попадания воды на токоведущие части электрических фонарей и на ламповое стекло, горелку и другие детали масляных фонарей, влияющие на процесс горения. Электрические фонари должны быть водозащищенной конструкции (IP56), а также отвечать требованиям [разд. 10](#).

7. Проверка работы при высоких и низких температурах окружающего воздуха осуществляется в диапазоне от +45 до – 30 °С, а для судов с ледовыми усилениями категорий **Arc5** и выше – до – 40 °С.

8. Проверка фонарей на коррозионную стойкость (испытание на воздействие соляного тумана) осуществляется по нормам и методам, приведенным в [разд. 10](#). Изделие считается выдержавшим испытание, если отсутствуют следы коррозии и сопротивление изоляции после окончания испытания составляет не менее 1 МОм.

9. Проверка на термостойкость осуществляется по нормам и методам, приведенным в [разд. 10](#).

¹ Имеется в виду допустимое (а не обязательное) уменьшение силы света.

10. Проверка на влагуустойчивость осуществляется по нормам и методам, приведенным в [разд. 10](#).

11. Проверка работы при крене и дифференте осуществляется по нормам и методам, приведенным в [разд. 10](#).

12. При измерении сопротивления изоляции электрических цепей фонарей и при испытании электрической прочности изоляции фонарей следует руководствоваться нормами и методами, приведенными в [разд. 10](#).

13. Проверка работы фонарей при длительном отклонении от номинального значения питающего напряжения и частоты тока в регламентируемых Правилами по оборудованию морских судов пределах предусматривает, чтобы фонари обеспечивали требуемую Правилами дальность видимости. Такая проверка осуществляется при светотехнических испытаниях ([см. п. 4](#)) и при натурных испытаниях.

14. Проверка масляных фонарей на ветронезадуваемость осуществляется при скорости ветра до 30 м/с.

15. Проверка продолжительности горения масляных фонарей осуществляется в течение не менее 16 ч непрерывного горения лампы. При этом вместимость резервуара масляной лампы должна быть такой, чтобы обеспечивалась эта продолжительность горения. В процессе испытаний периодически, но не реже одного раза в час, проводится замер силы света.

СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГОЛОВНЫХ ОБРАЗЦОВ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ СРЕДСТВ

1. Наружный осмотр предполагает визуальное освидетельствование звуковых сигнальных средств на соответствие одобренной технической документации.

Качество материалов, идущих на изделие, удостоверяется сертификатом предприятия (изготовителя). Детали и само изделие должны подвергаться наружному осмотру без применения увеличительных приборов. Перед сборкой изделия все детали должны быть тщательно очищены от ржавчины, окалины, консервации и т. п. Сварные швы, неровности должны быть зачищены, острые кромки притуплены. Поверхности сопряжения деталей и уплотнительные поверхности не должны иметь царапин, рисков и прочих дефектов.

По согласованию с Регистром допускается устранение поверхностных дефектов, не влияющих на работоспособность звуковых сигнальных средств.

2. Конструкция изделия, размеры, масса, шероховатость поверхностей, допуски и посадки должны отвечать требованиям технической документации.

Литые части изделия (или само изделие) при осмотре должны обстукиваться в подвешенном состоянии приспособлением, указанным в технической документации, для определения (по тону звучания) трещин, внутренних раковин, расслоений и др. Если деталь изделия (или само изделие) должна быть опробована на прочность и плотность, она должна быть подвергнута гидравлическим испытаниям давлением $P_{пр}$ в соответствии с требованием технической документации. Конструкция считается выдержавшей испытание, если при постоянном давлении в течение времени, необходимого для осмотра, не будет обнаружено свищей, просачивания, отпотевания и др.

3. Проверка работы в условиях вибрации и ударных сотрясений осуществляется по нормам и методам, приведенным в [разд. 10](#).

4. Проверка звуковых средств:

.1 на водозащищенность, для чего их устанавливают в положение, соответствующее положению этих средств при эксплуатации, и обливают со всех сторон струей воды из шланга с выходным отверстием 25 мм с расстояния 5 м при давлении воды перед выходом из шланга 0,8 Па в течение 5 мин. Затем звуковое средство обтирают, вскрывают и подвергают осмотру. Изделие считается выдержавшим испытание, если внутри оболочек (кожухов) не будет обнаружено воды;

.2 на безотказную работу:

при высоких и низких температурах окружающего воздуха с помощью испытаний в рабочем состоянии на нагревание при температуре окружающего воздуха 55 °С в течение 10 ч и при температуре –30 °С в течение 6 ч, а также в нерабочем состоянии при температуре –50 °С в течение 2 ч;

при крене и дифференте. Во время испытаний звуковое сигнальное средство должно находиться в рабочем состоянии при нормальных климатических условиях и испытываться в двух взаимно перпендикулярных нормальных эксплуатационных положениях. Испытания звукового средства при крене и дифференте могут не проводиться, если оно выдержало испытания на удароустойчивость на однокомпонентном стенде в трех взаимно перпендикулярных положениях. Во всех случаях испытаний дифферент должен быть не менее 10°;

при качке последовательно в двух взаимно перпендикулярных положениях с предельным углом наклона в 45° при дифференте 10° , с периодом качки 7 – 9 с, продолжительностью не менее 5 мин в каждом положении;

при выдержке последовательно в двух взаимно перпендикулярных наклонных положениях под углом 45° при дифференте 10° , продолжительностью не менее 3 мин в каждом положении;

.3 на коррозионную стойкость по нормам и методам, приведенным в [разд. 10](#). Изделие считается выдержавшим испытание, если отсутствуют следы коррозии и сопротивление изоляции после окончания испытания не менее 1 МОм;

.4 на термостойкость по нормам и методам, приведенным в [разд. 10](#). При этом температура нагрева изоляции должна проверяться после работы звукового средства в течение 30 мин на режиме циклами: 10 с – «включено» и 5 с – «отключено».

5. Определение диапазона основных частот и уровня звукового давления.

5.1 Акустические испытания звуковых сигнальных средств в лабораторных условиях должны проводиться на специально оборудованном стенде. Точки установки испытываемых изделий должны быть строго определены и соответствовать их расположению в условиях свободного звукового поля. Характеристики приборов должны отвечать требованиям Правил по оборудованию морских судов.

5.2 Измерение уровня звукового давления должно проводиться по общему уровню и в активных полосах со среднегеометрическими частотами: 63, 125, 250, 500, 1000 и 2000 Гц, а определение частот в полосе пропускания (3 или 6 %) в частном диапазоне 50–2000 Гц с помощью шумомеров, фильтров и анализаторов.

Направленность излучения оценивается по общему уровню и по уровню в активных полосах в горизонтальной плоскости по круговой характеристике.

5.3 При измерении уровня силы звука на опорном радиусе, равном 3, 5 и 10 м, результат измерения должен быть приведен к опорному радиусу 1 м.

5.4 При стендовых испытаниях головных образцов звуковых сигнальных средств должны быть получены полные характеристики звукового сигнала согласно 5.2. При этом общий уровень и тональность испытываемого изделия должны отвечать требованиям технической документации, одобренной Регистром.

Определение уровня звукового давления и диапазона частот колокола и гонга должны проводиться на соответствие и в объеме требований Правил по оборудованию морских судов.

6. Электрооборудование свистков должно подвергаться измерению сопротивления изоляции, проверке на электрическую прочность изоляции и на степень защиты от соприкосновения с токоведущими частями (см [разд. 10](#)). Степень защиты электрического оборудования звукового сигнального средства закрытого типа и звукового сигнального средства с электромагнитным приводом пускового клапана должна быть IP56.

Кроме того, звуковое сигнальное средство должно подвергаться проверке на полную защиту персонала от возможности соприкосновения с находящимися под напряжением или движущимися частями, расположенными внутри корпуса.

7. Работа системы сбора и удаления конденсата должна проверяться в соответствии с методикой, указанной в технической документации на каждый тип свистка.

СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГОЛОВНЫХ ОБРАЗЦОВ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ СИГНАЛЬНЫХ СРЕДСТВ

В стендовые испытания входит следующее.

1. Наружный осмотр, т. е. визуальное освидетельствование пиротехнических средств на соответствие одобренной технической документации.

2. Проверка размеров и массы.

Пиротехнические средства замеряются универсальным измерительным инструментом и взвешиваются.

3. Определение силы света, цветности и продолжительности горения.

Сила света пиротехнических сигнальных средств проверяется в фотокамере.

Звездка закрепляется в штативе в вертикальном положении воспламенительным составом вверх и поджигается от электроспирали, включенной в сеть напряжением 24 – 36 В или с помощью огнепроводного шнура.

Скорость потока воздуха в зоне горения должна быть 1–2 м/с. Время горения звездок, замеренное двумя секундомерами с ценой деления 0,2 с должно быть не менее указанного в части III «Сигнальные средства» Правил по оборудованию морских судов.

При испытаниях фальшфейеров красного огня осуществляется замер длины цветной волны, которая должна находиться в пределах 602–607 Н/м и иметь насыщенность пламени не менее 85 %.

4. Температурные испытания.

4.1 Пиротехнические средства должны подвергаться поочередно воздействию температур окружающей среды -30°C и $+65^{\circ}\text{C}$ в следующей последовательности, повторяемой 10 раз, после чего они должны нормально работать:

.1 выдержка в термокамере при температуре $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 8 ч;

.2 образцы извлекаются из термокамеры в тот же день и содержатся открытыми в обычных комнатных условиях до следующего дня;

.3 выдержка в морозильной камере при температуре $-30\pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 8 ч;

.4 образцы извлекаются из морозильной камеры в тот же день и содержатся открытыми в обычных комнатных условиях до следующего дня.

4.2 Пиротехнические средства выдерживаются в морозильной камере в течение не менее 48 ч при температуре $-30\pm 2^{\circ}\text{C}$, после чего они должны нормально работать при этой температуре.

4.3 Пиротехнические средства выдерживаются в термокамере в течение не менее 48 ч при температуре $65\pm 2^{\circ}\text{C}$, после чего они должны нормально работать при этой температуре.

4.4 Пиротехнические средства выдерживаются в термокамере при температуре $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 90 % в течение не менее 96 ч, а затем при температуре 20–25 $^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 65 % в течение 10 дней, после чего они должны эффективно работать.

5. Испытания на коррозионную стойкость и влагостойкость.

Каждое пиротехническое средство должно нормально работать после:

.1 погружения его в воду на глубину 1 м на 24 ч;

.2 погружения его в воду на глубину 10 см на 5 мин, когда запальное устройство готово к действию;

.3 воздействия распыленной соленой воды (5-процентный раствор хлористого натрия) при температуре $+35\pm 3$ °C в течение не менее 100 ч.

6. Испытание на безопасность работы.

6.1 Каждое пиротехническое средство должно быть сброшено сначала в вертикальном, а затем в горизонтальном положении с высоты 2 м на стальную плиту толщиной 6 мм, зацементированную в бетонный пол. После проведения этого испытания пиротехническое средство должно нормально работать.

6.2 Каждое пиротехническое средство должно быть приведено в действие в соответствии с инструкцией предприятия (изготовителя) для того, чтобы убедиться, что при этом не наносится телесных повреждений оператору или находящимся поблизости людям.

7. Испытание фальшфейеров.

7.1 Фальшфейер должен быть приведен в действие и должен гореть в течение не менее 1 мин. Через 30 с после начала горения он должен быть на 10 с погружен в воду на глубину 100 мм, после чего фальшфейер должен продолжать гореть в течение не менее 20 с.

7.2 Фальшфейер должен быть приведен в действие на расстоянии 1,2 м над испытательным поддоном квадратной формы со стороной 1 м, содержащим 2 л гептана, налитого поверх слоя воды. Испытание должно проводиться при температуре окружающей среды в диапазоне 20–25 °C. При полном сгорании фальшфейера гептан не должен возгораться от фальшфейера или выделяющихся из него материалов.

8. Испытание плавучих дымовых шашек.

8.1 После проведения испытания в соответствии с [4.1](#) одна дымовая шашка должна нормально работать в морской воде с температурой -1 °C, а вторая – с температурой $+30$ °C. Через 1 мин после начала дымообразования дымовая шашка должна быть полностью погружена в воду не менее чем на 10 с. Дымообразование не должно прекращаться как во время, так и после погружения. Общее время дымообразования должно быть не менее 3 мин, а для автоматически действующих дымовых шашек – не менее 15 мин.

8.2 Дымовая шашка должна работать в воде, покрытой слоем гептана толщиной 2 мм, не вызывая его возгорания.

8.3 При пропускании дыма через трубу диаметром 18 см с помощью вентилятора, обеспечивающего забор воздуха со скоростью 18,4 м³/мин, ослабление света (дымом) на выходе трубы должно быть не более 30 %.

9. Испытание на транспортабельность.

Фальшфейеры испытываются на транспортабельность тряской на стенде в течение 30 мин при 60 уд/мин и сбрасыванием изделий с высоты не менее 15 см. Испытание остальных пиротехнических сигнальных средств на транспортабельность проводится на специальном стенде в течение 1 ч по специальному режиму. При испытании на транспортабельность допускаются местные повреждения покрытия поверхности фальшфейера.

НАТУРНЫЕ МОРСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ГОЛОВНЫХ ОБРАЗЦОВ ФОНАРЕЙ

Натурные морские испытания головных образцов фонарей заключаются в проверке дальности и секторов видимости фонарей, установленных на судне.

Эти испытания проводятся по программе, одобренной Регистром.

НАТУРНЫЕ МОРСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ГОЛОВНЫХ ОБРАЗЦОВ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ СРЕДСТВ

1. До начала натурных испытаний головных образцов звуковых сигнальных средств должны быть проведены проверочные испытания на опорном радиусе по общему уровню и уровням в октавных полосах.

1.1 Натурные морские испытания головных образцов звуковых сигнальных средств должны проводиться на водной акватории с достаточным удалением от берега объектов и сооружений, которые могут повлиять на распространение звука. Испытания должны проводиться в дневное время при благоприятных метеорологических условиях: ясной погоде и ветре не более 3 м/с в направлении движения судна. Фон шума на наблюдательных постах судна в направлении максимальной силы звука в условиях безветренной погоды должен быть не более регламентируемого Правилами по оборудованию морских судов.

1.2 Замеры общего уровня и уровней звукового давления в октавных полосах производятся в направлении максимальной силы звука в регламентируемом секторе и на соответствующих расстояниях. При этом уровень сигнала должен превышать фон не менее чем на 5 дБ. Замеры должны проводиться не менее трех раз.

1.3 При определении уровней звукового давления проводится субъективная оценка слышимости наблюдателями. При прослушивании ничто не должно влиять на их субъективность восприятия звуковых сигналов. При этом дублирование звуковых сигналов световыми не допускается. Прослушивание должно производиться не менее трех раз.

2. Перепад уровня давления свистка, отнесенный к 1 м по отношению к уровню в основном направлении звука в горизонтальной плоскости в пределах $+45^\circ$ от основной оси свистка (в направлении прямо по ходу судна), не должен превышать 4 дБ. Замеры уровня звукового давления должны проводиться на опорном радиусе по дуге на углах от 0 до 45° на каждый борт соответственно; во всех остальных направлениях в горизонтальной плоскости перепад уровня звукового давления по отношению к уровню на основном направлении не должен превышать 10 дБ.

3. Определение продолжительности звучания проводится импульсными шумомерами в направлении максимальной силы звука на опорном радиусе. При этом возможность подачи короткого звука (длительностью около 1 с) и продолжительного звука (4–6 с) должна быть определена не менее трех раз.

Общий уровень, отнесенный к 1 м, не должен быть ниже регламентированного техническими условиями на свисток и изменяться при продолжительном сигнале более чем на 1 дБ. Чистота звучания определяется анализом звукового сигнала в соответствии с [5.2 приложения 2](#).

Свистки должны испытываться при ручном управлении в течение 2 ч, а при автоматическом управлении в – течение 12 ч; при этом звуковые параметры должны оставаться в допустимых пределах.

НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГОЛОВНЫХ ОБРАЗЦОВ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ СИГНАЛЬНЫХ СРЕДСТВ

1. Определение высоты взлета и высоты затухания головных образцов пиротехнических сигнальных средств проводится приборами, специально предназначенными для этих целей (например, теодолитом); причем высота, при которой должны гаснуть сигнальные ракеты, не должна быть менее 50 м от поверхности моря. Скорость спуска парашютной ракеты должна быть не более 5 м/с.

Парашютная ракета должна нормально работать при запуске ее под углом 45° к горизонту.

2. Определение продолжительности горения проводится при натуральных испытаниях. Время действия сигнала замеряется секундомерами с ценой деления 0,2 с и должно быть не менее указанного в табл. 3.5.1 части III «Сигнальные средства» Правил по оборудованию морских судов.

3. Определение дальности слышимости.

Дальность слышимости ракет или звуковых гранат определяется над поверхностью воды при ветре силой до 1 балла и ясной погоде на фоне шума окружающей среды не менее 45 дБ приборами, специально предназначенными для этих целей и одобренными Регистром.

4. Дымовая шашка должна быть испытана на волнении высотой не менее 300 мм. Она должна работать нормально не менее 3 мин.

5. Определение удобства и безотказности в обращении.

Все операции по приведению в действие пиротехнических сигнальных средств должны выполняться в соответствии с инструкциями и правилами эксплуатации предприятий (изготовителей).

При поведении натуральных испытаний пиротехнических сигнальных средств обращается внимание:

.1 на удобство, безотказность и безопасность пользования ими в любых метеорологических условиях (при дожде, ветре);

.2 на безотказное воспламенение фальшфейеров;

.3 на горение фальшфейеров, которое должно быть ровным при ветре и дожде, без вспышек и образования шлака в количестве, мешающем горению. Нагрев рукоятки фальшфейера не должен превышать 40 °С.

ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ФОНАРЕЙ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОИЗВОДСТВЕ

Освидетельствования и испытания фонарей должны включать:

- .1 наружный осмотр (см. [п. 1 приложения 1](#));
- .2 проверку размеров и массы (см. [п. 3 приложения 1](#));
- .3 проверку на функционирование (см. [п. 4 приложения 1](#));
- .4 проверку взаимозаменяемости деталей и узлов (проверяется возможность быстрой замены электрических или масляных ламп, возможность вставлять лампу масляного фонаря с поставленным ламповым стеклом);
- .5 проверку электрической прочности изоляции фонарей¹ (см. [п. 12 приложения 1](#));
- .6 измерение сопротивления изоляции электрических цепей фонарей (см. [п. 11 приложения 1](#)).

¹ Кроме сигнально-отличительных фонарей, использующих в качестве источника питания встроенную аккумуляторную батарею.

ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ И СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОИЗВОДСТВЕ

Освидетельствования и стендовые испытания звуковых сигнальных средств должны включать:

- .1** наружный осмотр, проверку размеров, массы, взаимозаменяемости деталей и узлов и т. д.;
- .2** электрооборудование звукового сигнального средства должно подвергаться измерению сопротивления изоляции (см. [п. 6 приложения 2](#)).

15 РАДИООБОРУДОВАНИЕ

15.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

15.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за радиооборудованием, указанным в номенклатуре РС.

15.1.2 Раздел устанавливает порядок, объем и методы технического наблюдения Регистра за изготовлением радиооборудования на предприятиях (изготовителях).

15.1.3 Общие положения по организации технического наблюдения за изготовлением изделий радиооборудования для судов изложены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация».

15.1.4 Радиооборудование поставляется на судно с документами в соответствии с номенклатурой РС.

15.2 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ С ЦЕЛЬЮ ТИПОВОГО ОДОБРЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ

15.2.1 Техническое наблюдение при типовом одобрении изделий предусматривает следующие этапы:

- .1** рассмотрение и одобрение технической документации на изделие;
- .2** рассмотрение и одобрение программы испытаний;
- .3** проведение освидетельствований и испытаний;
- .4** оформление результатов технического наблюдения (форма 6.3.18) и выдача на изделие СТО РС (форма 6.8.3).

15.2.2 Рассмотрение технической документации проводится с целью определения соответствия изделия применимым требованиям Правил РС, соответствующих резолюций ИМО, других НД, которые будут указаны в СТО.

Изделие должно быть подвергнуто полному перечню всех испытаний, вытекающих из требований Правил РС, резолюций ИМО, других НД. Виды, методики испытаний и требуемые результаты приводятся в соответствующих стандартах МЭК и ИСО. Могут быть зачтены результаты ранее проведенных испытаний. Указанная в [15.2.1.2](#) программа испытаний определяет виды и методики испытаний, которые будут проведены в присутствии инспектора РС. Программа испытаний может включать как стендовые, так и натурные или судовые испытания изделия.

Освидетельствование изделия проводится с целью установления его соответствия одобренной технической документации, применимым требованиям Правил РС, соответствующих резолюций ИМО, других НД, которые будут указаны в СТО.

15.2.3 Опытные образцы радиооборудования по требованию Регистра могут быть подвергнуты судовым эксплуатационным испытаниям, если они имеют принципиально новую конструкцию и ранее в судовых условиях не применялись или по условиям стенда не могут быть достаточно проверены.

15.3 ОБЪЕМ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЙ СЕРИЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОИЗВОДСТВЕ

15.3.1 Техническое наблюдение за изготовлением изделий радиооборудования на предприятии (изготовителе) при установившемся производстве осуществляется путем освидетельствования каждого готового изделия, предусматривающего:

.1 проверку соответствия изделия данным, указанным в СТО РС, проверку документов компетентных организаций, подтверждающих соответствие изделия особым требованиям (искробезопасность и т. п.);

.2 проверку комплектности изделия и технической документации;

.3 проведение наружного осмотра;

.4 проверку функционирования изделия;

.5 проверку и испытания изделия для определения его характеристик, и параметров, если освидетельствование оборудования производится на производстве;

.6 проведение испытаний в объеме, предусмотренном действующими документами на изделие;

.7 проверку запасных частей (если применимо);

.8 выдачу на изделие документов Регистра, предусмотренных установленной формой технического наблюдения.

15.3.2 К освидетельствованию предъявляются законченные изделия, прошедшие все проверки и испытания, проводимые органом технического контроля предприятия (изготовителя).

15.4 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЮ СЕРИЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОИЗВОДСТВЕ

15.4.1 В зависимости от установленного на предприятии (изготовителе) процесса производства для освидетельствования предъявляются отдельные экземпляры полностью укомплектованных изделий или их партии.

15.4.2 Должно быть проверено наличие метрологических документов на приборы, аппараты, испытательное оборудование и т.п., предназначенные для проведения проверок и испытаний изделий при освидетельствовании.

15.4.3 Для УКВ-аппаратуры двусторонней радиотелефонной связи, радиолокационных ответчиков, АИС-передатчиков спасательных средств и аварийных радиобуев должно быть проверено наличие на корпусе оборудования инструкции для приведения в действие этого оборудования неподготовленным персоналом.

15.4.4 Проверка комплектности должна проводиться на соответствие данным, указанным в СТО РС.

При наружном осмотре должно быть проверено соответствие изделия требованиям Правил по оборудованию морских судов. Наличие маркировки с указанием изготовителя, типа, серийного номера изделия, безопасного расстояния установки от магнитного компаса (если применимо) и других данных, необходимых для конкретного вида оборудования.

15.5 ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ СЕРИЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ РАДИООБОРУДОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОИЗВОДСТВЕ

15.5.1 В дополнение к общим осмотрам, проверкам, испытаниям и измерениям радиооборудования могут проводиться следующие проверки отдельных приведенных ниже приборов и систем.

15.5.2 При освидетельствовании передатчиков, являющихся отдельными или комбинированными радиопередающими устройствами или входящими в состав радиостанций, в зависимости от назначения, проверяется:

- .1 работа на жестко фиксированных частотах, в отдельных диапазонах;
- .2 работа различными классами излучений;
- .3 работа на стандартный эквивалент антенны;
- .4 работа органов настройки в заданном диапазоне параметров антенны и величина отдаваемой мощности на стандартный эквивалент. Передатчик должен легко настраиваться во всех диапазонах частот на все антенны с предусмотренными параметрами, при этом мощности должны находиться в пределах, оговоренных технической документацией;
- .5 работоспособность передатчиков после имитации обрыва антенны или замыкания ее на корпус.

15.5.3 При освидетельствовании приемников, являющихся отдельными радиоприемными устройствами или входящих в состав радиостанций, в зависимости от назначения, проверяется:

- .1 соответствие диапазона частот;
- .2 точность установки частоты;
- .3 чувствительность в режимах приема излучений H3E, J3E, F1B или J2B (G3E, G2B для УКВ), предусмотренных технической документацией на всех диапазонах;
- .4 ослабление чувствительности по соседнему каналу, промежуточной частоте, по зеркальному каналу;
- .5 полоса пропускания звуковых частот во всех режимах приема радиотелефонных передач;
- .6 наличие и величины нелинейных искажений в радиотелефонных режимах работы.

15.5.4 При освидетельствовании автоматических согласующих антенных устройств, встроенных в передатчики или изготавливаемых отдельными блоками, проверяется:

- .1 работа согласующего устройства на всех предусмотренных диапазонах передатчика и на все предусмотренные антенны. Такие проверки могут проводиться на эквивалент антенны;
- .2 время настройки согласующего устройства и его перестройки при переходе с одной частоты передатчика на другую;
- .3 наличие и работа сигнализации о работе передатчика, возникновении ошибки в настройке и др.;
- .4 наличие в согласующем устройстве возможности подключения передающей антенны, коммутатора антенны, приемной антенны, их заземление и изоляция;
- .5 минимальная величина сопротивления изоляции антенны, при которой согласующее устройство автоматически дает отказ в настройке передатчика, и которая должна быть не более 1 МОм.

15.5.5 При освидетельствовании устройств электрического питания, входящих в состав изделий радиооборудования, как встроенных в общую конструкцию изделия, так и являющихся отдельными блоками этих изделий, проверяется:

- .1 наличие устройств электрической защиты и их соответствие номинальным величинам напряжения и тока;
- .2 работа коммутационных аппаратов включения и отключения питания;
- .3 работа световой сигнализации о положениях «включено-выключено»;
- .4 наличие измерительных приборов напряжения, тока и их работа по измерению контролируемых величин (постоянно, эпизодически, выборочно);
- .5 температура наиболее нагреваемых частей после длительной работы под нагрузкой;

- .6 мощность, потребляемая от источника электрической энергии;
- .7 сопротивление изоляции входных цепей и установленных в них защитных и коммутационных устройств;

.8 электрическая прочность изоляции источников питания до 24, 220 и 380 В испытательным напряжением 500, 1000 и 1500 В соответственно, отсутствие при этом пробоев;

.9 работоспособность радиооборудования при изменении питающего напряжения на $\pm 10\%$ и частоты тока на $\pm 5\%$ от номинальных значений:

отсутствие самовозбуждения и генерации паразитных колебаний;

отсутствие составляющих переменного напряжения на выходе выпрямителей;

.10 работоспособность радиооборудования, рассчитанного на питание от аккумуляторов, при снижении напряжения на 10 % и повышении напряжения на 30 % от номинального.

15.5.6 При освидетельствовании передатчиков, приемников, устройств питания, согласующих автоматических антенных устройств, пультов дистанционного управления и других блоков, входящих в комплект радиостанций, в дополнение к проверкам, указанным в [15.5.2 – 15.5.5](#), проверяется:

.1 наличие возможности управления радиостанциями как непосредственно, так и через пост дистанционного управления, при его наличии;

.2 возможность ведения переговоров как от радиостанции, так и с дистанционного поста управления, при его наличии;

.3 наличие устройства для заземления и изоляции, подключенных к радиостанциям антенн;

.4 работа радиостанции на симплексных и дуплексных каналах.

15.5.7 При освидетельствовании оборудования средств командной трансляции проверяется:

.1 приоритетность громкоговорящей связи и командной трансляции при трансляции радиовещания;

.2 система дистанционного пуска;

.3 работоспособность при обеспечении питания от аварийного переходного источника электрической энергии, при его наличии.

15.5.8 При освидетельствовании УКВ-радиоустановки ГМССБ проверяется:

.1 категории вызовов с использованием как телефонии, так и цифрового избирательного вызова (ЦИВ), а также обеспечение связи в режиме телефонии для целей:

бедствия, срочности и безопасности;

передачи информации, необходимой для эксплуатации судна;

общественной корреспонденции;

.2 при освидетельствовании радиотелефонной станции УКВ-радиоустановки проверяется:

.2.1 работоспособность:

в диапазоне 156 — 174 МГц с использованием излучения типа G3E (радиотелефонные каналы) и G2B (70-й канал ЦИВ);

в диапазоне частот 156,3 — 156,875 МГц на симплексных каналах;
в диапазоне частот 156,025 — 156,875 МГц для передачи и в диапазоне частот 160,625 — 162,025 МГц для приема на дуплексных каналах;

.2.2 максимальная девиация частоты, не превышающая ± 5 кГц при глубине модуляции 100 %;

.2.3 предварительная коррекция частотной модуляции 6 дБ на октаву;

.2.4 полоса пропускания звуковых частот, не превышающая 3000 Гц;

.2.5 работа на антенну с вертикальной поляризацией;

.2.6 номинальная мощность передатчика не менее 6 Вт и не более 25 Вт;

.2.7 средняя мощность любого побочного излучения, обусловленного продуктами модуляции, в любом другом канале Международной морской подвижной службы, не превышающая предела в 10 мкВт, а средняя мощность любого другого побочного излучения на любой дискретной частоте полосы Международной подвижной службы – 2,5 мкВт;

.2.8 чувствительность приемника при отношении сигнал/шум 20 дБ, которая должна быть не хуже 2 мкВ ЭДС;

.2.9 автоматическое отключение громкоговорителя при дуплексной работе;

.2.10 время перехода с одного канала на другой не более 5 с, перехода с передачи на прием и наоборот - 0,3 с;

.2.11 ручная регулировка силы звука приемника;

.2.12 достаточность полосы пропускания приемника для приема сигнала с максимальной девиацией частоты 5 кГц по высокой (промежуточной) частоте на уровне 6 дБ;

.2.13 коэффициент нелинейных искажений приемника, который должен быть не более 7 %;

.2.14 избирательность приемника по соседнему каналу, которая должна быть не менее 75 дБ;

.2.15 интермодуляционная избирательность приемника, которая должна быть не менее 70 дБ;

.2.16 автоматический переход с симплексной работы на дуплексную и наоборот при переходе на соответствующие каналы;

.3 при освидетельствовании радиотелефонной станции, имеющей устройство для многоканального наблюдения (сканирования), проверяется:

характеристики сканирования:

сканирование приоритетного канала с частотой не менее одного раза в 2 с;

удержание приемника на приоритетном канале в течение всего времени продолжительности сигнала;

прерывание приема сигнала на дополнительном канале не дольше чем 150 мс при продолжении сканирования на приоритетном канале;

продолжительность пребывания на дополнительном канале, которая должна быть не менее 850 мс в случае, если на приоритетном канале сигнал не принимается, а на дополнительном канале принимается;

обеспечение индикации канала, на котором принимается сигнал.

15.5.9 При освидетельствовании ПВ-радиоустановки ГМССБ проверяется:

.1 категории вызовов с использованием как радиотелефонии, так и цифрового избирательного вызова, а также обеспечение связи в режиме радиотелефонии для целей:

бедствия, срочности и безопасности;

передачи информации, необходимой для эксплуатации судна;

общественной корреспонденции;

.2 работоспособность передатчика в диапазоне частот 1605 — 4000 кГц с числом

рабочих частот не менее двух: 2182 и 2187,5 кГц;

- .3 работа передатчика с классами излучений J3E, H3E и J2B или F1B;
- .4 стабильность частоты в пределах 10 Гц от заданной после прогрева передатчика;
- .5 пиковая мощность огибающей при нормальной модуляции и классе излучений J3E или средняя мощность при классе излучений J2B или F1B, которая должна быть не менее 60 Вт;
- .6 работоспособность на частотах 2182 и 2187,5 кГц не позднее одной минуты после включения радиоустановки;
- .7 непрерывность работы передатчика на номинальной мощности;
- .8 дискретная или плавная настройка приемника в диапазоне частот 1605 — 4000 кГц;
- .9 работа приемника с классами излучений J3E, H3E, J2B и F1B;
- .10 отклонение частоты приемника от требуемой в пределах 10 Гц;
- .11 чувствительность приемника для классов излучений J3E и F1B, которая должна быть не менее 6 мкВ при отношении сигнал/шум на входе приемника 20 дБ;
- .12 мощность приемника, которая должна быть не менее 2 Вт на громкоговоритель и не менее 1 мВт на микротелефонную трубку;
- .13 избирательность приемника по соседнему каналу, которая должна быть не менее 60 дБ при отстройке помехи на 6 кГц;
избирательность по побочным каналам, которая должна быть не менее 80 дБ;
интермодуляционная избирательность относительно 1 мкВ, которая должна быть не менее 70 дБ;
- коэффициент нелинейных искажений, который должен быть не более 7 %;
- .14 декодирование и кодирование форматов ЦИВ и их набор, автоматическое удаление этих сообщений через 48 ч после их приема;
- .15 достаточность объема памяти, обеспечивающей хранение в устройстве ЦИВ, по крайней мере, 20 полученных сообщений о бедствии в случае, если полученные сообщения не выводятся сразу на печать, автоматическое удаление этих сообщений через 48 ч после их приема;
- .16 возможность управления радиоустановкой со встроенного или выносного(ых) пульта(ов) управления (приоритетным является пульт управления в месте, откуда обычно осуществляется управление судном);
- .17 возможность подготовки и подачи вызовов бедствия и безопасности, осуществления связи, относящейся к бедствию и безопасности, с места, откуда обычно осуществляется управление судном;
- .18 защищенность от непреднамеренного использования средств подачи вызова бедствия;
- .19 работа системы управления радиоустановкой:
подача вызова бедствия ЦИВ (с приоритетом перед другими видами работ);
подтверждение приема вызова бедствия ЦИВ;
ретрансляция вызова бедствия ЦИВ;
включение частот 2182 и 2187,5 кГц;
автоматический выбор класса излучения J3E при переключении на частоту 2182 кГц;
автоматический выбор класса излучения J2B или F1B при переключении на частоту 2187,5 кГц;
- .20 переключение классов излучений одним органом управления;
- .21 независимость настройки частот приемника и передатчика;
- .22 возможность ручного ввода координат судна и времени их определения;
- .23 отсутствие нежелательных излучений при работе органов управления;

.24 наличие индикации в доступной для понимания форме вводимых и принятых форматов ЦИВ;

.25 наличие звуковой и световой сигнализации приема вызова бедствия или срочности, или вызова, имеющего категорию бедствия, неотключаемой с возможностью квитирования вручную. Возможность проверки сигнализации;

.26 индикация частот передачи и приема;

.27 хранение в памяти устройства ЦИВ данных самоидентификации, отсутствие возможности их легкой замены;

.28 наличие средств, обеспечивающих проверку устройства ЦИВ без излучения сигнала;

15.5.10 При освидетельствовании ПВ/КВ-радиоустановки ГМССБ проверяется:

.1 категории вызовов с использованием как телефонии, так и цифрового избирательного вызова, а также обеспечение радиосвязи в режиме радиотелефонии и УБПЧ для целей:

бедствия, срочности и безопасности;

передачи информации, необходимой для эксплуатации судна;

общественной корреспонденции;

.2 работа передатчика в диапазоне частот 1605 кГц — 27,5 МГц.

Наличие не менее 18 рабочих частот: для радиотелефонии – 2182; 4125; 6215; 8291; 12290 и 16420 кГц;

для УБПЧ - 2174,5; 4177,5; 6268; 8376,5; 12520 и 16695 кГц;

для ЦИВ - 2187,5; 4207,5; 6312; 8414,5; 12577 и 16804,5 кГц;

.3 работа передатчика с классами излучения J3E, H3E, J2B, F1B;

.4 стабильность частоты в пределах 10 Гц от заданной после прогрева передатчика;

.5 пиковая мощность огибающей при нормальной модуляции и классах излучений J3E или средней мощности при классах излучений J2B или F1B, которая должна быть не менее 60 Вт;

.6 возможность уменьшения выходной мощности до 400 Вт или менее при превышении 400 Вт средней выходной мощности;

.7 работоспособность на частотах 2182 и 2187,5 кГц не позднее одной минуты после включения радиоустановки;

.8 непрерывная работа передатчика на номинальной мощности;

.9 дискретная или плавная настройка приемника в диапазоне частот 1605 кГц — 27,5 МГц, или сочетание этих способов, или использование приемника с настройкой на фиксированные частоты, которых должно быть не менее 18;

.10 работа приемника с классами излучений J3E, H3E, J2B и F1B;

.11 стабильность частоты в пределах 10 Гц от заданной после прогрева приемника;

.12 чувствительность приемника для классов излучений J3E и F1B, которая должна быть не менее 6 мкВ при отношении сигнал/шум на входе приемника 20 дБ;

.13 мощность приемника, которая должна быть не менее 2 Вт на громкоговоритель и не менее 1 мВт на микротелефонную трубку;

.14 избирательность приемника по соседнему каналу, которая должна быть не менее 60 дБ при отстройке помехи на +6 кГц;

избирательность по побочным каналам, которая должна быть не менее 80 дБ;

интермодуляционная избирательность относительно 1 мкВ, которая должна быть не менее 70 дБ;

коэффициент нелинейных искажений, который должен быть не более 7 %;

.15 декодирование и кодирование форматов ЦИВ и их набор;

.16 достаточность объема памяти, обеспечивающей хранение в устройстве ЦИВ, по крайней мере, 20 полученных сообщений о бедствии в случае, если полученные

сообщения не выводятся сразу на печать;

.17 сканирование всех выбранных каналов бедствия ЦИВ в течение не более 2 с со временем наблюдения на каждом достаточном для обеспечения обнаружения последовательности точек, которые предшествуют каждому ЦИВ. Прекращение сканирования при определении точек, передаваемых со скоростью 100 Бод;

.18 работа системы управления радиоустановкой:

подача вызова бедствия ЦИВ с приоритетом перед другими видами работ;

подтверждение приема вызова бедствия ЦИВ;

включение частот 2182 и 2187,5 кГц;

автоматический выбор класса излучений J3E при переключении на частоту 2182 кГц;

ретрансляция вызова бедствия ЦИВ;

автоматический выбор классов излучений J2B или F1B при переключении на частоты бедствия и безопасности ЦИВ и УБПЧ;

переключение классов излучения не более чем одним органом управления;

возможность независимой настройки частот приемника и передатчика;

ручной ввод координат судна и времени их определения;

.19 отсутствие нежелательных излучений при работе органов управления;

.20 наличие звуковой и световой сигнализаций, срабатывающих после приема вызова бедствия или срочности, или вызова, имеющего категорию бедствия, возможность квитирования сигнализаций вручную;

.21 индикация частот передачи и приема;

.22 хранение в памяти устройства ЦИВ данных самоидентификации, отсутствие возможности их легкой замены;

.23 средства, обеспечивающие периодическую проверку устройств ЦИВ без излучения сигналов;

15.5.11 При освидетельствовании судовой земной станции ГМССБ проверяется:

.1 категории вызовов;

.2 передача и прием вызовов с приоритетом бедствия;

.3 наблюдение за оповещениями при бедствии в направлении «берег – судно», включая те, которые адресованы в определенные географические районы;

.4 передача и прием радиосообщения общего назначения (в режиме буквопечатающей телеграфии или телефонии);

.5 возможность подачи вызова бедствия с места, откуда обычно осуществляется управление судном, а также с любого другого места, выделенного для передачи оповещения о бедствии, защита от непреднамеренного использования средств подачи вызова бедствия;

.6 отсутствие необходимости повторного ввода вручную оборудования в рабочий режим, потери полученных сообщений, хранящихся в памяти, в случае перехода с одного источника питания на другой или любого перерыва подачи электрической энергии в течение до 60 с;

.7 работа системы самоконтроля и обеспечение автоматического включения звукового и/или светового извещающих сигналов при:

потере слежения антенны за спутником;

нарушении работоспособности изделия;

отсутствии питания или включении резервного источника.

15.5.12 При освидетельствовании приемника службы НАВТЕКС проверяется:

.1 работоспособность на частоте 518 кГц, дополнительных частотах национальной службы НАВТЕКС (490 кГц и 4209,5 кГц);

.2 работоспособность приемника, устройства обработки сигнала, устройства вывода принятой информации;

.3 хранение не менее 200 идентификаторов сообщений. Автоматическое стирание из памяти устройства идентификатора сообщения по истечении срока между 60 и 72 ч. Автоматическое стирание самого старого сообщения, если число принятых сообщений превышает емкость памяти;

.4 хранение только правильно принятых сообщений (т.е. коэффициент ошибки на знак ниже 4 %);

.5 срабатывание сигнализации при приеме сообщений по поиску и спасанию;

.6 сохранение информации о районах обслуживания и видах сообщений, находящихся в памяти оборудования, в течение 6 ч после исчезновения питающего напряжения;

15.5.13 При освидетельствовании спутникового аварийного радиобуя системы КОСПАС-САРСАТ проверяется:

.1 работа АРБ в полосе частот 406 МГц с классом излучения G1B без использования спутниковой системы;

.2 работа АРБ на частоте 121,5 МГц (для привода);

.3 работа светового маяка;

.4 наличие документов, подтверждающих проведение проверки устройства отделения.

15.5.14 При освидетельствовании устройства указания местоположения судна для целей поиска и спасания проверяется:

.1 работа устройства;

.2 наличие средств защиты от непреднамеренного включения;

.3 ручное включение и выключение;

.4 индикация режима готовности;

15.5.15 При освидетельствовании УКВ-аппаратуры двусторонней радиотелефонной связи проверяется:

.1 работа на частоте 156,800 МГц (16-й канал) и, по крайней мере, на одном дополнительном канале (6-й канал (156,3 МГц); 13-й канал (156,65 МГц));

.2 работа с классом излучения G3E;

.3 определение выбранного 16-го канала при всех условиях освещения;

.4 эффективная излучаемая мощность передатчика не менее 0,25 Вт;

.5 устройство для снижения мощности до 1 Вт или менее, если излучаемая мощность передатчика превышает 1 Вт;

.6 чувствительность приемника, которая должна быть не хуже 2 мкВ ЭДС при отношении сигнал/шум 12 дБ;

.7 наличие краткой инструкции по эксплуатации и даты истечения срока службы первичной батареи элементов;

.8 готовность к работе через 5 с после включения.

15.5.16 Дополнительные проверки и испытания радиооборудования других видов, кроме перечисленных в [15.5.2 – 15.5.15](#), определяются при рассмотрении технической документации, в том числе программы испытаний. Во всех случаях их объем должен быть достаточным для оценки пригодности использования оборудования по назначению.

15.6 ДОКУМЕНТАЦИЯ РЕГИСТРА

15.6.1 При положительных результатах освидетельствований головных образцов изделий радиооборудования, предусмотренных в [15.2](#), и проведенных судовых испытаний (если они назначены) выдается СТО в соответствии с разд. 6 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

15.6.2 При положительных результатах освидетельствований серийных изделий радиооборудования при установившемся производстве, предусмотренных в [15.3 – 15.5](#), на каждое изделие (или партию) оформляются документы в соответствии с разд. 7 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

16 НАВИГАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

16.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

16.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за навигационным оборудованием, указанным в номенклатуре РС.

16.1.2 Раздел устанавливает порядок, объем и методы технического наблюдения Регистра за изготовлением навигационного оборудования на предприятиях (изготовителях).

16.1.3 Общие положения по организации технического наблюдения за изготовлением изделий навигационного оборудования для судов изложены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация».

Навигационное оборудование поставляется на судно с документами в соответствии с номенклатурой РС.

16.2 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ С ЦЕЛЬЮ ТИПОВОГО ОДОБРЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ

16.2.1 Техническое наблюдение при типовом одобрении изделий предусматривает следующие этапы:

- .1** рассмотрение и одобрение технической документации на изделие;
- .2** рассмотрение и одобрение программы испытаний;
- .3** проведение освидетельствований и испытаний;
- .4** оформление результатов технического наблюдения (форма 6.3.18) и выдача на изделие СТО РС (форма 6.8.3).

16.2.2 Рассмотрение технической документации проводится с целью определения соответствия изделия применимым требованиям Правил РС, соответствующих резолюций ИМО, других НД, которые будут указаны в СТО.

Изделие должно быть подвергнуто полному перечню всех испытаний, вытекающих из требований Правил РС, резолюций ИМО, других НД. Виды, методики испытаний и требуемые результаты приводятся в соответствующих стандартах МЭК и ИСО. Могут быть зачтены результаты ранее проведенных испытаний. Указанная в [16.2.1.2](#) программа испытаний определяет виды и методики испытаний, которые будут проведены в присутствии инспектора РС. Программа испытаний может включать как стендовые, так и натурные или судовые испытания изделия.

Освидетельствование изделия проводится с целью установления его соответствия одобренной технической документации, применимым требованиям Правил РС, соответствующих резолюций ИМО, других НД, которые будут указаны в СТО.

16.2.3 Опытные образцы навигационного оборудования по требованию Регистра могут быть подвергнуты судовым эксплуатационным испытаниям, если они имеют принципиально новую конструкцию и ранее в судовых условиях не применялись или по условиям стенда не могут быть достаточно проверены.

16.3 ОБЪЕМ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЙ СЕРИЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОИЗВОДСТВЕ

16.3.1 Техническое наблюдение за изготовлением изделий навигационного оборудования на предприятии (изготовителе) при установившемся производстве осуществляется путем освидетельствования каждого готового изделия, предусматривающего:

.1 проверку соответствия изделия данным, указанным в СТО РС, проверку документов компетентных организаций, подтверждающих соответствие изделия особым требованиям (искробезопасность и т. п.);

.2 проверку комплектности изделия и технической документации;

.3 проведение наружного осмотра;

.4 проверку функционирования изделия;

.5 проверку и испытания изделия для определения его характеристик и параметров, если освидетельствование оборудования производится на производстве;

.6 проведение испытаний в объеме, предусмотренном действующими документами на изделие;

.7 проверку запасных частей (если применимо);

.8 выдачу на изделие документов Регистра, предусмотренных установленной формой технического наблюдения.

16.3.2 К освидетельствованию предъявляются законченные изделия, прошедшие все проверки и испытания, проводимые органом технического контроля предприятия (изготовителя).

16.4 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЮ СЕРИЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОИЗВОДСТВЕ

16.4.1 В зависимости от установленного на предприятии (изготовителе) процесса производства для освидетельствования предъявляются отдельные экземпляры полностью укомплектованных изделий или их партии.

16.4.2 Должно быть проверено наличие метрологических документов на приборы, аппараты, испытательное оборудование и т.п., предназначенные для проведения проверок и испытаний изделий при освидетельствовании.

16.4.3 Проверка комплектности должна проводиться на соответствие данным, указанным в СТО РС.

При наружном осмотре должно быть проверено соответствие изделия требованиям Правил по оборудованию морских судов. Наличие маркировки с указанием изготовителя, типа, серийного номера изделия, безопасного расстояния установки от магнитного компаса (если применимо) и других данных, необходимых для конкретного вида оборудования.

16.5 ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ СЕРИЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОИЗВОДСТВЕ

16.5.1 В дополнение к общим осмотрам, проверкам, испытаниям и измерениям навигационного оборудования, могут проводиться следующие проверки отдельных приведенных ниже приборов и систем.

16.5.2 Радиолокационные станции и средства радиолокационной прокладки (СЭП, САС или САРП).

При освидетельствовании радиолокационных станций, а также средств радиолокационной прокладки (СЭП, САС или САРП) на стенде предприятия (изготовителя) проверяется:

- .1 время, необходимое для приведения станции в рабочее состояние с момента включения питания;
- .2 работа органов управления и контроля;
- .3 импульсная мощность передатчика для различных шкал дальности;
- .4 чувствительность приемника;
- .5 характеристики:
временной регулировки усиления;
длительности зондирующих импульсов на различных шкалах дальности;
частоты следования зондирующих импульсов;
- .6 соответствие шкал дальности требованиям документов;
- .7 соответствие нулевого показания цифрового счетчика дальности нулевому радиусу кольца дальности;
- .8 время, необходимое для определения направлений и дальности с помощью электронного визира направлений и подвижного маркера дальности;
- .9 четкость отображения отметки курса, колец дальности и возможность регулировки яркости;
- .10 выдача радиолокационной информации в другие навигационные приборы и системы;
- .11 максимальная и минимальная дальности обнаружения цели;
- .12 разрешающая способность РЛС по дальности и направлению;
- .13 работа устройств захвата и сброса целей (СЭП, САС или САРП);
- .14 работа визуальной и звуковой сигнализации (СЭП, САС или САРП);
- .15 время восстановления всей информации после переключения шкал дальности и режимов работы (СЭП, САС или САРП);
- .16 работоспособность изделий (СЭП, САС или САРП) с использованием имитаторов сигналов РЛС и всех необходимых датчиков, включая оценку точностных характеристик параметров движения целей по тестовым сценариям.

Проверка по пунктам [16.5.2.11](#) — [16.5.2.13](#) проводится в процессе эксплуатационных испытаний на специальном полигоне или на судне.

16.5.3 Приемоиндикаторы систем радионавигации.

.1 При освидетельствовании приемников наземных систем радионавигации, работающих на принципах измерения разности времени и фаз, проверяется:

- .1.1 чувствительность устройства;
- .1.2 работа устройства на предусмотренных частотах следования;
- .1.3 общая регулировка усиления;
- .1.4 средняя квадратическая погрешность измерения временного интервала по сигналам системы;
- .1.5 предельная чувствительность в различных режимах;
- .1.6 инструментальная точность измерения разности фаз;
- .1.7 допустимая ошибка запаздывания отсчетных устройств;

.1.8 средняя квадратическая погрешность соответствия поворота шкал грубого индикатора;

.1.9 достаточность освещения шкал указателей.

.2 При освидетельствовании приемоиндикаторов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНС) проверяется:

.2.1 встроенная система контроля работоспособности аппаратуры;

.2.2 чувствительность радиоприемного устройства;

.2.3 характеристики частотной избирательности радиоприемного устройства;

.2.4 динамический диапазон;

.2.5 используемые системы координат и возможность преобразования координат, рассчитанных в WGS-84 в другую опорную систему координат;

.2.6 выходная информация для передачи данных в другие радио и навигационные устройства;

.2.7 уровень восприимчивости приемного устройства по побочным каналам приема;

.2.8 помехозащищенность радиоприемного устройства на воздействие помех в полосе пропускания;

.2.9 помехозащищенность радиоприемного устройства от импульсной помехи при уровне пиковой мощности;

.2.10 программно-математическое и информационное обеспечение;

.2.11 время получения навигационных параметров;

.2.12 точность определения навигационных параметров.

16.5.4 Компасы магнитные основные и запасные, устройства дистанционной передачи магнитного курса.

Проверяется следующее:

.1 точность курсоуказания на неподвижном основании и при качке во всех направлениях;

.2 дискретность градуировки и оцифровка шкалы картушки;

.3 суммарная погрешность установки картушки на любом из направлений (курсе) за счет неточности градуировки шкалы, эксцентриситета картушки на шпильке и неточности ориентации относительно магнитной системы;

.4 расстояние, на котором легко считываются невооруженным глазом показания картушки;

.5 величина сектора наблюдения картушки, передаваемого на пост управления судном с места установки основного компаса с помощью геометрической или световолоконной оптики;

.6 застой картушки (погрешность от трения);

.7 отклонение картушки от магнитного меридиана при вращении компаса в горизонтальной плоскости;

.8 полупериод колебаний и время прихода картушки в зону магнитного меридиана при принудительном начальном отклонении;

.9 угол наклона котелка, при котором картушка сохраняет горизонтальное положение;

.10 угол свободного наклона котелка в кардановом подвесе;

.11 предельные значения и точность компенсации полукруговой, четвертной, широтной и креновой девиации;

.12 прозрачность жидкости и отсутствие воздуха в котелке;

.13 точность снятия отсчетов с пеленгаторного устройства;

.14 согласованность показаний репитеров и основного чувствительного элемента компаса при дистанционной электрической передаче данных;

.15 погрешность устройства дистанционной передачи курса при преобразовании магнитного курса в истинный курс судна и трансляции его в другое навигационное оборудование (при наличии);

.16 работоспособность сигнализации о рассогласовании системы дистанционной электрической передачи курса (при наличии);

.17 конструктивное или программное обеспечение защиты устройства для компенсации девиации от несанкционированного доступа;

.18 основное освещение и аварийное (от аккумуляторной батареи) автономное освещение картушки, достаточное для четкой видимости делений картушки;

.19 обеспечение аварийно-предупредительной сигнализации в случае прекращения электропитания системы компаса и устройства дистанционной передачи курса.

16.5.5 Компасы гироскопические.

Проводятся следующие специальные проверки и испытания:

.1 время прихода гирокомпаса в меридиан в широте до 60°: нормально и ускоренно;

.2 установившаяся погрешность показаний на любом курсе;

.3 погрешность показаний от пуска к пуску;

.4 погрешность показаний при бортовой качке до 20° с периодом 10 с, килевой качке до 10° с периодом 6 с и рыскании до 5° с периодом 15 с, при максимальном горизонтальном ускорении не более 1 м/с²;

.5 скорость отработки следящей системы;

.6 расхождение в показаниях основного прибора и репитеров;

.7 возможность коррекции показаний гирокомпаса по скорости судна и широте места;

.8 работоспособность сигнализации об основных неисправностях гирокомпаса;

.9 возможность передачи информации о курсе в другое навигационное оборудование;

16.5.6 Лаги относительные и абсолютные.

Проверяется следующее:

.1 однозначность отображения режима работы и измеряемых параметров индикаторами приборов лага при установке нескольких первичных преобразователей на судне;

.2 минимальная глубина измерений;

.3 диапазон измеряемых скоростей;

.4 начальная чувствительность;

.5 погрешность измерения скорости;

.6 погрешность измерения пройденного расстояния;

.7 дискретность показаний цифровых индикаторов скорости и электромеханических счетчиков пройденного расстояния, градуировка шкал аналоговых индикаторов скорости (если предусмотрены);

.8 влияние бортовой и килевой качки на точностные характеристики лага;

.9 функционирование автоматического и принудительного режимов измерения скорости относительно воды и относительно грунта (если предусмотрено);

.10 максимальная рабочая глубина;

.11 конструктивное обеспечение герметичности донно-заборного оборудования;

.12 наличие и работоспособность устройств сопряжения с другими судовыми приборами;

.13 функционирование аварийно-предупредительной сигнализации и индикации о неисправностях и статусе работы лага;

.14 возможность и удобство калибровки лага и введения поправок.

16.5.7 Эхолоты.

Проверяется следующее:

- .1 наименьшая измеряемая глубина (в акустическом бассейне);
- .2 соответствие основных технических параметров эхолота требованию измерения максимальной глубины (производится количественная интегральная оценка в лабораторных условиях системного показателя назначения оборудования, удовлетворяющего требованию измерения максимальной глубины на максимальной скорости судна и условиях бортовой и килевой качки);
- .3 наличие графической и цифровой индикации глубины;
- .4 диапазоны шкал;
- .5 масштаб отображения глубин при графической форме индикации (разрешение графического дисплея);
- .6 дискретность показаний цифрового указателя глубин и их соответствие графическому отображению;
- .7 представление сервисной информации (временные отметки и их дискретность, отметки разбивки шкалы глубин и их интервалы, предупреждение об окончании бумажной ленты при ее использовании);
- .8 текущая и долговременная регистрация данных;
- .9 инструментальная погрешность измерения малых и больших глубин при цифровом и графическом методе представления информации;
- .10 точность срабатывания сигнализатора опасной/заданной глубины, пределы и дискретность его установки;
- .11 частота повторения посылок;
- .12 наличие и работоспособность устройств сопряжения с другим судовым оборудованием;
- .13 конструктивное исполнение вибраторов эхолота по степеням защиты (IP);
- .14 время пуска в работу.

16.5.8 Системы управления курсом судна/ системы управления траекторией судна.

- .1 Проверяется следующее:
 - .1.1 стабильность удержания судна на заданном курсе и/или на линии заданного пути (на специальном стенде с имитаторами);
 - .1.2 регулировка чувствительности отработки системы по перекладке руля;
 - .1.3 пределы перекладки руля и наличие ограничителей;
 - .1.4 время перехода с режима «автомат» и/или «траектория» на «ручной» и обратно;
 - .1.5 индикация об используемом режиме работы системы;
 - .1.6 звуковая (с возможностью отключения после срабатывания) и визуальная аварийно-предупредительная сигнализация о превышении допустимого отклонения от заданного курса и/или линии заданного пути, отказе датчиков информации, а также снижении скорости хода судна, при которой не обеспечивается достаточная управляемость;
 - .1.7 ручная настройка системы при отсутствии или отказе автоматической адаптации к условиям плавания;
 - .1.8 работа выносных постов управления (если имеются);
 - .1.9 выдача информации о режиме работы системы и ее работоспособности в систему автоматической регистрации.
- .2 кроме того, при испытаниях систем управления траекторией судна проверяется:
 - .2.1 информация, отображаемая в аналоговом и цифровом виде на пульте управления системы;
 - .2.2 контроль информации о координатах судна, поступающей в систему с помощью другой независимой системы местоопределения;

.2.3 подача предупредительного сигнала при подходе судна к точке поворота и в момент начала поворота;

.2.4 возможность смены путевой точки при изменении траектории или прокладке новой траектории;

.2.5 возможность циркуляции от одной точки до другой при предварительно установленном радиусе циркуляции (поворота) и при расчетном радиусе на основе предварительно установленного режима циркуляции судна (если имеется).

16.5.9 Система контроля дееспособности вахтенного помощника капитана (КДВП).

Проверяется следующее:

.1 работоспособность системы во всех предусмотренных режимах работы;

.2 последовательность подачи световых и звуковых сигналов;

.3 возврат системы в исходное состояние;

.4 работа устройства, обеспечивающего подтверждение сигналов;

.5 индикация текущего режима работы системы.

16.5.10 Оборудование системы опознавания судов и слежения за ними на дальнем расстоянии (системы ОСДР).

Проверяется:

.1 автоматическая передача судовой информации в адрес центра данных ОСДР;

.2 формат и полнота передаваемой информации;

.3 передача информации в режиме запроса центра данных ОСДР;

.4 перестройка интервалов передаваемой информации по командам дистанционного управления от центра данных ОСДР;

.5 работа системы в режиме проверки без передачи информации ОСДР.

16.5.11 Электронная картографическая навигационно-информационная система (ЭКНИС).

В процессе стендовых испытаний проверяется:

.1 регистрация данных рейса и невозможность ее изменения;

.2 сопряжение с приемоиндикатором глобальной навигационной спутниковой системы, гирокомпасом, лагом, радиолокационной станцией и др.

.3 возможность отображения информации, содержащейся в электронной навигационной карте и всей корректуры к ней, без какого-либо количественного и качественного ухудшения.

.4 соответствие точности измерений и вычислений на дисплее при решении следующих задач:

определение дистанции и пеленга между двумя точками с известными координатами;

определение координат точки по пеленгу и дистанции от точки с известными координатами;

преобразование координат из местной системы в систему WGS-84 и обратно;

.5 возможность увеличения и уменьшения масштаба изображения карты на дисплее. При этом размеры условных знаков и надписей должны оставаться неизменными;

.6 возможность отображения места судна масштабными и немасштабными условными знаками;

.7 отображение:

координат в градусах, минутах и их долях; глубин в метрах и дециметрах; высот в метрах;

дистанций в милях и их десятичных долях или метрах;

скорости в узлах и их долях; времени в часах, минутах и секундах; направления в градусах и их долях;

.8 объем информации об объектах карты, который должен включать в себя: единицы измерения глубин; единицы измерения высот; масштаб изображения на дисплее; ноль отсчета высот и глубин; название системы географических координат; значение опасной глубины; значение опасной изобаты; номер издания и дату выпуска электронной навигационной карты; дату и номер последней выполненной корректуры карты;

.9 цветность изображения карты;

.10 разрешающая способность и размеры дисплея;

.11 возможность отображения на дисплее заметок мореплавателя в текстовой и графической форме;

.12 возможность изменения ориентации изображения и режимов истинного или относительного движения (изображение карты — неподвижно, отметка судна перемещается и наоборот);

.13 подача тревожно-предупредительного сигналов в случае:

наличия карты более крупного масштаба, чем масштаб карты, выведенной на дисплей;

отклонения от линии заданного маршрута, превышающего предел, заданный оператором;

входа в район с особыми условиями плавания;

выхода из строя средств определения места;

подхода к заданной точке;

разных систем координат карты и средства определения места;

выхода ЭКНИС из строя;

ситуации, когда планируемый маршрут пересекает выбранный контур безопасности;

.14 возможность использования, по крайней мере, одного электронного визира направления и подвижного маркера дальности;

.15 возможность и правильность получения координат от автоматического средства определения места;

.16 возможность наложения радиолокационного изображения на электронную карту, если предусмотрено;

.17 прием материалов корректуры с носителя информации. Подтверждение достоверности корректуры и составление списка корректуры. Возможность ввода корректуры вручную;

.18 автоматическая проверка выполнения основных функций системы;

.19 возможность воспроизведения информации, достаточной для восстановления действий оператора и проверки официальных баз данных за период предыдущих 12 ч. Исключение возможности внесения изменений в сохраненную информацию;

.20 сохранение работоспособности системы при перерыве подачи электропитания на 45 с.

16.5.12 Измерители скорости поворота.

При освидетельствовании измерителей скорости поворота проверяется:

.1 работа независимо от гирокомпаса и РЛС с указанием направления и угловой скорости поворота судна;

.2 точность определения скорости поворота с учетом влияния вращения Земли при скорости судна до 10 уз;

.3 время готовности прибора к работе;

.4 возможность использования оборудования как при автоматическом, так и при ручном управлении движением судна;

.5 возможность передачи информации о скорости поворота в другие навигационные приборы и системы.

16.5.13 Аппаратура автоматической идентификационной (информационной) системы (АИС).

На стендовых испытаниях аппаратуры АИС с сопрягаемыми приборами и системами или их имитаторами проверяется:

.1 работа устройства встроенного самоконтроля работоспособности, в том числе запись в энергонезависимую память периодов времени, когда оборудование не работало;

.2 автоматическое включение аппаратуры при включении судового питания и готовность оборудования к работе через 2 мин после включения (данное требование не распространяется на время выхода на рабочий режим приемника ГНСС);

.3 возможность работы в «автономном режиме» и обеспечение перехода в другие режимы работы («назначенный режим» и «режим опроса») и обратно в «автономный режим»;

.4 содержание информации, передаваемой АИС:

.4.1 статической:

номер судна ИМО;

позывной сигнал и название судна;

длина и ширина судна;

тип судна;

расположение антенны приемоиндикатора системы радионавигации (нос-корма и правый-левый борт относительно диаметральной плоскости судна);

.4.2 динамической:

местоположение судна с указанием точности и целостности измерения;

всемирное скоординированное время; путевой угол;

скорость относительно грунта; истинный курс;

навигационное состояние судна: судно в движении, на якоре и т. д. — ручной ввод;

угловая скорость поворота судна (при наличии измерителя скорости поворота);

.4.3 информации о рейсе: осадка судна;

наличие опасного груза и его тип (по требованию уполномоченных властей);

порт назначения и предполагаемое время прихода (по усмотрению капитана);

.4.4 информации о безопасности;

.5 обеспечение передачи информации с заданными интервалами времени:

статической — каждые 6 мин и по запросу; динамической — в зависимости от навигационного статуса судна, изменения его скорости и курса; информации о рейсе — каждые 6 мин, при изменении рейсовых данных и по запросу;

.6 обеспечение передачи не менее 2000 сообщений в минуту;

.7 возможность работы в назначенном режиме;

.8 возможность работы в режиме опроса;

.9 передача ответного сообщения на том же канале, на котором было послано запросное;

.10 автоматическое включение встроенного приемника ГНСС при отказе основного источника определения местоположения, а также выдача соответствующей индикации средств встроенного контроля работоспособности;

.11 возможность приема дифференциальных поправок;

.12 наличие и исправная работа двух высокоскоростных портов ввода/вывода информации (для подключения систем графического отображения и дополнительного оборудования);

.13 наличие и исправная работа портов сопряжения с датчиками динамической информации.

.14 наличие и исправная работа порта сопряжения с аппаратурой дальней связи;

.15 защита от несанкционированного изменения принимаемой и передаваемой информации;

.16 обеспечение срабатывания тревожной сигнализации и индикации при изменении состояния датчиков динамической информации;

.17 обеспечение требуемой приоритетности в выборе источника определения местоположения и автоматическое переключение на источник, имеющий более высокий приоритет, в течение 30 с после его включения;

.18 обеспечение отображения на «минимальном дисплее»:
пеленга, дистанции и названия судна; информации тревожной сигнализации и средств встроенного самоконтроля работоспособности;
вводимых данных о рейсе и информации, связанной с безопасностью;
принимаемых сообщений, связанных с безопасностью;
принятых запросов от аппаратуры дальней связи.

16.5.14 Регистратор данных рейса (РДР).

На стендовых испытаниях с подключенными сопрягаемыми приборами и системами или их имитаторами проверяется:

.1 автоматическое включение регистратора при подаче судового питания, а также переход на питание от аварийного судового источника при отказе основного;

.2 работа регистратора от собственного резервного источника питания в течение 2 ч с автоматическим отключением;

.3 отключение регистратора вручную при длительной стоянке судна в порту и на ремонте;

.4 возможность записи на конечный носитель информации исходных данных и перечня задействованных датчиков с указанием их типа для постоянного хранения;

.5 защита контейнера с конечным носителем информации от несанкционированного доступа и возможность извлечения записанной информации без открывания защитного контейнера;

.6 наличие документов, подтверждающих проведение специальных испытаний защитного контейнера на глубоководное погружение, высокую температуру и удар;

.7 конструктивное оформление конечного носителя информации с защитным контейнером, обеспечивающее возможность регистрации данных во время аварии; наличие устройства, обеспечивающего поиск и обнаружение контейнера, а также механизма отделения контейнера при погружении судна (всплывающий вариант);

.8 возможность непрерывной регистрации и хранения информации в фиксированном и свободно-всплывающем устройстве регистрации в течение 48 ч.

.9 соотношения различных событий по времени и возможность определения даты и времени по записям;

.10 объем обязательной информации, подлежащей регистрации и хранению;

.11 возможность расшифровки и документирования информации, записанной на конечном носителе, с помощью специальной береговой аппаратуры;

.12 обеспечение автоматической регистрации попыток несанкционированного вмешательства в работу регистратора;

.13 целостность записанных данных и подача аварийно-предупредительной сигнализации в случае обнаружения некорректируемой ошибки регистрируемых данных;

.14 запись речевых переговоров при отсутствии напряжения питания судовой сети в течение 2 ч с дальнейшим автоматическим отключением регистратора;

.15 отсутствие влияния регистратора на работу датчиков информации при выходе его из строя или в случае отказов отдельных каналов связи.

16.5.15 Система приема внешних звуковых сигналов.

Проверяется:

- .1 дальность и направление приема приходящих внешних звуковых сигналов (сравнением с восприятием оператора);
- .2 частотный диапазон приема звуковых сигналов;
- .3 наличие и возможность регулировки силы звука внешних звуковых сигналов, воспроизводимых в рулевой рубке;
- .4 время определения направления приходящего звукового сигнала.

16.6 ДОКУМЕНТАЦИЯ РЕГИСТРА

16.6.1 При положительных результатах освидетельствований головных образцов изделий навигационного оборудования, предусмотренных в [16.2](#), и проведенных судовых испытаний (если они назначены) выдается СТО в соответствии с разд. 6 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

16.6.2 При положительных результатах освидетельствований серийных изделий навигационного оборудования при установившемся производстве, предусмотренных в [16.3 – 16.5](#), на каждое изделие (или партию) оформляются документы в соответствии с разд. 7 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

17 ОБОРУДОВАНИЕ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ С СУДОВ

17.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

17.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за оборудованием по предотвращению загрязнения с судов (ПЗС), подлежащему техническому наблюдению Регистра согласно Номенклатуре РС.

17.1.2 Раздел устанавливает порядок проведения технического наблюдения Регистра за изготовлением перечисленного в Номенклатуре РС оборудования по ПЗС.

17.1.3 Общие положения по организации технического наблюдения изложены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», требования к технической документации – в части II «Техническая документация».

17.1.4 В настоящем разделе дается следующее определение наружному осмотру оборудования по ПЗС.

Наружный осмотр – осмотр детали, материала, комплектующих изделий, проверка сопроводительных документов, выданных в соответствии с принятой формой технического наблюдения при изготовлении, и другой документации, определяющей соответствие объектов технического наблюдения одобренной технической документации, например, результаты обмера, наличие клеев (если они предусмотрены), результаты дефектоскопии (если она предусмотрена).

По результатам наружного осмотра определяется возможность продолжения процесса изготовления (обработки), монтажа, гидравлического испытания и т.п.

17.1.5 Все материалы и комплектующие изделия, предназначенные для оборудования по ПЗС, должны иметь документы, подтверждающие соответствие материала и способа изготовления указанному в одобренной технической документации. Эти документы должны быть оформлены в соответствии с формой технического наблюдения, предусмотренной Номенклатурой РС.

17.1.6 Проведение необходимых испытаний и их объем, порядок освидетельствования оборудования по ПЗС и комплектующих изделий, устанавливаются в соответствии с Номенклатурой объектов технического наблюдения РС и действующими нормативными документами, согласованными с Регистром.

17.1.7 Нормы допусков и монтаж, не отраженные в одобренной документации на изготовление, должны быть указаны в документации на технологический процесс, одобренной Регистром.

17.1.8 При проведении гидравлических испытаний следует руководствоваться требованиями 1.3 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

Условия проведения должны отвечать действующим стандартам и следующим требованиям:

- .1** температура окружающего воздуха должна быть не ниже 5 °С;
- .2** разность температур окружающего воздуха и среды, используемой для гидравлического испытания, должна быть не более 10 °С, при этом для исключения отпотевания следует использовать среду с температурой, превышающей температуру окружающего воздуха;
- .3** запрещается производить любые работы на деталях, подвергаемых гидравлическому испытанию.

17.1.9 электрическое оборудование, системы автоматического или дистанционного управления и измерения, а также устройства АПС, защиты, индикации оборудования ПЗС должны быть испытаны по прямому назначению.

До и после испытаний необходимо провести замеры сопротивления изоляции электрического оборудования и устройств автоматики.

17.1.10 Техническое наблюдение за изготовлением оборудования по ПЗС при установившемся производстве осуществляется в соответствии с [1.7](#) и [17.3](#).

17.1.11 Техническое наблюдение за изготовлением опытных и головных образцов оборудования по ПЗС осуществляется в соответствии с [1.5](#), [1.6](#) и [17.3](#).

17.2 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

17.2.1 Изготовление оборудования, деталей и узлов осуществляется под техническим наблюдением Регистра в соответствии с одобренной им технической документацией и [гл. 1.4](#).

17.3 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОИЗВОДСТВЕ

17.3.1 Общие положения.

17.3.1.1 Техническое наблюдение за изготовлением оборудования по ПЗС осуществляется в соответствии с требованиями настоящей главы и в объеме, приведенном в [табл. 17.3.1.1](#).

Таблица 17.3.1.1

№ п/п	Объекты технического наблюдения	Осмотр материала, заготовки узлов и деталей	Проверка сопроводительных документов	Наружный и внутренний осмотры	Проверка сварочных работ	Проверка изготовления деталей и узлов	Гидравлические испытания	Проверка в действии
1	Оборудование по предотвращению загрязнения нефтью:							
	.1 сепараторы на 15 млн ⁻¹	+	+	+	+	+	+	+
	.2 приборы автоматического замера нефтесодержания в сбросе балластных и промывочных вод	+	+	+	+	+	+	+
	.3 сигнализаторы на 15 млн ⁻¹	+	+	+	+	+	+	+
	.4 приборы для определения границы раздела «нефть – вода» в отстойных танках	+	+	+	+	+	+	+
	.5 машинки для мойки танков сырой нефтью	+	+	+	+	+	+	+
	.6 Установки для глубокой очистки нефтесодержащих вод в составе сепаратора на 5 млн ⁻¹ , сигнализатора на 5 млн ⁻¹ и устройства автоматического прекращения сброса	+	+	+	+	+	+	+
2	Оборудование по предотвращению загрязнения сточными водами:							
	.1 установки для обработки сточных вод	+	+	+	+	+	+	+
	.2 установки для измельчения и обеззараживания сточных вод	+	+	+	+	+	+	+
	.3 насосы для сточных вод	+	+	+	+	+	+	+
3	Оборудование по предотвращению загрязнения мусором:							
	.1 установки для сжигания мусора (инсинераторы)	+	+	+	+	+	+ ¹	+
	.2 устройства для обработки мусора	+	+	+	+	+	+ ¹	+
4	Оборудование по предотвращению загрязнения вредными жидкими веществами, перевозимыми наливом:							
	.1 вентиляторы	+	+	+	+	+	+	+
	.2 моечные машинки	+	+	+	+	+	+	+
	.3 насосы для сбора вредных веществ	+	+	+	+	+	+	+

№ п/п	Объекты технического наблюдения	Осмотр материала, заготовки узлов и деталей	Проверка сопроводительных документов	Наружный и внутренний осмотры	Проверка сварочных работ	Проверка изготовления деталей и узлов	Гидравлические испытания	Проверка в действии
5	Оборудование по предотвращению загрязнения атмосферы: .1 дизельные двигатели, соответствующие Правилу 13 Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ 73/78 и требованиям Технического кодекса по контролю выбросов окислов азота от судовых дизельных двигателей .2 устройство для уменьшения выбросов NO_x, как компонент судового дизельного двигателя .3 система мониторинга отработанных газов NO_x (Технический кодекс по NO_x) .4 система непрерывного мониторинга отработавших газов SO_x (резолюция ИМО МЕРС.340(77)) .5 оборудование для отбора образцов топлива .6 системы очистки отработавших газов для уменьшения выбросов SO_x (резолюция ИМО МЕРС.340(77)) освидетельствование по схеме «А») .7 системы очистки отработавших газов для уменьшения выбросов SO_x (резолюция ИМО МЕРС.340(77)), освидетельствование по схеме «В») .8 система мониторинга сбрасываемой промывочной воды (резолюция ИМО МЕРС.340(77))	+ + + + + + + +	+ + + + + + + +	+ + + + + + + +	+ + – – + + – +	+ + + + + + – +	+ + – – + + – +	+ + + + + + + +
6	Системы управления балластными водами в соответствии с требованиями Руководства по применению требований Международной конвенции о контроле судовых балластных вод и осадков и управлению ими	+	+	+	+	+	+	+
¹ При необходимости.								
Примечание. Оборудование по ПЗС должно подвергаться специальным и стендовым испытаниям в соответствии с 1.7.3, а также по требованию подразделения Регистра, осуществляющего техническое наблюдение при изготовлении.								

17.3.1.2 Детали изделий до сборки выборочно проверяются на соответствие чертежным размерам и применяемому материалу. Сопровождающие документы также подлежат проверке.

17.3.1.3 Сварные швы корпусов оборудования по ПЗС должны быть двусторонними или односторонними с полным проваром.

17.3.1.4 Соединяемые детали изделий для получения требуемого сопряжения не должны выправляться за счет чрезмерного натяга болтами, прихватками и подгоняться в холодном состоянии с помощью ударов.

17.3.1.5 Элементы систем, входящих в состав оборудования по ПЗС, должны быть подвергнуты гидравлическим испытаниям в соответствии с требованиями 21.1 и 21.2 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов.

17.3.1.6 Оборудование по ПЗС должно иметь табличку, на которой должны быть указаны назначение оборудования, название предприятия (изготовителя), тип и модель, серийный номер и год изготовления. Табличка должна надежно крепиться к оборудованию.

17.3.1.7 При внесении конструктивных изменений в оборудование по ПЗС, одобренное Регистром, должны быть проведены испытания в соответствии с [1.7.6](#) и [1.7.7](#).

17.3.1.8 Оборудование по ПЗС подвергается испытаниям на стенде предприятия (изготовителя) по программе, разработанной в соответствии с методиками испытаний (см. [приложение 1](#)) и одобренной Регистром.

По положительным результатам типовых испытаний на изделия, указанные в [1.1 — 1.4](#), [2.1](#), [3.1](#), и [6](#) табл. 17.3.1.1, оформляются Свидетельства о типовом одобрении (форма 6.8.3) и Свидетельства о типовом одобрении/испытании (СОТО/СОТИ) в соответствии с [приложением 2](#):

- .1 на сепараторы на 15 млн⁻¹ (форма 2.4.17.1²/2.4.17.2²);
- .2 на сигнализаторы на 15 млн⁻¹ (форма 2.4.11.1²);
- .3 на приборы автоматического замера нефтесодержания балластных и промывочных вод в сбросе (форма 2.4.16.1²);
- .4 на приборы определения границы раздела «нефть – вода» в отстойных танках (форма 2.4.19¹);
- .5 на установки для обработки сточных вод (формы 2.4.13.1² — 2.4.13.4²);
- .6 на инсинераторы (форма 2.4.12.1²);
- .7 на системы управления балластными водами (формы 2.5.5/2.5.5.1).

Инструкция о порядке оформления и выдачи Свидетельств о типовом одобрении (испытании) приведена в [приложении 3](#).

На дизельные двигатели, указанные в [5.1](#) табл. 17.3.1.1, оформляются Свидетельства по предотвращению загрязнения атмосферы дизелем (форма 2.4.40) с Дополнениями (форма 2.4.41).

На систему очистки отработавших газов для уменьшения выбросов SO_x, одобренную в соответствии с резолюцией ИМО МЕРС.340(77), схема «А», указанную в [5.6](#) табл. 17.3.1.1, оформляется Свидетельство о соответствии выбросов SO_x (SECC) (форма 2.4.42), Свидетельство о типовом одобрении (форма 6.8.3) и в зависимости от схемы технического наблюдения С, СЗ или МС. Для системы очистки отработавших газов для уменьшения выбросов SO_x, одобренной в соответствии с резолюцией ИМО МЕРС.340(77), схема «В», указанной в [5.7](#) табл. 17.3.1.1 и для оборудования указанного в [5.4](#) и [5.8](#), выдаются документы, оформленные в соответствии с Номенклатурой.

17.3.1.9 На изделия и оборудование по ПЗС, указанные в [1.5](#), [1.6](#), [2.2](#), [2.3](#), [3.2](#), [4.1 — 4.3](#), [5.3 — 5.5](#) и [5.7](#) табл. 17.3.1.1, при выполнении требований [17.3.1.8](#) оформляются документы в соответствии с Номенклатурой.

¹ Свидетельство о типовом испытании.

² Свидетельство о типовом одобрении.

17.3.1.10 На серийные изделия оборудования по ПЗС, при выдаче Свидетельств С и С/З для изделий, делается запись о наличии Свидетельства о типовом одобрении (испытании) с указанием номера и даты выдачи.

17.3.1.11 Объем приемосдаточных испытаний серийных изделий определяется при одобрении программы по результатам испытаний первого серийного изделия.

17.3.2 Сепараторы на 15 млн⁻¹.

17.3.2.1 Оборудование и устройства проверяются на доступность узлов и деталей, подлежащих периодическому контролю и обслуживанию и ремонту, а также подвергаются функциональным испытаниям на стенде по разработанной изготовителем и одобренной Регистром программе с учетом особенностей и функций сепаратора на 15 млн⁻¹ конкретной конструкции. Каждый сепаратор на 15 млн⁻¹ должен доставляться с заполненным свидетельством предприятия (изготовителя), включающим протокол сдаточных испытаний.

17.3.2.2 Качество монтажа трубопроводов и арматуры, а также кабеля контролируется наружным осмотром. Плотность соединений трубопроводов и арматуры проверяется при гидравлических испытаниях изделий.

17.3.2.3 Если в состав оборудования входит сепаратор центробежного типа, он должен отвечать требованиям [разд. 5](#).

17.3.2.4 Сепараторы на 5 млн⁻¹ проверяются в соответствии с [17.3.2.1 – 17.3.2.3](#).

17.3.3 Сигнализаторы на 15 млн⁻¹.

17.3.3.1 Сигнализаторы на 15 млн⁻¹ проверяются на доступность узлов и деталей, подлежащих периодическому контролю и обслуживанию, а также подвергаются функциональным испытаниям на стенде по разработанной предприятием (изготовителем) и одобренной Регистром программе с учетом особенностей и функций прибора конкретной конструкции. Каждый прибор должен доставляться с заполненным свидетельством предприятия (изготовителя), включающим протокол сдаточных испытаний.

17.3.3.2 Сигнализаторы на 5 млн⁻¹ проверяются в соответствии с [17.3.3.1](#).

17.3.4 Приборы автоматического замера нефтесодержания в сбросе балластных и промывочных вод.

17.3.4.1 Каждый прибор автоматического замера нефтесодержания в сбросе балластных и промывочных вод и каждая секция управления системы автоматического замера, регистрации и управления сбросом нефти подвергаются функциональным испытаниям на стенде по разработанной предприятием (изготовителем) и одобренной Регистром программе с учетом особенностей и функций прибора конкретной конструкции. Каждый прибор должен доставляться с заполненным свидетельством предприятия (изготовителя), включающим протокол сдаточных испытаний.

17.3.4.2 Программа функциональных испытаний прибора должна включать:

- .1** проверку расхода, перепада давления или другого равноценного параметра, в зависимости от того, что применяется;
- .2** проверку всех внешних соединений;
- .3** проверку всех устройств сигнализации, встроенных в прибор;
- .4** проверку правильности показаний для нескольких значений концентраций при работе на нефти, для которой предназначен прибор (способ проверки может быть любой, одобренный Регистром).

17.3.4.3 Программа функциональных испытаний секции управления сбросом нефти должна включать:

- .1** проверку всех сигналов;
- .2** проверку правильности работы устройства для обработки сигналов и записывающей аппаратуры при изменении имитированных входных сигналов о содержании нефти, расходе и скорости;

.3 проверку при изменении входных сигналов, когда:
мгновенная интенсивность сброса нефти превысит 30 литров на морскую милю;
общее количество сброшенной в море нефти превысит 1/30000 общего количества данного вида груза;

.4 проверку подачи сигнала о прекращении сброса за борт, когда возникают условия, при которых срабатывает сигнализация;

.5 проверку получения сигнала, когда каждый входной сигнал превышает возможности системы.

17.3.5 Приборы для определения границы раздела «нефть – вода» в отстойных танках.

17.3.5.1 Приборы подвергаются функциональным испытаниям аналогично указанным в [17.3.4.1](#).

17.3.6 Машинки для мойки танков сырой нефтью.

17.3.6.1 Машинки проверяются на доступность узлов и деталей, подлежащих периодическому контролю, обслуживанию и ремонту.

17.3.6.2 Качество сборки контролируется наружным осмотром. Плотность соединений проверяется при гидравлических испытаниях изделий.

17.3.6.3 Непрерывность электрической цепи гидромонитора от ствола до присоединительного фланца проверяется с помощью тестера или другим методом, одобренным Регистром, на предприятии (изготовителе).

17.3.7 Вентиляторы для системы удаления остатков вредных жидких веществ методом вентилирования должны быть освидетельствованы в соответствии с [разд. 5](#) и [10](#).

17.3.8 Моечные машинки системы предварительной мойки танков для перевозки вредных веществ наливом должны быть освидетельствованы в соответствии с [17.3.6](#).

17.3.9 Насосы для выгрузки вредных веществ, перевозимых наливом, должны быть освидетельствованы в соответствии с [разд. 5](#) и [10](#).

17.3.10 Установки для обработки, измельчения и обеззараживания сточных вод.

17.3.10.1 Установки проверяются на доступность узлов и деталей, подлежащих периодическому осмотру и обслуживанию, а также подвергаются функциональным испытаниям аналогично указанным в [17.3.2.1](#).

17.3.10.2 Качество монтажа трубопроводов и арматуры, а также прокладки кабеля контролируется наружным осмотром. Плотность соединений трубопроводов и арматуры проверяется при гидравлических испытаниях изделий.

17.3.10.3 Предохранительные устройства должны быть отрегулированы на давление, не превышающее 1,1 рабочего.

17.3.11 Насосы для сточных вод.

17.3.11.1 Насосы для сточных вод должны отвечать требованиям [разд. 5](#) и [10](#).

17.3.12 Установки для сжигания мусора (инсинераторы).

17.3.12.1 Установки проверяются на доступность узлов и деталей, подлежащих периодическому осмотру и обслуживанию.

17.3.12.2 Качество монтажа трубопроводов и арматуры, а также прокладки кабеля контролируется наружным осмотром. Плотность соединений трубопроводов и арматуры проверяется при гидравлических испытаниях изделий.

17.3.12.3 Перед началом монтажа футеровки должны быть осмотрены стенки, которые не должны иметь бухтин, прогибов и неровностей, превышающих 10 мм на 1 м.

17.3.12.4 После монтажа проверяется наружным осмотром качество выполненной футеровки, при этом поверхность кирпичной кладки должна быть гладкой; в виде исключения допускаются отдельные уступы по стыкам не более 2 – 3 мм и общая

неровность не более 10 мм на 1 м. Подвижность футеровки или отдельных ее частей не допускается.

Отклонение диаметра фурменного отверстия от заданных размеров не должно превышать +5 мм, а несовпадение осей фурменного отверстия и форсунки – 2 мм.

17.3.12.5 После окончательной сборки должно быть проведено испытание кожуха инсинератора на плотность воздухом (если это предусмотрено технической документацией). При этом давление и допустимые протечки воздуха не должны превышать указанных в одобренной технической документации.

17.3.12.6 Каждая установка для сжигания мусора подвергается функциональным испытаниям аналогично указанным в [17.3.2.1](#).

17.3.13 Устройства для обработки мусора.

17.3.13.1 Устройства для обработки мусора должны отвечать требованиям [17.3.12.1](#), [17.3.12.2](#) и [17.3.12.6](#).

17.3.14 Дизельные двигатели мощностью 130 кВт и более.

17.3.14.1 Дизельные двигатели подвергаются испытаниям на стенде предприятия (изготовителя) в соответствии с требованиями Технического кодекса по контролю выбросов окислов от судовых дизельных двигателей. После монтажа на судне дизельные двигатели проверяются в соответствии с процедурами проверки по NO_x на судне, указанными в одобренных Технических файлах по NO_x двигателей.

17.3.15 Системы очистки выхлопных газов SO_x и устройства для уменьшения выбросов NO_x.

17.3.15.1 Испытания систем очистки выхлопных газов и устройств уменьшения выбросов NO_x должны быть проведены в соответствии с требованиями руководств (см. резолюции ИМО МЕРС.340(77), МЕРС.291(71) и МЕРС 307 (73)), что применимо). В судовых условиях проверка работы системы производится в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации такой системы.

17.3.16 Система мониторинга отработанных газов NO_x (Технический кодекс по NO_x).

17.3.16.1 До начала осуществления технического наблюдения должна быть представлена для одобрения следующая документация:

.1 руководство по установке, эксплуатации и обслуживанию, как минимум включающее следующее:

функциональное описание с указанием технических параметров, используемых измерительных приборов и датчиков, условий эксплуатации, рекомендаций по установке и местам подключения к судовым системам, описание поведения при неисправностях, процедуру калибровки измерительного оборудования, рекомендаций по освидетельствованию оборудования, функциональную схему процесса отбора проб и измерения с указанием всех контролирующих и управляющих устройств и блоков;

.2 программа испытаний.

17.3.16.2 При освидетельствовании системы необходимо руководствоваться положениями Технического Кодекса по NO_x при этом программа испытаний должна включать:

.1 проверку защитного исполнения щитового оборудования системы, согласно [10.5.5](#);

.2 проверку функционирования и работоспособности в объеме, указанном в [12.4.1.2](#);

.3 испытания на отклонение питания от номинальных значений, согласно [3.3](#) Приложения 1 к разд. 12;

.4 измерение сопротивления изоляции оборудования автоматизации, входящего в состав системы, согласно [3.1](#) Приложения 1 к разд. 12;

.5 проверку устойчивости к воздействию внешних электромагнитных помех, в объеме, указанном в [3.4.2](#) Приложения 1 к разд. 12.

17.3.17 Система непрерывного мониторинга отработанных газов SO_x и система мониторинга сбрасываемой промывочной воды (резолюция ИМО МЕРС.340(77)).

17.3.17.1 До начала осуществления технического наблюдения за системой должна быть представлена для одобрения документация, указанная в [17.3.16.1](#).

17.3.17.2 При освидетельствовании системы необходимо руководствоваться применимыми положениями резолюции ИМО МЕРС.340(77), при этом программа испытаний должна включать проверки, указанные в [17.3.16.2](#).

17.3.18 Оборудование по отбору образцов топлива.

17.3.18.1 Функциональные испытания пробоотборников производятся на предприятии (изготовителе) до выдачи СТО.

17.3.19 Устройства для сбора мусора.

17.3.19.1 Устройства для сбора мусора должны иметь гладкие внутренние поверхности и конструкцию, обеспечивающую их легкую разгрузку и очистку. Крышки должны обеспечивать плотное закрытие отверстий для приема мусора. Съемные устройства для сбора и хранения мусора должны иметь приспособления для надежного крепления на судне. Устройства для сбора мусора должны отвечать требованиям пункта 2.1.1.11 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации и постройки морских судов.

17.3.20 Системы управления балластными водами.

17.3.20.1 Испытания систем управления балластными водами должны быть проведены в соответствии с требованиями Руководства по применению требований Международной конвенции о контроле судовых балластных вод и осадков и управлению ими.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ С СУДОВ

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ДЛЯ ТИПОВОГО ОДОБРЕНИЯ СЕПАРАТОРОВ ЛЬЯЛЬНЫХ ВОД НА 15 МЛН⁻¹

Технические требования к испытаниям и эксплуатационным характеристикам для типового одобрения сепараторов льяльных вод на 15 млн⁷ изложены в резолюции МЕРС.107(49) «Пересмотренное руководство и технические требования по оборудованию для предотвращения загрязнения из льял машинных помещений судов».

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ДЛЯ ТИПОВОГО ОДОБРЕНИЯ СИГНАЛИЗАТОРОВ НА 15 МЛН⁻¹

Технические требования к испытаниям и эксплуатационным характеристикам для типового одобрения сигнализаторов на 15 млн⁻¹ изложены в резолюции МЕРС.107(49) «Пересмотренное руководство и технические требования по оборудованию для предотвращения загрязнения из льял машинных помещений судов».

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТИПОВОМУ ОДОБРЕНИЮ ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТИ И СЕКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАМЕРА, РЕГИСТРАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ СБРОСОМ НЕФТИ

Технические требования к типовому одобрению прибора для измерения содержания нефти и секции управления системы автоматического замера, регистрации и управления сбросом нефти изложены в резолюции МЕРС.108(49) с поправками в резолюции ИМО МЕРС.240(65).

Приборы, испытанные и представленные для типового одобрения на или после 17 мая 2013 г., должны иметь СОТО, оформленные по форме, приведенной в резолюции ИМО МЕРС.240(65).

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ ДЛЯ ТИПОВОГО ОДОБРЕНИЯ ПРИБОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА СРЕД «НЕФТЬ-ВОДА» В ОТСТОЙНЫХ ТАНКАХ

Технические требования к испытаниям для типового одобрения приборов для определения границы раздела сред «нефть-вода» в отстойных танках изложены в резолюции МЕРС.5(XIII) «Технические требования для индикаторов поверхности раздела «нефть-вода».

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРОВЕРКЕ МАШИНОК ДЛЯ МОЙКИ ТАНКОВ СЫРОЙ НЕФТЬЮ

Технические требования по проверке работы машинок для мойки танков сырой нефтью изложены в резолюции А.446(XI) «Пересмотренные технические требования к конструкции, эксплуатации и проверке систем мойки сырой нефтью» с поправками в резолюциях ИМО А.497 (XII) и А.897(21).

6. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ ДЛЯ ТИПОВОГО ОДОБРЕНИЯ УСТАНОВОК ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Технические требования к испытаниям для типового одобрения установок для обработки сточных вод изложены в резолюции МЕРС.227(64) «Руководство 2012 года по осуществлению стандартов стока и проведению рабочих испытаний установок для обработки сточных вод», с поправками в резолюции МЕРС.284(70).

Поправки в резолюции МЕРС.284(70) должны применяться к установкам для обработки сточных вод, испытанным и представленным для типового одобрения на или после 28 октября 2016 г.

7. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ ДЛЯ ТИПОВОГО ОДОБРЕНИЯ ИНСИНЕРАТОРОВ

Технические требования к испытаниям для типового одобрения инсинераторов изложены в резолюции МЕРС.244(66) «Стандартные технические требования к судовым инсинераторам, 2014».

8. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМ КОДЕКСОМ NO_x

Технические требования к испытаниям судовых двигателей внутреннего сгорания, подпадающих под правило 13 Приложения VI к МАРПОЛ 73/78, с выдачей соответствующих свидетельств изложены в Техническом кодексе по NO_x, включая с устройствами уменьшения выбросов NO_x с учетом резолюций ИМО МЕРС.291(71) и МЕРС.307(73), что применимо.

9. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ВЫБРОСОВ SO_x

Технические требования к испытаниям для типового одобрения систем очистки отработавших газов для уменьшения выбросов SO_x изложены в резолюции ИМО МЕРС.340(77) «Руководство 2021 года по системам очистки отработавших газов».

10. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЛЛАСТНЫМИ ВОДАМИ

Технические требования к испытаниям на соответствие типа системы управления балластными водами требованиям Международной конвенции о контроле судовых балластных вод и осадков и управлению ими изложены в резолюции ИМО МЕРС.300(72) «Кодекс СУБВ».

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ТИПОВОМ ОДОБРЕНИИ (ИСПЫТАНИИ) ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

1. Свидетельство о типовом одобрении/испытании (СОТО/СОТИ) оборудования по предотвращению загрязнения – документ Регистра, удостоверяющий, что данное оборудование по ПЗС отвечает требованиям международных документов, указанных в приложении 1. Свидетельство о типовом одобрении (форма 6.8.3) выдается для указанных документов в соответствии с Номенклатурой (см. Приложение 1, часть I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за изготовлением материалов и изделий для судов).

2. Свидетельство о типовом одобрении (испытании) не заменяет свидетельство Регистра, выдаваемое на готовую продукцию.

3. Свидетельство о типовом одобрении (испытании) обязательно для следующих объектов технического наблюдения:

.1 Свидетельство о типовом испытании:

для приборов для определения границы раздела «нефть-вода» в отстойных танках (по форме 2.4.19); для установок для обработки сточных вод (по форме 2.4.13);

.2 Свидетельство о типовом одобрении:

для сепараторов на 15 млн⁻¹ (форма 2.4.17.1);

для сигнализаторов на 15 млн⁻¹ (форма 2.4.11.1);

для приборов для определения содержания нефти в балластных и промывочных водах (форма 2.4.16.1);

для инсинераторов (формы 2.4.12/2.4.12.1);

для установок для обработки сточных вод (формы 2.4.13.1 – 2.4.13.4).

.3 Свидетельство об одобрении типа системы управления балластными водами: для систем управления балластными водами (формы 2.5.5 и 2.5.5.1);

4. Для получения Свидетельства о типовом одобрении (испытании) объект технического наблюдения подлежит освидетельствованию и испытанию инспектором Регистра.

5. Объем испытаний объектов технического наблюдения для выдачи Свидетельства о типовом одобрении (испытании) устанавливается на основе требований международных документов, указанных в [приложении 1](#) и дополнительных требований настоящего раздела.

Испытания проводятся по программе, составленной разработчиком объекта технического наблюдения и одобренной Регистром.

6. Свидетельство о типовом одобрении (испытании) выдается, если:

.1 имеется полный комплект технической документации на изготовление оборудования по ПЗС, одобренной Регистром;

.2 испытательные лаборатории, проводящие анализ проб нефтесодержащих вод, отвечают требованиям [приложений 1 – 3](#);

.3 результаты испытаний, выполненных по одобренной программе, отвечают требованиям Регистра.

7. Свидетельство о типовом одобрении/испытании (СОТО/СОТИ) выдается ГУР или подразделением, осуществляющим техническое наблюдение за изготовлением оборудования по ПЗС.

8. Свидетельство о типовом одобрении (испытании) выдается на объект технического наблюдения без ограничения срока его действия. Свидетельство об одобрении типа системы управления балластными водами (форма 2.5.5.1) выдается на 5 лет.

9. Свидетельство о типовом одобрении (испытании) утрачивает силу в следующих случаях:

- .1** при нарушении условий его выдачи;
- .2** при внесении без согласования с Регистром в одобренную техническую документацию изменений по вопросам, входящим в компетенцию Регистра;
- .3** при выявлении недопустимых дефектов или при нарушении степени и стабильности очистной способности оборудования.

10. Перечень объектов технического наблюдения, получивших Свидетельство о типовом одобрении (испытании), публикуется Регистром.

**ИНСТРУКЦИЯ О ПОРЯДКЕ ОФОРМЛЕНИЯ И ВЫДАЧИ СВИДЕТЕЛЬСТВ
О ТИПОВОМ ОДОБРЕНИИ (ИСПЫТАНИИ) ОБОРУДОВАНИЯ
ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. Свидетельство о типовом одобрении/испытании (СОТО/СОТИ) выдается в соответствии с [17.3.1.8](#) настоящего раздела.

2. Выдача Свидетельств о типовом одобрении (испытании) производится Регистром по результатам испытаний в следующем порядке:

.1 ГУР или, подразделение РС, ведущее техническое наблюдение за изготовлением серийных изделий оборудования по ПЗС, оформляет и выдает Свидетельства о типовом одобрении/ испытании (СОТО/СОТИ) на объекты технического наблюдения, указанные в [1.1 – 1.4](#), [2.1](#), [3.1](#), и [6](#) табл. 17.3.1.1 настоящего раздела;

.2 оформленные Свидетельства о типовом одобрении (испытании) вместе с Актом освидетельствования (форма 6.3.18), на основании которого они оформляются, направляются в ГУР на утверждение.

К Свидетельству о типовом одобрении (испытании) сепаратора на 15 млн⁻¹ (форма 2.4.17.1) прилагаются схемы:

испытательного стенда;

устройства для отбора проб;

.3 Свидетельства оформляются на русском и английском языках (формы 2.4.11.1, 2.4.12, 2.4.12.1, 2.4.13.1 – 2.4.13.4, 2.4.16.1, 2.4.17.1, 2.4.19, 2.5.5 и 2.5.5.1). При этом инспектор, присутствовавший при испытаниях, подписывает дополнения к Свидетельствам и заверяет их своей печатью;

.4 Свидетельства подписываются руководством подразделения РС и заверяются круглой печатью с якорем;

.5 учет всех выданных Регистром Свидетельств проводится отделом обработки информации и внедрения информационных технологий ГУР.

18 ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

18.1 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

18.1.1 В настоящем разделе приняты следующие определения.

Коммутатор сети 460 — устройство сетевой инфраструктуры, которое предназначено для объединения конечных устройств в сеть 460 и которое удовлетворяет требованиям, изложенным в настоящем разделе.

Маршрутизатор сети 460 — устройство сетевой инфраструктуры, которое способно безопасно обмениваться потоками данных между сетью 460 и другими контролируруемыми сетями (включая сети 460).

Сеть 460 — сеть, состоящая только из узлов сети 450, узлов сети 460, а также устройств сетевой инфраструктуры сети 460 (коммутаторов, маршрутизаторов, шлюзов).

Узел сети 450 — конечное устройство, удовлетворяющее стандарту МЭК 61162-450 и дополнительным требованиям в настоящем разделе.

Узел сети 460 — конечное устройство, подключаемое к защищенной (контролируемой) сети и удовлетворяющее как требованиям к узлу сети 450, так и требованиям, изложенным в настоящем разделе.

Шлюз сети 460 — устройство сетевой инфраструктуры, которое соединяет защищенную (контролируемую) сеть 460 и неконтролируемые сети, а также удовлетворяет требованиям, изложенным в настоящем разделе.

18.2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

18.2.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за оборудованием, перечисленным в разделах 15140000 и 05410000 Номенклатуры объектов технического наблюдения Регистра.

18.2.2 Раздел устанавливает порядок, объем и методы технического наблюдения за изготовлением вышеупомянутого оборудования на предприятии (изготовителе).

18.2.3 Общие положения по организации технического наблюдения приведены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация» и в [1.4](#) настоящей части.

18.3 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

18.3.1 Состав технической документации, подлежащей представлению в Регистр в зависимости от кода номенклатуры указан в [приложении 1](#).

18.3.2 Кодификация технической документации, используемая в настоящем разделе, представлена в [табл. 18.3.2-1](#).

Таблица 18.3.2-1

Код	Наименование	Описание
D1	чертеж общего вида	документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия
D2	схема структурная	документ, определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи
T1	техническое описание	документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических решений
T2	программа и методика испытаний	документ, содержащий технические данные, подлежащие проверке при испытании изделий, а также порядок и методы их контроля
T3	анализ последствий отказов (АПО) (FMEA)	анализ видов и последствий отказов, представляющий собой структурированный подход к выявлению потенциальных отказов, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации изделия (установки)
T4	перечень MAC адресов	перечень должен содержать информацию о MAC адресах каждого оборудования обеспечения кибербезопасности систем навигации и систем радиосвязи
I1 [XXX] ¹	сертификат соответствия	документ, удостоверяющий, что данный вид оборудования соответствует конкретному стандарту(ам)
I2	свидетельство о взрывозащите	документ, удостоверяющий, что данный вид оборудования соответствует конкретному стандарту на вид взрывозащиты и предназначено специально для использования во взрывоопасной среде
¹ в скобках вместо XXX указывается обозначение стандарта(ов), соответствие которым должно подтверждаться сертификатом		

18.3.3 При необходимости Регистр может потребовать представление дополнительной технической документации, включая данные о надежности.

18.3.4 При рассмотрении технической документации определяется соответствие конструкции и заявленных эксплуатационных характеристик изделий требованиям соответствующих нормативных документов Регистра, включая судовые условия эксплуатации.

18.4 ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ

18.4.1 Перед испытаниями оборудования на предприятии (изготовителе) должно быть проверено наличие:

.1 комплекта одобренной Регистром технической документации на испытуемое оборудование;

.2 одобренной Регистром программы и методики испытаний;

.3 документов (сертификатов, протоколов испытаний и т.д.) компетентных организаций, подтверждающих положительные результаты специальных видов испытаний, если они предусматриваются программой испытаний;

.4 предусмотренного программой и методикой испытаний испытательного оборудования с необходимыми документами, подтверждающими его характеристики, свидетельства испытательной лаборатории;

.5 документов компетентных организаций, подтверждающих соответствие измерительных приборов заявленной погрешности измерения.

18.4.2 При освидетельствовании инспектор должен удостовериться в том, что испытания проводятся в соответствии с одобренной Регистром программой и по методикам испытаний, изложенным в настоящем разделе или другим равноценным методикам, одобренным Регистром.

18.4.3 После проведения механических и климатических испытаний, при которых возможны повреждения отдельных деталей, а также при нарушении работоспособности изделия во время любого испытания, должен проводиться детальный осмотр оборудования, и должна быть определена возможность проведения дальнейших испытаний.

18.4.4 Инспектор имеет право отказаться от проведения испытаний, если объект испытаний недостаточно подготовлен, а также при обнаружении дефектов, влияющих на безопасность проведения освидетельствования или испытаний.

18.4.5 Если изделие не выдержало какого-либо вида испытаний и в его конструкцию в связи с этим внесено изменение или усовершенствование, испытания должны быть проведены вновь в соответствии с программой и методикой испытаний. Объем повторных испытаний должен быть согласован с Регистром.

18.4.6 Объем и виды испытаний оборудования при его изготовлении представлены в приложении 1.

18.4.7 При положительных результатах испытаний оформляется свидетельство соответствующей формы согласно части I «Общие положения по техническому наблюдению».

18.4.8 По истечении срока действия СТО возобновляется по заявке изготовителя в соответствии с 6.8 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

18.4.9 При внесении изменений в конструкцию оборудования автоматизации, которые приводят к изменению процесса работы, нагрузок на элементы изделия, ресурс или другие существенные параметры работы изделия, или внесения изменений в программное обеспечение и ранее заявленные технические характеристики материала или изделия, для подтверждения или возобновления СТО изделия должны быть подвергнуты испытаниям с учетом внесенных изменений по программе, одобренной Регистром.

18.5 УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ И ПРОВЕРОК

18.5.1 Испытания и проверки должны проводиться на одних и тех же образцах в последовательности, которая должна быть отражена в программе испытаний.

18.5.2 Для оборудования автоматизации вне зависимости от последовательности, указанной в программе испытаний, и не обязательно на образцах, подвергаемых другим видам испытаний, допускается проводить следующие испытания:

- .1** на воздействие соляного тумана;
- .2** на грибостойкость.

18.5.3 Испытания и проверки оборудования обеспечения кибербезопасности радио- и навигационного оборудования должны проводиться испытательной лабораторией.

18.5.4 Лаборатории, указанные в [18.5.3](#), должны иметь, как минимум, следующее оборудование:

- .1** анализатор сетевых протоколов;
- .2** симулятор способный обеспечить:
 - передачу и прием совместимого и не совместимого с МЭК 61162-450:2018 трафика;
 - генерацию неверных данных;
 - поддержку Ethernet интерфейса;
 - поддержку SNMP и данных системного журнала клиент-сервер;
 - мониторинг конфигурации и состояния сети с помощью SNMP;
 - мониторинг конфигурации и состояния сети с помощью системного журнала;
 - протокол межсетевых управляющих сообщений ICMP;
 - загрузку сети от 0 до 100 % трафиком, совместимым и не совместимым с МЭК 61162-450:2018 (например, TCP/IP, UDP/IP);
 - передачу с приоритетного трафика совместимого с МЭК 61162-450:2018;
 - многосетевую передачу данных, совместимых с МЭК 61162-450:2018, включая VLAN и подсети.
- .3** симулятор для тестирования функций безопасности, который должен обеспечивать:
 - соединение клиент-сервер;
 - генерацию пакетов DoS-атак.

18.6 ОПИСАНИЕ ИСПЫТАНИЙ И ПРОВЕРОК

18.6.1 Испытания и проверки оборудования обеспечения кибербезопасности судовых систем управления и автоматизации.

18.6.1.1 Оборудование обеспечения кибербезопасности систем управления и автоматизации, должно соответствовать требованиям стандартов МЭК 62443-4-1:2018 и МЭК 62443-4-2:2019. Соответствие оборудования перечисленным стандартам должно подтверждаться сертификатом соответствия, выданным компетентной организацией, признанной национальным органом по аккредитации для выполнения оценки соответствия указанным стандартам.

18.6.1.2 В дополнение к [18.6.1.1](#) изделия должны быть подвергнуты испытаниям и проверкам, методики которых изложены в [разд. 12](#) настоящей части. Перечень испытаний представлен в [приложении 1](#). Обозначения проверок и испытаний соответствуют кодам, указанным в [табл. 12.6 разд. 12](#) настоящей части.

18.6.2 Испытания и проверки оборудования обеспечения кибербезопасности радио- и навигационного оборудования.

18.6.2.1 Испытания и проверки узла сети 450.

.1 должно быть проверено, что при нормальной работе изделия не могут быть установлены никакие подключения к внешним сетям и съемным носителям информации;

.2 должно быть проверено, что в изделии реализована функция системного журнала в соответствии с требованиями п. 4.3.3.2 стандарта МЭК 61162-450:2018;

.3 должно быть проверено, что в документации изготовителя указана максимальная выходная рабочая полоса пропускания;

.4 если изделием предусмотрено выполнение сетевых функций иных чем описанных в стандарте МЭК 61162-450:2018, должно быть проверено, что в документации изготовителя указаны параметры протокола их выполнения (например, IP адреса, номера портов).

18.6.2.2 Испытания и проверки узла сети 460.

18.6.2.2.1 Проверка управления сетевым трафиком.

.1 должно быть проверено, что согласно документации предприятия (изготовителя) изделие не создает трафик, несовместимый с МЭК 61162-450:2018;

.2 должно быть проверено, что в документации предприятия (изготовителя) указана максимальная скорость передачи для всех поддерживаемых служб, при этом из документации должно следовать, что весь трафик совместимый с МЭК 61162-450:2018 передается на своей максимальной скорости;

.3 необходимо проверить, что изделие отвечает своим эксплуатационным требованиям при потере вплоть до 0,1 % пакетов в течение периода времени 10 мин;

.4 должно быть проверено, что в документации предприятия (изготовителя) содержится описание работы изделия при превышении максимальной скорости входных данных;

.5 необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя) изделие отбрасывает все неподдерживаемые данные, поступающие на вход;

.6 если изделие поддерживает VLAN, то должно быть проверено, что в документации предприятия (изготовителя) указана максимальная скорость передачи для всех поддерживаемых VLAN служб. Предприятие (изготовитель) должно предоставить документальное подтверждение, что весь совместимый с МЭК 61162-450 трафик в каждой сети VLAN передается на своей максимальной скорости;

.7 если изделие поддерживает VLAN, то должно быть проверено, что согласно документации имеется поддержка протокола IEEE 802.1Q.

18.6.2.2.2 Общая проверка безопасности.

.1 должно быть проверено, что согласно документации в изделии не применяются функции беспроводной локальной сети или точки доступа;

.2 для изделий, поддерживающих VLAN, необходимо проверить, что не используется туннелирование.

18.6.2.2.3 Проверка отказа в обслуживании.

.1 должно быть проверено, что в документации предприятия (изготовителя) указана максимальная входная ширина полосы пропускания;

.2 необходимо проверить, что при подаче с симулятора трафика максимального (согласно документации) объема, изделие отвечает своим эксплуатационным требованиям;

.3 должна быть выполнена проверка по следующей методике: при помощи симулятора необходимо обеспечить подачу трафика объемом в 200 % от максимального (согласно документации) в течении не менее 10 мин, после этого уменьшить трафик до максимального (согласно документации). Необходимо проверить, что изделие работает так, как это заявлено в документации предприятия (изготовителя) как во время подачи повышенного трафика, так и после изменения;

.4 должно быть проверено, что в документации предприятия (изготовителя) указана максимальная выходная ширина полосы пропускания;

.5 необходимо проверить, что изделие не превышает заявленную максимальную выходную ширину полосы пропускания.

18.6.2.2.4 Проверка безопасности съемных носителей информации.

.1 необходимо проверить, что количество точек для подключения съемных носителей информации (USB-порты, приводы оптических дисков) сведено к абсолютному минимуму, необходимому для работы изделия и его обслуживания. Должно быть проверено, что легкий доступ к любым другим точкам подключения ограничен;

.2 должно быть проверено, что при подключении клавиатуры или мышки к USB-портам, предназначенным для подключения съемных носителей информации, изделие не распознает эти устройства и не выполняет их функции;

.3 должно быть проверено, что легкий доступ к USB-портам, предназначенным для иных целей, чем подключение съемных носителей информации, ограничен;

.4 в случае, если изделием предусмотрен ручной запуск любых файлов со съемного носителя информации, то должно быть проверено, что запуск возможен только для файлов, верифицированных цифровыми подписями или специальными ключами;

.5 в случае, если в соответствии с документацией на изделие, предусмотрено использование не запускаемых файлов, то должно быть проверено, что все не запускаемые файлы проверяются в соответствии с указаниями в документации изготовителя, перед использованием в изделии.

18.6.2.2.5 Проверка контроля доступа к настройке конфигурации.

.1 необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя), доступ для внесения изменений в конфигурацию изделия предоставляется только авторизованному пользователю;

.2 должно быть проверено, что авторизация пользователя, необходимая для изменения настроек изделия, базируется по крайней мере на восьмизначном пароле или RSA ключах;

.3 должно быть проверено, что пароли, не имеющие хотя бы три из четырех типов символов (строчные, заглавные, цифры, специальные символы) не могут быть использованы при изменении пароля;

.4 необходимо проверить, что в руководстве пользователя даны указания по использованию надежных паролей (если применимо).

18.6.2.2.6 Проверка прямого доступа к неконтролируемой сети.

Проверки этого пункта применяются в случае, если в изделии предусмотрена функция прямого соединения с оборудованием, подключенным к неконтролируемой сети.

.1 должно быть проверено, что заводские настройки по умолчанию запрещают прямые соединения с неконтролируемыми сетями;

.2 должно быть проверено, что установление VPN соединения через шлюз сети 460 является обязательным условием для активации прямого соединения, при этом только оператор узла сети 460 может активировать прямое соединение. Эта проверка выполняется для каждого сконфигурированного прямого обмена данными;

.3 для каждого прямого обмена данными должно быть проверено следующее:
имеется постоянная индикация при активном прямом соединении;
при активации прямого соединения создается предостережение;
предостережение заменяется предупреждением по истечении заданного периода времени (если предусмотрено);

предостережение и предупреждение сбрасываются при закрытии прямого соединения.

.4 необходимо проверить, что документации изготовителя указан алгоритм шифрования, используемый для VPN. Алгоритм шифрования может быть как асимметричным, так и симметричным. Асимметричный алгоритм шифрования должен иметь длину ключа не менее 2048 бит и уровень защиты не ниже RSA. Симметричный алгоритм шифрования иметь длину ключа не менее 256 бит и уровень защиты не ниже AES.

18.6.2.2.7 Резервирование.

Для изделий, отнесенных согласно документации предприятия (изготовителя) к критически важным, должно быть проверено наличие резервирования интерфейсов или устройств.

18.6.2.2.8 Проверка функции мониторинга.

Должно быть проверено, что информация мониторинга записывается системный журнал с периодичностью 30 мин, при этом информация об изменении конфигурации записывается в журнал не чаще одного раза в минуту.

18.6.2.3 Испытания и проверки коммутатора сети 460.

18.6.2.3.1 Проверка распределения ресурсов.

.1 должно быть проверено, что согласно документации предприятия (изготовителя), предусмотрено средство конфигурирования потоков, определяемых комбинацией из идентификатора интерфейса, MAC или IP адреса, номера протокола и номера порта;

.2 должно быть проверено, что согласно документации предприятия (изготовителя) предусмотрено средство распределения сетевого ресурса для всех зарегистрированных потоков;

.3 для проведения данной проверки необходимо обеспечить регистрацию всего входящего и исходящего трафика. При помощи симулятора необходимо создать как зарегистрированный, так и незарегистрированный трафик. Должно быть подтверждено, что изделием передается только входящий и исходящий трафик, а весь незарегистрированный трафик блокируется;

.4 необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя) предусмотрена возможность ограничения общего объема трафика посредством распределения ресурсов, для каждого из интерфейсов с узлом сети 450 и узлом сети 460;

.5 для проверки необходимо подключить к изделию при помощи симулятора два узла сети 460 и настроить их на передачу друг другу трафика максимального объема (согласно установкам). Должно быть проверено, что весь трафик проходит через изделие. После этого необходимо на 10 мин увеличить трафик на 50 % сверх установленного максимального значения и проверить что чрезмерный трафик заблокирован;

.6 если изделие поддерживает VLAN, то должно быть проверено, что согласно документации изготовителя имеются средства для настройки виртуальных сетей (VLAN) для каждого из интерфейсов;

.7 если изделие поддерживает VLAN, то должно быть проверено, что согласно документации имеется поддержка протокола IEEE 802.1Q;

.8 необходимо проверить, что согласно документации изготовителя имеются средства для фильтрации многоадресного трафика при помощи отслеживания IGMP;

.9 для проверки фильтрации многоадресного сетевого трафика необходимо при помощи симулятора подключить к изделию параллельно или последовательно коммутатор сети 460, маршрутизатор сети 460, узел сети 460 и узел сети 450. После этого в изделии задать многоадресную группу для фильтрации трафика при помощи отслеживания IGMP и проверить, что изделие отправляет запросы о членстве для этой многоадресной группы.

18.6.2.3.2 Проверка предотвращения петель.

.1 должно быть проверено, что согласно документации в изделии имеется механизм предотвращения петель;

.2 для изделий, поддерживающих протокол RSTP, должно быть проверено, что, что согласно документации предприятия (изготовителя) изделие поддерживает протокол RSTP версии IEEE 802.1D-2004;

.3 для проверки необходимо подключить в кольцевую топологию три коммутатора сети 460, к каждому из которых подсоединен хотя бы один узел сети 460, и начать одноадресную передачу. Необходимо проверить, что изделие не дублирует данные на других коммутаторах;

.4 для проверки необходимо подключить в кольцевую топологию три коммутатора сети 460, к каждому из которых подсоединен хотя бы один узел сети 460, и начать одноадресную передачу. После этого необходимо отсоединить любой кабель между соседними коммутаторами и проверить, что данные доступны для узлов сети 460 в течение 5 с. Повторить проверку, отключая поочередно каждый кабель между коммутаторами.

18.6.2.3.3 Проверка общей безопасности.

.1 необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя) изделие не использует функции беспроводной локальной сети или точки доступа;

.2 должно быть проверено, что при наличии VLAN не используется туннелирование.

18.6.2.3.4 Проверка отказа в обслуживании.

Необходимо проверить, что согласно документации, в изделии имеется механизм предотвращения DoS-атак по протоколам ICMP и IGMP.

18.6.2.3.5 Проверка контроля доступа к настройке конфигурации.

.1 необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя), доступ для внесения изменений в конфигурацию изделия предоставляется только авторизованному пользователю;

.2 должно быть проверено, что авторизация пользователя, необходимая для изменения настроек изделия, базируется по крайней мере на восьмизначном пароле или RSA ключах;

.3 должно быть проверено, что пароли, не имеющие хотя бы три из четырех типов символов (строчные, заглавные, цифры, специальные символы) не могут быть использованы при изменении пароля;

.4 необходимо проверить, что в руководстве пользователя даны указания по использованию надежных паролей (если применимо).

18.6.2.3.6 Проверка контроля доступа к сети.

.1 необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя), в изделии предусмотрены средства для разрешения и запрещения потока по IP адресу, номеру протокола и номеру порта для каждого физического порта;

.2 должно быть проверено, что для каждого физического порта имеется возможность разрешения или запрещения устройства по MAC адресу. Если изделие предназначено для установки в защищенной зоне, должно быть проверено, что эти средства конфигурируются для включения и отключения авторизации по MAC адресу.

18.6.2.3.7 Проверка дополнительных требований безопасности.

.1 должно быть проверено, что изделие продолжает нормальную работу с последней сохраненной конфигурацией при повторном включении питания после выключения (или сбоя) питания;

.2 должно быть проверено, что в изделии предусмотрены средства для возврата к предыдущей сохраненной конфигурации;

.3 необходимо проверить, что в документации содержаться указания по установке изделия в физически защищенном месте.

18.6.2.3.8 Проверка функции мониторинга.

.1 должно быть проверено, что изделие обеспечивает мониторинг следующей информации: информация об интерфейсе, список соседних MAC-адресов для каждого интерфейса, изменение соседних MAC-адресов;

.2 должно быть проверено, что изделие отправляет информацию о конфигурации сети в ответ на SNMP запрос от функции мониторинга сети. Необходимо проверить, что при изменении конфигурации (например изменение соседнего MAC-адреса) информация о событии передается по крайней мере либо системным журналом (безусловная отправка) либо посредством SNMP-ловушки (по запросу функции мониторинга сети). Также должно быть проверено, что информации о конфигурации передается системным журналом не чаще одного раза в минуту;

.3 должно быть проверено, что изделие отправляет информацию о загрузке входных и выходных интерфейсов в процентах (усредненную за 5 мин) в ответ на SNMP запрос от функции мониторинга сети. Необходимо проверить, что при существенном изменении загрузки (трафик превышает установленное в шкале от 0 % до 100 % ограничение) информация об этом событии передается системным журналом (безусловная отправка) либо посредством SNMP-ловушки (по запросу функции мониторинга сети). Также должно быть проверено, что информация передается через системный журнал не чаще одного раза в 3 с.

18.6.2.4 Испытания и проверки маршрутизатора сети 460.

18.6.2.4.1 Проверка разделения трафика.

.1 должно быть проверено, что согласно документации изготовителя, в изделии предусмотрены средства для передачи всех данных или части данных между сетью 460 и контролируемыми сетями (или другими сетями 460);

.2 должна быть проверена возможность ограничения максимального объема трафика между сетью 460 и контролируемыми сетями (или другими сетями 460). Проверка должна проводиться в соответствии с инструкцией предприятия (изготовителя);

.3 для изделий, поддерживающих VLAN, должно быть проверено, что согласно документации изготовителя, изделие обеспечивает возможность установления и

разрыва соединения между сетью 460 и контролируемыми сетями (или другими сетями 460) с VLAN;

.4 если изделие поддерживает VLAN, то должно быть проверено, что согласно документации имеется поддержка протокола IEEE 802.1Q;

.5 необходимо проверить, согласно документации предприятия (изготовителя) имеются средства для фильтрации многоадресного трафика при помощи отслеживания IGMP;

.6 для проверки фильтрации многоадресного сетевого трафика необходимо при помощи симулятора подключить к изделию параллельно или последовательно коммутатор сети 460, маршрутизатор сети 460, узел сети 460 и узел сети 450. После этого в изделии задать многоадресную группу для фильтрации трафика при помощи слежения IGMP и проверить, что изделие отправляет запросы о членстве для этой многоадресной группы.

18.6.2.4.2 Проверка распределения ресурсов.

.1 для проведения данной проверки необходимо обеспечить регистрацию всего входящего и исходящего трафика. При помощи симулятора необходимо создать как зарегистрированный, так и незарегистрированный трафик. Должно быть подтверждено, что изделием передается только входящий и исходящий трафик, а весь незарегистрированный трафик блокируется;

.2 необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя) предусмотрена возможность ограничения общего объема трафика, посредством распределения ресурсов, для каждого из интерфейсов с узлом сети 450 и узлом сети 460;

.3 для проверки необходимо подключить к изделию при помощи симулятора два узла сети 460 и настроить их на передачу друг другу трафика максимального объема (согласно установкам). Должно быть проверено, что весь трафик проходит через изделие. После этого необходимо на 10 мин увеличить трафик на 50 % сверх установленного максимального значения и проверить что чрезмерный трафик заблокирован;

.4 необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя), в изделии предусмотрены средства для разрешения и запрещения потока по IP адресу, номеру протокола и номеру порта для каждого физического порта.1 Должно быть проверено, что предусмотрены средства для распределения сетевого ресурса для всех зарегистрированных потоков;

.5 если изделие поддерживает VLAN, должно быть проверено, что предусмотрены средства для ограничения общего объема трафика до заданного значения для каждого подключения VLAN к контролируемым сетям и сетям 460 при помощи распределения ресурсов.

18.6.2.4.3 Проверка приоритизации трафика.

.1 необходимо выполнить проверку по следующей методике:

использованием симулятора создать трафик с тремя различными уровнями приоритета, включая самый низкий приоритет;

в изделии задать ограничение трафика, достаточное только для прохождения трафика наивысшего приоритета;

увеличить объем трафика с самым низким приоритетом вплоть до момента пока не произойдет потеря данных.

Проверка считается пройденной, если процент потери данных трафика наивысшего приоритета – самый низкий, а процент потери данных трафика с самым низким приоритетом – наивысший.

.2 для проверки необходимо для каждого порта создать на 30 с объем трафика, превышающий на 50 % физическую пропускную способность канала (или

установленную максимальную входную скорость передачи данных), после этого снизить объем трафика до значения, составляющего 50 % от физической пропускной способности канала (или установленной максимальной входной скорости передачи данных). Необходимо проверить, что происходило падение трафика нижнего приоритета до тех пор, пока объем поступающего трафика не был уменьшен до 50 % от физической пропускной способности канала (или установленной максимальной входной скорости передачи данных);

.3 в процессе проверки для каждого порта должно быть подтверждено, что трафик с наивысшим приоритетом передается без потерь до тех пор, пока объем трафика, переданного за последние 30 с, не превысит значение установленной максимальной входной скорости передачи данных для конкретного порта, после чего допускается падение трафика данных с наивысшим приоритетом;

.4 должно быть проверено, что отбрасывание трафика сообщается самостоятельно системным журналом, либо в качестве ответа на SNMP-ловушку.

18.6.2.4.4 Проверка общих требований безопасности.

.1 необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя) изделие не использует функции беспроводной локальной сети или точки доступа;

.2 должно быть проверено, что при наличии VLAN не используется туннелирование.

18.6.2.4.5 Проверка отказа в обслуживании.

Необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя), в изделии имеется механизм предотвращения DoS-атак по протоколам ICMP и IGMP.

18.6.2.4.6 Проверка контроля доступа к настройке конфигурации.

.1 необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя), доступ для внесения изменений в конфигурацию изделия предоставляется только авторизованному пользователю;

.2 должно быть проверено, что авторизация пользователя, необходимая для изменения настроек изделия, базируется по крайней мере на восьмизначном пароле или RSA ключах;

.3 должно быть проверено, что пароли, не имеющие хотя бы три из четырех типов символов (строчные, заглавные, цифры, специальные символы) не могут быть использованы при изменении пароля;

.4 необходимо проверить, что в руководстве пользователя даны указания по использованию надежных паролей (если применимо).

18.6.2.4.7 Проверка контроля доступа к сети.

.1 необходимо проверить, что согласно документации, в изделии предусмотрены средства для разрешения и запрещения потока по IP адресу, номеру протокола и номеру порта для каждого физического порта;

.2 должно быть проверено, что для каждого физического порта имеется возможность разрешения или запрещения устройства по MAC адресу. Если изделие предназначено для установки в защищенной зоне, должно быть проверено, что эти средства конфигурируются для включения и отключения авторизации по MAC адресу.

18.6.2.4.8 Проверка дополнительных требований безопасности.

.1 должно быть проверено, что изделие продолжает нормальную работу с последней сохраненной конфигурацией при повторном включении питания после выключения (или сбоя) питания;

.2 должно быть проверено, что в изделии предусмотрены средства для возврата к предыдущей сохраненной конфигурации;

.3 необходимо проверить, что в документации предприятия (изготовителя) содержатся указания по установке изделия в физически защищенном месте.

18.6.2.4.9 Проверка функции мониторинга.

.1 должно быть проверено, что изделие обеспечивает мониторинг следующей информации: информация об интерфейсе, список соседних MAC-адресов для каждого интерфейса, изменение соседних MAC адресов;

.2 должно быть проверено, что изделие отправляет информацию о конфигурации сети в ответ на SNMP запрос от функции мониторинга сети. Если изделие поддерживает VLAN, то необходимо также проверить, что информация о текущей конфигурации VLAN отправляется в ответ на SNMP запрос. Должно быть проверено, что при изменении конфигурации (например изменение соседнего MAC адреса) информация о событии передается по крайней мере либо системным журналом (безусловная отправка) либо посредством SNMP-ловушки (по запросу функции мониторинга сети). Также должно быть проверено, что информации о конфигурации передается системным журналом не чаще одного раза в минуту;

.3 должно быть проверено, что изделие отправляет информацию о загрузке входных и выходных интерфейсов в процентах (усредненную за 5 мин) в ответ на SNMP запрос от функции мониторинга сети. Необходимо проверить, что при существенном изменении загрузки (трафик превышает установленное в шкале от 0 % до 100 % ограничение) информация об этом событии передается системным журналом (безусловная отправка) либо посредством SNMP-ловушки (по запросу функции мониторинга сети). Также должно быть проверено, что информация передается через системный журнал не чаще одного раза в 3 с.

18.6.2.5 Испытания и проверки шлюза сети 460.

18.6.2.5.1 Проверка отказа в обслуживании.

Необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя), в изделии имеется механизм предотвращения DoS-атак по протоколам ICMP и IGMP.

18.6.2.5.2 Проверка контроля доступа к настройке конфигурации.

.1 необходимо проверить, что согласно документации предприятия (изготовителя), доступ для внесения изменений в конфигурацию изделия предоставляется только авторизованному пользователю;

.2 должно быть проверено, что авторизация пользователя, необходимая для изменения настроек изделия, базируется по крайней мере на восьмизначном пароле или RSA ключах;

.3 должно быть проверено, что пароли, не имеющие хотя бы три из четырех типов символов (строчные, заглавные, цифры, специальные символы) не могут быть использованы при изменении пароля;

.4 необходимо проверить, что в руководстве пользователя даны указания по использованию надежных паролей (если применимо).

18.6.2.5.3 Проверка безопасности связи.

.1 должно быть проверено, что согласно документации предприятия (изготовителя), прямое соединение между неконтролируемыми сетями и сетью 460 может разрешено только в шлюзе сети 460;

.2 необходимо при помощи симулятора установить VPN соединение, между сетью 460 и неконтролируемой сетью и проверить, что VPN действительно предоставляется через это соединение;

.3 необходимо проверить, что в документации предприятия (изготовителя) указан алгоритм шифрования, используемый для VPN. Алгоритм шифрования может быть как ассиметричным, так и симметричным:

ассиметричный алгоритм шифрования должен иметь длину ключа не менее 2048 бит и уровень защиты не ниже RSA;

симметричный алгоритм шифрования иметь длину ключа не менее 256 бит и уровень защиты не ниже AES;

.4 должно быть проверено, что согласно документации, доставка сертификатов базируется на цепочки доверия, или что обмен закрытыми ключами (сертификатами) осуществляется безопасным ручным способом, или с использованием комбинации ручного метода и сообщений.

18.6.2.5.4 Проверка межсетевого экрана.

.1 должно быть проверено, что в заводских настройках все прямые подключения к сетям 460 отключены;

.2 для проверки необходимо в соответствии с документацией предприятия (изготовителя) установить изделие между сетью 460 и неконтролируемой сетью. Затем при помощи сетевого сканера с функцией сканирования портов, просканировать весь диапазон адресов сети 460, демилитаризованной зоны и неконтролируемой сети. С помощью программного обеспечения для захвата пакетов, работающего в режиме «смешанный», необходимо проверить, что изделие не пропускает следующие категории пакетов, идущих в направлении от неконтролируемой сети в сеть 460 и в обратном направлении:

UDP и TCP сканирование портов в диапазоне 1 — 65535 для всего внутреннего диапазона адресов сети 460;

UDP и TCP сканирование портов в диапазоне 1 — 65535 для всего диапазона адресов демилитаризованной зоны (при ее наличии);

UDP и TCP сканирование портов в диапазоне 1 — 65535 для диапазона неконтролируемой сети.

.3 необходимо проверить, что изделие регистрирует трафик как внешнее/внутреннее правило брандмауэра, которое состоит из IP адреса отправителя, IP адреса получателя, протокола и номера порта;

.4 необходимо проверить, что изделием обеспечивается возможность предоставления списка всех прямых подключений за последние 12 мес;

.5 должно быть проверено, что изделие обеспечивает возможность предоставления списка активированных прямых подключений между сетями 460 и неконтролируемыми сетями. Список должен содержать следующую информацию: IP адрес отправителя, IP адрес получателя, время начала и окончания соединения, протокол и номер порта;

.6 необходимо проверить, что, разрешение на установления прямого подключения к узлу сети 460 из неконтролируемой сети, может быть дано только со стороны сети 460. Необходимо проверить, что согласно документации изготовителя это подключение не может быть активировано со стороны неконтролируемой сети. Также необходимо проверить, что имеются средства, обеспечивающие выполнение этой операции только после получения разрешения, например, от вахтенного офицера;

.7 должно быть проверено, что изделие автоматически завершает все прямые соединения по прошествии предустановленного времени, не превышающего 4 ч (если пользователь не продлевал сеанс);

.8 должно быть проверено, что изделие завершает все прямые соединения автоматически при простое соединения в течение предустановленного времени, не превышающего 10 мин;

.9 должно быть проверено, что выводится индикация и создается предостережение при установлении прямого соединения между сетью 460 и неконтролируемой сетью.

18.6.2.5.5 Проверка сервера приложений.

.1 должно быть проверено, что согласно документации изготовителя на сервере приложений имеются средства для аутентификации клиентов, подключенных через неконтролируемые сети (например, с использованием пароля);

.2 должно быть проверено, что пересылка или маршрутизация третьего уровня исключена (т.е. маршрутизация пакетов запрещена);

.3 необходимо проверить соответствие изделия требованиям [18.6.2.2](#);

.4 необходимо проверить, что в документации предприятия (изготовителя) содержится описание средств защиты от вредоносных программ для соответствующей компьютеризированной платформы.

18.6.2.5.6 Проверка совместного доступа к файловому хранилищу в демилитаризованной зоне.

.1 должно быть проверено, что файл может быть загружен и выгружен между демилитаризованной зоной и неконтролируемыми сетями (если предусмотрено);

.2 должно быть проверено, что файл может быть загружен и выгружен между демилитаризованной зоной и сетями 460 (если предусмотрено);

.3 если в пределах демилитаризованной зоной предоставляется доступ к файловому хранилищу, то необходимо проверить, что согласно документации изготовителя, обеспечивается поддержка протокола, такого как SMB или SFTP;

.4 должно быть проверено, что согласно документации, доступ изделия к файловому хранилищу и соответствующий трафик демилитаризованной зоны соответствует требованиям к другой функции сети и функции сети как указано в МЭК 61162-450 (если применимо).

18.6.2.5.7 Проверка дополнительных требований безопасности.

.1 должно быть проверено, что изделие продолжает нормальную работу с последней сохраненной конфигурацией при повторном включении питания после выключения (или сбоя) питания;

.2 должно быть проверено, что в изделии предусмотрены средства для возврата к предыдущей сохраненной конфигурации;

.3 необходимо проверить, что в документации содержатся указания по установке изделия в физически защищенном месте.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**СОСТАВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ПОДЛЕЖАЩЕЙ
ПРЕДСТАВЛЕНИЮ В РС, И ОБЪЕМ ПРОВОДИМЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Таблица 1

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	При оформлении СТО	
		перечень документации	перечень испытаний
15140000	Кибербезопасность		
15141000	Оборудование обеспечения кибербезопасности судовых систем управления и автоматизации	D1, D2, T1, T2, I1 [МЭК 62443-4-1:2018, МЭК 62443-4-2:2019], I2 ¹	12.6.1 — 12.6.16
05410000	Оборудование обеспечения кибербезопасности радио- и навигационного оборудования		
05411000	Узел сети 450	D1, D2, T1, T2, I1 [МЭК 61162-450:2018]	МЭК 60945:2002, 18.6.2.1
05412000	Узел сети 460	D1, D2, T1, T2, I1 [МЭК 61162-450:2018]	МЭК 60945:2002, 18.6.2.2
05413000	Коммутатор сети 460	D1, D2, T1, T2, I1 [МЭК 61162-450:2018]	МЭК 60945:2002, 18.6.2.3
05414000	Маршрутизатор сети 460	D1, D2, T1, T2, I1 [МЭК 61162-450:2018]	МЭК 60945:2002, 18.6.2.4
05415000	Шлюз сети 460	D1, D2, T1, T2, I1 [МЭК 61162-450:2018]	МЭК 60945:2002, 18.6.2.5
¹ для оборудования, устанавливаемого во взрывоопасной зоне.			

Российский морской регистр судоходства

**Правила технического наблюдения за постройкой судов
и изготовлением материалов и изделий для судов
Часть IV**

Техническое наблюдение за изготовлением изделий

ФАУ «Российский морской регистр судоходства»
191186, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная, 8
www.rs-class.org/ru/