

Версия: 01.11.2022

РУКОВОДСТВО

ПО СУДОВЫМ УСТАНОВКАМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИМ ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ЭНЕРГИЮ ВЕТРА

НД № 2-030101-050



Санкт-Петербург
2022

Руководство по судовым установкам, использующим для движения энергию ветра

Руководство по судовым установкам, использующим для движения энергию ветра Российского морского регистра судоходства утверждено в соответствии с действующим положением и вступает в силу 1 ноября 2022 года.

Руководство издается в электронном виде на русском и английском языках.

ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ¹

(изменения сугубо редакционного характера в Перечень не включаются)

Для данной версии нет изменений для включения в Перечень.

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

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 ВЕДЕНИЕ

1.1.1 Руководство по судовым установкам, использующим для движения энергию ветра (далее — настоящее Руководство) содержит требования для классификации судна, имеющего ветродвигательную систему (WAPS) и сертификации WAPS для возможности установки ее на борту судна.

1.1.2 Судам, оборудованным WAPS, отвечающей требованиям настоящего Руководства, в символ класса может быть добавлен дополнительный знак **WAPS** (Wind assisted propulsion system).

1.2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем Руководстве приняты следующие определения и сокращения.

Аэродинамическое крыло — поворотное крыло с внутренней системой вентиляции, использующее эффект пониженного давления пограничного слоя.

Вымпельный ветер — ветер, который представляет собой комбинацию истинного ветра и ветра, вызванного движением судна.

Комплекс приводов — механические и электрические установки, предназначенные для обеспечения эксплуатации, управления и контроля вспомогательной ветродвигательной системы.

Ответственные устройства — устройства, нормальная работа которых обеспечивает безопасность плавания судна, безопасность находящихся на судне людей и сохранность груза.

Отдельно стоящая мачта — мачта, не поддерживаемая вантами и штагами. Отдельно стоящая мачта может быть закрепленной или поворотной.

Отдельно стоящая поворотная мачта — отдельно стоящая мачта с жестко закрепленным гиком, простирающимся в нос и в корму от мачты, поддерживающий поднятые паруса. Угол установки паруса относительно ветра изменяется путем поворота мачты.

Парус-крыло — крыло жестко закрепленное на поворотной мачте с жестко закрепленным на ней гиком. Угол установки крыла относительно ветра изменяется путем поворота мачты.

Ползучесть материала — медленная непрерывная пластическая деформация твердого тела под воздействием постоянной нагрузки или механического напряжения.

Ротор Флеттнера (Роторный парус) — тип WAPS, которая обычно имеет вращающийся цилиндр / ротор для создания тяги от силы ветра за счет эффекта Магнуса.

Системы привода — механизмы, которые приводят в движение рабочие элементы WAPS.

Современное парусное вооружение — парусное вооружение с одной или несколькими мачтами, оснащенными краспицами или без них и поддерживаемыми поперечными вантами, а также форштагами и ахтерштагами с гротом и передними парусами.

Современное прямое парусное вооружение — парусное вооружение с отдельно стоящей поворотной мачтой с жестко прикрепленными реями. Паруса закручиваются в мачту, угол их установки относительно ветра изменяется путем поворота мачты.

Традиционное парусное вооружение — парусное вооружение с несколькими мачтами, поддерживаемыми поперечными и продольными вантами, с передними парусами и реями, на которых устанавливаются прямые паруса.

Эффект Магнуса — наблюдаемое явление, при котором подъемная сила создается на вращающемся цилиндрическом или сферическом объекте в потоке воздуха.

МППСС-72 — Конвенция о Международных правилах предупреждения столкновения судов в море, 1972 г.

WAPS (wind assisted propulsion system) — ветродвигательная система.

1.3 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

1.3.1 Требования настоящего Руководства распространяются на WAPS и суда, на которых размещаются эти энергетические системы. Предметом данного Руководства являются роторные паруса и паруса-крылья при условии, что WAPS не заменяют главную двигательную установку, а используются в качестве дополнения к ней при соответствующих погодных условиях.

1.3.2 Условия окружающей среды

Внутренние и внешние части WAPS должны быть спроектированы так, чтобы находиться в рабочем состоянии при следующих значениях температуры и влажности:

1.3.2.1 для внутренних помещений:

- .1 температура воздуха: от 0 °C до +45 °C
- .2 относительная влажность воздуха: 80 %

1.3.2.2 для открытой палубы:

- .1 температура воздуха для:
WAPS в режиме эксплуатации: от –10 °C до +45 °C
WAPS в режиме отстоя: от –25 °C до +45 °C
 - .2 относительная влажность воздуха: 80 %
- 1.3.2.3** Должно быть учтено влияние соляных брызг.

1.4 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

В дополнение к технической документации, указанной в разд. 3 части I «Классификация» Правил классификации и постройки морских судов (далее — Правила РС), Регистру должны быть представлены следующие технические данные и документы, подтверждающие выполнение настоящего Руководства. Условные обозначения, принятые в настоящей главе:

О — одобряется;

С — согласовывается;

ДИ — для информации.

1.4.1 Общая часть:

- .1 технические характеристики WAPS (ДИ);
- .2 устройство WAPS (ДИ);
- .3 общий вид WAPS (ДИ);
- .4 инструкции по эксплуатации (С);
- .5 программа швартовых испытаний (О);
- .6 программа ходовых испытаний (О);
- .7 для судов, к которым применяются требования по конструктивному коэффициенту энергоэффективности (EEDI) / коэффициенту энергоэффективности для существующих судов (EEXI) — документация и результаты испытаний,

подтверждающие соответствие Руководству по использованию инновационных энергоэффективных технологий при расчете и освидетельствовании EEDI и EEXI Международной морской организации (ИМО) 2021 года (циркуляр ИМО МЕРС.1/Circ.896), в зависимости от того, что применимо (С);

.8 анализ характера отказов и их последствий элементов системы управления парусом (С).

1.4.2 Документация по корпусу:

- .1 конструктивные чертежи фундаментов WAPS (О);
- .2 спецификация на материалы для фундаментов WAPS (С);
- .3 схема контроля сварных швов и таблицу сварки фундаментов WAPS (О);
- .4 нагрузки для нормальных условий эксплуатации и условий выживаемости, использованные при проектировании фундаментов установки (ДИ).

Примечание. Расчет нагрузок на фундамент WAPS выполняет изготовитель установки с учетом условий эксплуатации;

.5 чертежи конструкции фундаментов установки и расчеты размеров с учетом максимальных реакций и опрокидывающих моментов, установленных в отчете по анализу нагрузки, включая детали усиления палубы, спецификации материалов и детали соединений, как часть чертежей конструкции судна, если применимо (О);

- .6 конструктивные чертежи WAPS (О);
- .7 спецификации материалов для всех элементов конструкции WAPS (С);
- .8 схема контроля сварных швов и таблица сварки WAPS (О);
- .9 отчет по анализу нагрузок на конструкцию WAPS и нагрузки, используемые для расчета конструкции опорных элементов конструкции WAPS (ДИ).

Примечание. Расчет нагрузок на WAPS выполняет изготовитель установки с учетом условий эксплуатации;

.10 чертежи поворотного кольца, а также расчеты статической прочности и детали, если применимо (О).

1.4.3 Документация по устройствам:

- .1 технические характеристики якорного и швартовного устройств (С);
- .2 чертежи конструкции стоячего такелажа с указанием материалов и соединения между различными элементами стоячего такелажа (О);
- .3 чертежи конструкции бегучего такелажа с указанием материалов и механических характеристик различных элементов бегучего такелажа, положения лебедок, уток и муфт, положения обухов, проушин, расположение парусных шкотов и фалов с указанием изменения углов в районе блоков, детали палубного соединения неподвижных элементов (О);
- .4 значения предварительного натяжения бандажей и растяжек, где это применимо, с указанием процесса контроля предварительного натяжения при строительстве и эксплуатации (С);
- .5 характеристики фала и шкотов и устройства для закручивания парусов (С);
- .6 характеристики цепных пластин, проушин и т.п., воспринимающих нагрузки от стоячего такелажа (О);
- .7 характеристики лебедок, муфт, ленточных направляющих, опор шкивов и т.п., воспринимающих нагрузки от бегущего такелажа (С);
- .8 на каждый элемент бегучего такелажа в Регистр для сведения должны быть представлены следующие документы:
технические характеристики;

документы изготовителя о результатах проведенных испытаний оборудования и сертификат на продукцию;

чертежи стрел, систем поворота мачты, систем ориентации крыльев и т.п., если применимо.

1.4.4 Документация по остойчивости и делению на отсеки:

.1 предварительный расчет остойчивости с учетом влияния WAPS (С);

.2 предварительный расчет аварийной остойчивости с учетом влияния WAPS (С).

1.4.5 Документация по механизмам:

.1 схемы и расчет для приводных механизмов (С);

.2 размеры, материалы, детали сварки, если применимо, всех передающих крутящий момент компонентов (таких как валы, шестерни, муфты, соединительные болты и т.д.) и всех несущих компонентов (таких как подшипники вала, подъемник троса, шкивы, барабаны и др.) ветродвигательной системы (О).

1.4.6 Документация по системам и трубопроводам:

.1 схема гидравлической или пневматической системы трубопроводов с указанием расчетного давления системы, расположения и настройки предохранительных клапанов, материалов труб, арматуры и типов трубных соединений, если применимо (О).

1.4.7 Документация по электрооборудованию и автоматизации:

.1 чертеж общего расположения комплекса приводов (О);

.2 спецификация компонентов комплекса приводов (С);

.3 пояснительная записка по интеграции электрического оборудования комплекса приводов в судовую электроэнергетическую систему (С);

.4 результаты расчета необходимой мощности судовой электростанции для обеспечения режимов работы, связанных с использованием ветродвигательной системы. (входит в перечень обязательной документации ПДСП) (С);

.5 результаты расчета токов короткого замыкания и анализ селективных свойств защитных устройств для установок с номинальным током генераторов или параллельно работающих генераторов выше 1000 А с учетом потребителей WAPS (входит в перечень обязательной документации ПДСП) (С);

.6 схемы электрических соединений WAPS с указанием типов кабелей и мест установки устройств и элементов систем (О);

.7 техническая документация по системам управления, индикации и сигнализации, а также по системе защиты (включая расположение датчиков, перечень предупредительных сигналов, описания принципов резервирования и описания интерфейса оператора) (С);

.8 перечень контролируемых параметров WAPS с указанием уникального идентификатора, описания параметра, типа сигнала. (входит в перечень обязательной документации ПДСП) (С);

.9 функциональные схемы системы управления, индикации и сигнализации (О);

.10 функциональные схемы системы защиты (О).

1.4.8 Документация по навигационному оборудованию:

.1 чертежи зон видимости в соответствии с требованиями 2.2.4.3 и 2.3.3.3 части I «Спасательные средства» Правил по оборудованию морских судов (О). Чертежи должны быть выполнены при всех условиях эксплуатации WAPS;

.2 расчетная диаграмма кругового обзора радиолокационных станций с указанием теневых секторов при всех условиях эксплуатации WAPS (О).

2 КОРПУС, МАТЕРИАЛЫ И СВАРКА

2.1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1.1 Все конструкции, регламентируемые настоящим разделом, подлежат освидетельствованию Регистра. С этой целью должен быть обеспечен доступ для их освидетельствования.

2.1.2 Конструкции, регламентируемые настоящим разделом, должны соответствовать одобренной технической документации, указанной в 1.4.2.

2.1.3 Проектант несет ответственность за представление нагрузок, используемых для расчета всех конструктивных элементов WAPS. Конструкция WAPS должна быть спроектирована так, чтобы выдерживать все условия эксплуатации и выживания судна.

2.2 РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

2.2.1 Ветровые нагрузки.

2.2.1.1 Ветровые нагрузки должны быть учтены для WAPS в рабочем и нерабочем состоянии, а также в экстремальных погодных условиях.

2.2.1.2 Нагрузки на WAPS, отнесенные к категории обычных эксплуатационных нагрузок, должны определяться по скорости ветра, включая усиление порывов для случаев, когда WAPS находится в эксплуатации. Максимальная расчетная скорость ветра для регулярной эксплуатации определяется проектировщиком.

2.2.1.3 Ветровая нагрузка, действующая на WAPS, рассчитывается по скорости вымпельного ветра с учетом воздействия порывов при увеличении истинной скорости ветра не менее чем на 25 %.

2.2.1.4 Должны быть предоставлены технические данные о соответствующих коэффициентах подъемной силы и сопротивления и о том, как они используются для преобразования воздушного потока в нагрузки на конструкцию, полученные на основании применимых методов, таких как испытание модели в аэродинамической трубе, численных расчетов или полномасштабных испытаний.

2.2.1.5 Бортовой ветровой анемометр и флюгер, измеряющие скорость и направление вымпельного ветра, должны быть расположены в месте, где поток воздуха невозмущен, насколько это возможно, и где он репрезентативен для самого высокого элемента паруса.

2.2.2 Нагрузка от льда.

В случае, если в соответствии с 2.4 части IV «Остойчивость» Правил РС требуется проверка остойчивости судна при обледенении. Масса льда на WAPS должна быть рассчитана с учетом следующего:

- .1 толщину обледенения поверхностей WAPS следует принимать равной 30 мм;
- .2 плотность льда следует принимать равной 700 кг/м³;
- .3 для учета влияния обледенения при расчете ветровой нагрузки площадь парусности должна быть увеличена на 10 % по сравнению с площадью парусности без обледенения в соответствии с 1.4.6.1 части IV «Остойчивость» Правил РС.

2.2.3 Инерционные нагрузки.

Должны быть учтены нагрузки, возникающие от динамических воздействий на WAPS, возникающие при движениях судна в плавании. Соответствующие значения ускорения должны быть определены для конкретного судна.

2.3 ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ ПАЛУБЫ СУДНА

2.3.1 Конструкция палубы под фундаментом WAPS должна соответствовать требованиям 2.6 части II «Корпус» Правил РС, при этом нагрузки на палубные конструкции, определяются с учетом применимых требований 6.2 Правил по грузоподъемным устройствам морских судов, с учетом нагрузок на фундамент WAPS, полученных при расчете, выполненном производителем такой установки.

2.4 ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТА WAPS

2.4.1 Конструкция и размер фундамента WAPS должны соответствовать требованиям 2.11 части II «Корпус» Правил РС.

2.5 МАТЕРИАЛЫ И СВАРКА

2.5.1 Свойства материалов, используемых в элементах фундаментной конструкции, должны отвечать требованиям части XIII «Материалы» Правил РС.

2.5.2 На сварку фундаментов WAPS, в том числе, на выбор сварочных материалов распространяются требования части XIV «Сварка» Правил РС.

2.5.3 Сварные соединения фундаментов WAPS должны быть подвергнуты визуальному и измерительному контролю по всей длине. В случае сомнений в результате визуального и измерительного контроля может дополнительно применяться капиллярный контроль участков сварных соединений.

2.5.4 Все сварные соединения фундаментов WAPS, выполненных с полным проваром, должны быть проконтролированы радиографическим контролем или ультразвуковым контролем (для толщин основного металла от 8 мм и выше), или их усовершенствованными методами по всей длине.

3 УСТРОЙСТВА

3.1 РУЛЕВОЕ УСТРОЙСТВО

3.1.1 Рулевое устройство должно отвечать требованиям части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил РС. Конструкция рулевого устройства должна учитывать противодействие влиянию WAPS в пределах рабочего диапазона WAPS.

3.2 ЯКОРНОЕ И ШВАРТОВНОЕ УСТРОЙСТВА

3.2.1 Якорное и швартовное устройства должны отвечать требованиям части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил РС с учетом следующего.

3.2.1.1 Основание в районе брашпиля должно быть рассчитано на повышенную нагрузку, учитывающую установку WAPS.

3.2.1.2 Дополнительную боковую проекцию и вес, связанные с установкой WAPS, следует учитывать при определении характеристики снабжения для якорного и швартовного оборудования.

3.2.2 В случае переоборудования существующих судов необходимо руководствоваться следующим.

3.2.2.1 Если характеристика снабжения смещается на одну строку вниз в табл. 3.1.3-1 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил РС, никаких изменений не требуется.

3.2.2.2 Если характеристика снабжения смещается на две строки вниз в табл. 3.1.3-1 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил РС, существующее оборудование может быть принято при условии установки дополнительной смычки цепи существующего калибра и категории. Эта дополнительная цепь должна соответствовать требованиям к длине для новой характеристики снабжения, а масса дополнительной цепи должна компенсировать увеличение массы якорей, требуемое новой характеристикой снабжения.

3.2.2.3 Если характеристика снабжения смещается более чем на две строки вниз в табл. 3.1.3-1 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил РС, требуется новое якорное устройство. Должно быть подтверждено, что существующая якорная лебедка может быть использована для работы с новой цепью с заданными параметрами (масса, длина, калибр). В противном случае требуется новая якорная лебедка.

3.3 ЭЛЕМЕНТЫ ТАКЕЛАЖА

3.3.1 Бегучий такелаж.

3.3.1.1 Область распространения.

Требования настоящей главы распространяются на проверку бегучего такелажа в объеме, необходимом для назначения дополнительного знака символа класса **WAPS**.

Компоненты и составные части бегущего такелажа определены в [табл. 3.3.1.1](#) в соответствии с типом рассматриваемой WAPS.

Таблица 3.3.1.1

Ветродвигательная установка	Стоячий такелаж	Бегучий такелаж ¹
Современное парусное вооружение	Мачты, ванты, носовые и кормовые штаги, бегучие бакштаги, талрепы, краспицы	Гики, парусные шкоты и фалы, лебедки, муфты, шкивы
Традиционное парусное вооружение	Мачты, ванты, носовые и кормовые штаги, бегучие бакштаги, тросовые талрепы	Реи, парусные шкоты, лебедки, стопоры, муфты, шкивы
Отдельно стоящая мачта	Мачта	Гики, парусные шкоты и фалы, лебедки, муфты, шкивы
Отдельно стоящая поворотная мачта	Мачта и жестко закрепленный гик, носовые и кормовые штаги, бегучие бакштаги	Парусные шкоты, лебедки, стопора, шкивы, система поворота мачты ²
Современное прямое парусное вооружение	Мачта и реи, реевые ванты	Система поворота мачты ²
Парус-крыло	Мачта и интегрированная длинная гика	Фалы паруса-крыла, система поворота мачты ² , система поворота закрылков, телескопическая система
Роторный парус	Вращающийся цилиндр	Система вращения цилиндра ²
Аэродинамическое крыло	Мачта-крыло	Система подсоса воздуха, системы поворота закрылков, система поворота корпуса крыла ²

¹ Элементы, влияющие на целостность и безопасность WAPS, должны проверяться для присвоения дополнительного знака **WAPS** в символе класса.

² Когда опорно-поворотный круг входит в состав системы автоматического расцепления (разобщения), во избежание чрезмерной ветровой нагрузки на ветровую двигательную установку, учитываемую при расчетах стоячего такелажа, для присвоения дополнительного знака **WAPS** в символе класса должны проверяться размеры опорно-поворотного устройства

3.3.1.2 Нормы расчета.

3.3.1.2.1 Силы, приложенные к элементам бегучего такелажа, определенные с учетом возможных конфигураций WAPS, в зависимости от углов атаки ветра, должны быть представлены изготовителем.

Максимальные статические силы, рассматриваемые в настоящей главе, должны быть рассчитаны с учетом коэффициента безопасности η для расчетных условий нагружения.

3.3.1.2.2 Нагрузка на шкивы.

Нагрузка на шкив-блок должна быть определена исходя из векторной суммы сил, действующих на канат, с учетом угла, на который блок поворачивает канат.

Максимальная нагрузка на шкив определяется при угле 180° , и принимается равной удвоенной силе натяжения каната.

3.3.1.3 Пробные нагрузки для элементов бегучего такелажа.

.1 для парусных полотнищ и фалов, соединительных элементов, шкивов: разрывная нагрузка элемента или SWL должна быть принята не менее максимальной нагрузки в элементе согласно [3.3.1.2](#);

.2 для лебедки — значение тормозного усилия лебедки;

.3 для стрелы и механических элементов систем поворота мачты — нагрузки, выведенные из методики расчета согласно [3.3.1.2](#).

Примечание. Длинный гик, интегрированный в мачту, для отдельно стоящих систем вращающегося такелажа и крылатых парусов должен рассматриваться как стоячий такелаж.

Проверка элементов, определенных в [3.3.1.3.1](#), должна удовлетворять следующим критериям:

$$MBF \geq \eta F,$$

где MBF — минимальное усилие разрушения рассматриваемого элемента в кН, согласно [3.3.1.3](#);

F — безопасная рабочая нагрузка оборудования, которую следует принимать равной, по крайней мере, максимальному статическому натяжению в кН, полученному из модельного расчета согласно [3.3.1.2](#);

η — коэффициент безопасности, принимаемый не менее:

3,1 для элементов, чувствительных к ползучести;

2,1 для элементов, не чувствительных к ползучести;

.4 для канатов из волокон, отличных от полиэстера и ВМПЭ (высокомодульного полиэтилена), минимальные значения коэффициентов безопасности должны быть увеличены в самом канате (т.е. без учета других частей каната) на 10 %;

.5 проверка элементов, определенных в [3.3.1.3.2](#).

Минимальная расчетная нагрузка, применяемая к опорным конструкциям корпуса для лебедки и аналогичного оборудования, определяется в зависимости от значения тормозного усилия в условиях эксплуатации.

Минимальное значение тормозного усилия лебедки должна быть не ниже значений, указанных в [табл. 3.3.1.3.3.5](#).

Таблица 3.3.1.3.3.5

Минимальное разрывное усилие

P , кН ¹	Минимальное разрывное усилие, кН ²
$P < 200$	$1,50 P$
$200 \leq P \leq 500$	$1,20 P + 60$
$P > 500$	$1,32 P$

¹ Натяжение троса, кН.
² Минимальное номинальное удерживающее усилие, кН, статической тормозной системы на намотанном слое, для которого указан P .

3.3.1.4 Проверка на основе расчетного метода.

3.3.1.4.1 Проверка размеров элементов бегучего такелажа, рассматриваемых на основе нагрузок, полученных расчетным методом, должна осуществляться прямым расчетом по критериям размеров, определенным в [3.3.1.3](#), при коэффициенте безопасности γ , принятого равным:

2,1 для элементов, чувствительных к ползучести

1,3 для элемента, не чувствительного к ползучести.

Для элементов, изготовленных из композиционных материалов, основные напряжения и приведенные напряжения должны быть увеличены на 10 %.

3.3.1.4.2 Опорно-поворотное кольцо.

3.3.1.4.2.1 Регистру должно быть представлено свидетельство изготовителя колец, устанавливающее предельно допустимые значения опрокидывающего момента и вертикальной силы в рабочих условиях.

Эти значения должны быть не ниже значений, рассчитанных в соответствии с методикой расчета, определенной в [3.3.1.2](#), увеличенной на 10 %.

3.3.1.4.2.2 Соединения опорно-поворотного устройства с мачтой и корпусной крепью должны быть задокументированы с указанием значений предварительного напряжения болтов и местной арматуры в составных частях.

3.3.1.4.2.3 Когда опорно-поворотный круг входит в комплект системы автоматического расцепления во избежание ветровой перегрузки ветровой двигательной установки, рассматриваемой для размера стоячего такелажа, размер опорно-поворотного устройства должен быть проверен в объеме, необходимым для назначения дополнительного знака в символе класса **WAPS**.

3.3.1.5 Проверка компонентов сопряжения между элементами бегучего такелажа и мачтой или корпусом судна.

Компоненты сопряжения между элементами бегучего такелажа и мачтой или корпусом судна должны соответствовать требованиям [3.3.1.3](#).

3.3.2 Стоячий такелаж.

Требования к элементам стоячего такелажа должны соответствовать 6.2 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил РС.

3.4 СИГНАЛЬНЫЕ МАЧТЫ

3.4.1 Парусное вооружение не должно препятствовать выполнению требований МППСС-72 и/или части III «Сигнальные средства» Правил по оборудованию морских судов.

4 ОСТОЙЧИВОСТЬ

4.1 ОСТОЙЧИВОСТЬ НЕПОВРЕЖДЕННОГО СУДНА

4.1.1 При проверке требований части IV «Остойчивость» Правил РС должна быть учтена парусность WAPS и обледенение.

4.1.2 Кренящее плечо l_{w1} , м, указанное в 2.1.2.1 части IV «Остойчивость» Правил РС, следует рассчитывать по формуле

$$l_{w1} = C \cdot \frac{z_w}{z_v} \cdot \frac{0,82 p_v A_v z_v}{1000 g \Delta}, \quad (4.1.2)$$

где C — аэродинамический коэффициент боковой силы, определяемый на основании модельных испытаний или расчетом по методике, согласованной с РС;

z_w — плечо ветрового кренящего момента, определяемое на основании модельных испытаний или расчетом по методике, согласованной с РС;

z_v — плечо парусности, м, определяемое согласно 1.4.6.3 части IV «Остойчивость» Правил РС.

В любом случае, произведение $C_D \cdot \frac{z_w}{z_v}$ не должно приниматься меньше, чем 1,22;

p_v — давление ветра, Па, определяемое по табл. 2.1.4.1 части IV «Остойчивость» Правил РС;

A_v — площадь парусности, м², определяемая согласно 1.4.6 части IV «Остойчивость» Правил РС;

Δ — водоизмещение судна, т;

g — ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с².

4.1.3 Информация об остойчивости должна содержать информацию о влиянии на остойчивость судна WAPS. В том числе, должны быть перечислены и пояснены следующие эксплуатационные ограничения:

.1 допустимые погодные условия для использования WAPS;

.2 ограничения по посадке судна;

.3 допустимая аппликата центра тяжести/метацентрическая высота.

4.1.4 Модельные испытания для определения характеристик аэродинамической силы, указанных в [4.1.2](#), должны быть проведены в соответствии с приложением 1 к циркуляру ИМО МЕРС.1/Circ.896 или по другой методике согласованной с РС.

4.2 АВАРИЙНАЯ ОСТОЙЧИВОСТЬ

4.2.1 При проверке требований части V «Деление на отсеки» Правил РС должна быть учтена парусность WAPS.

4.2.2 При расчете фактора s_i , указанного в 2.5 части V «Деление на отсеки» Правил РС, максимально возможный кренящий момент от ветра $M_{ветр}$, тм, следует рассчитывать по формуле

$$M_{ветр} = C \cdot \frac{z_w}{Z} \cdot \frac{0,82 P A Z}{9806}, \quad (4.2.2)$$

где C — аэродинамический коэффициент боковой силы, определяемый на основании модельных испытаний или расчетом по методике, согласованной с РС;

z_w — плечо ветрового кренящего момента, определяемое на основании модельных испытаний или расчетом по методике, согласованной с РС;

Z — расстояние от центра боковой поверхности судна выше ватерлинии до середины осадки (d_s , d_p или d);

В любом случае, произведение $C_D \cdot \frac{z_w}{z_v}$ не должно приниматься меньше, чем 1,22.

P — давление ветра, принимаемое равным 120 Н/м²;

A — проекция боковой поверхности судна выше ватерлинии.

4.2.3 Информация об аварийной остойчивости должны содержать указания по снижению влияния WAPS на остойчивость судна в случае повреждения.

5 ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

5.1 На конструкцию, материалы и оборудование WAPS распространяются применимые требования части VI «Противопожарная защита» Правил РС.

6 СИСТЕМЫ И ТРУБОПРОВОДЫ

6.1 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

6.1.1 Требования настоящего раздела распространяются на гидравлические и пневматические системы, применяемые для работы WAPS.

6.2 ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

6.2.1 Гидравлические системы и установки должны соответствовать применимым требованиям разд. 7 части IX «Механизмы» и разд. 1 — 5 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил РС.

6.2.2 Гидравлические системы WAPS не должны соединяться с другими гидравлическими системами.

6.2.3 Трубопроводы, обслуживающие гидравлические механизмы привода WAPS, должны обслуживаться двумя независимыми насосными агрегатами, каждый из которых должен обеспечивать работу механизма с номинальным тяговым усилием и номинальной скоростью перемещения. Исключение может быть сделано для WAPS, положение которых, контролируемое системой гидравлики, не влияет на остойчивость судна и учтено в информации по остойчивости.

6.2.4 Должна быть предусмотрена аварийно-предупредительная сигнализация о низком уровне гидравлической жидкости в обслуживающих систему резервуарах и о низком давлении в гидравлических аккумуляторах. Указанные системы аварийно-предупредительной сигнализации должны быть звуковыми и визуальными и расположены в посту управления на ходовом мостике.

6.2.5 Внутренние полости гидравлических резервуаров должны быть доступны для осмотра и очистки.

6.2.6 В гидравлических системах должны быть предусмотрены фильтры необходимой пропускной способности и чистоты фильтрации рабочей жидкости. Должна быть предусмотрена возможность очистки фильтров без прекращения функционирования системы.

6.2.7 Если ограничение конечного положения гидроцилиндра или гидродвигателя осуществляется электрическим конечным выключателем и в случае перемещения за конечное положение может возникнуть опасность для персонала или поломка оборудования, то для ограничения хода должны быть установлены дополнительные механические упоры.

6.3 ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

6.3.1 Конструкция пневматической системы должна обеспечивать ее функционирование аналогичное гидравлической системы.

6.3.2 Должно быть продемонстрировано, что уровень надежности и безопасности системы не ниже того, который может быть достигнут для гидравлического оборудования.

6.3.3 Должны быть предусмотрены меры по удалению из применяемого в системе сжатого воздуха или нейтрального газа твердых и жидких веществ для чего должны быть предусмотрены фильтры, сепараторы или осушители. Степень фильтрации должна предотвращать появление конденсата в системе и предотвращать его замерзание. В случае возможности возникновения опасной ситуации вследствие

загрязнения фильтра должна быть предусмотрена сигнализация о недопустимой степени загрязнения.

7 МЕХАНИЗМЫ

7.1 На поворотный механизм WAPS распространяются применимые требования части IX «Механизмы» Правил РС.

В области движущихся частей должны быть предусмотрены соответствующие защитные устройства по ограничению доступа персонала, чтобы исключить случайный контакт человека с движущимися частями.

8 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.

8.1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

8.1.1 К электрическому оборудованию, предназначенному для установки на судах, на которые распространяются требования настоящего Руководства, применяются положения части XI «Электрическое оборудование» Правил РС.

8.2 ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

8.2.1 В случае, если основной источник электрической энергии судна используется для питания WAPS, он должен иметь достаточную мощность для обеспечения одновременной работы следующих потребителей:

WAPS при ее максимальной допустимой потребляемой мощности;
ответственных систем и устройств, указанных в 1.3.2 части XI «Электрическое оборудование» Правил РС;

балластной системы, когда это необходимо.

Потребители комплекса приводов WAPS должны быть учтены при определении состава и мощности генераторов основного источника электрической энергии судна.

8.3 АВАРИЙНЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

8.3.1 В случае, если аварийный источник электрической энергии судна используется для питания элементов WAPS, требуемых для безопасности плавания во время аварии, он должен иметь достаточную мощность для обеспечения одновременной работы всех этих потребителей в дополнение к потребителям, указанным в 9.3 части XI «Электрическое оборудование» Правил РС.

8.4 ВЗРЫВООПАСНЫЕ ЗОНЫ, ПОМЕЩЕНИЯ И ПРОСТРАНСТВА

8.4.1 Электрическое оборудование, предназначенное для WAPS, не должно располагаться во взрывоопасных зонах, на сколько это практически возможно. При отсутствии такой возможности, электрооборудование, установленное во взрывоопасных зонах 1 или 2, должно соответствовать требованиям, указанным в 19.2.4 части XI «Электрическое оборудование» Правил РС.

8.5 МОЛНИЕЗАЩИТА

8.5.1 Молниезащита оборудования WAPS должна осуществляться в соответствии с требованиями, указанными в 2.6 части XI «Электрическое оборудование» Правил РС.

9 АВТОМАТИЗАЦИЯ

9.1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

9.1.1 К оборудованию автоматизации, предназначенному для установки на судах, на которые распространяются требования настоящего Руководства, применяются положения части XV «Автоматизация» Правил РС.

9.1.2 Системы автоматизации, их элементы и устройства должны надежно работать в различных эксплуатационных режимах и при различных климатических условиях, связанных с особенностями работы WAPS.

9.2 ВЫБОР РЕЖИМОВ РАБОТЫ

9.2.1 Выбор режимов работы WAPS должен осуществляться с ходового мостика.

9.3 ПОВЕДЕНИЕ ПРИ ОТКАЗАХ

9.3.1 Системы автоматизации WAPS должны быть выполнены по принципу выхода в безопасную сторону в случае исчезновения питания и восстановлении рабочего состояния системы после устранения неисправности.

9.4 ПИТАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

9.4.1 Системы управления, индикации, сигнализации и система защиты должны питаться от источника бесперебойного питания, при исчезновении напряжения, на входе которого должен подаваться сигнал АПС.

9.5 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ИНДИКАЦИИ И СИГНАЛИЗАЦИИ.

9.5.1 В случае если судно, груз и паруса имеют такие размерения, в следствие которых полная или частичная неисправность системы управления может привести к развитию аварийной ситуации, то системой должны быть предусмотрены автоматические меры безопасности для ее предотвращения, такие как:

автоматическое сворачивание парусов;

автоматический разворот паруса в положение наименьшего сопротивления ветровым нагрузкам.

9.5.2 Должна быть предусмотрена индикация положения органа управления WAPS в ЦПУ, а также на маневренной площадке (при наличии).

На главном посту управления WAPS должна быть предусмотрена индикация:

наклона мачт (если применимо);

скорости ветра;

АПС с четко идентифицируемыми сигналами в соответствии с [4.1](#), [4.2](#) и [5.1](#) [табл. 9.5.5](#).

9.5.3 Должен быть предусмотрен отдельный орган управления для каждого элемента WAPS, реализующий автоматическое выполнение всех относящихся к системе функций управления, включая функцию предотвращения перегрузки пропульсивной установки. В случае, если WAPS состоит из нескольких элементов,

предназначенных для одновременной работы, должен быть предусмотрен единый орган управления WAPS.

9.5.4 На ходовом мостике должно быть предусмотрено устройство аварийной остановки комплекса приводов WAPS, которое должно быть независимым от системы управления. В случае отказа данного устройства, должно предусматриваться альтернативное устройство аварийной установки, которое может быть выполнено в виде кнопки. Это устройство должно переводить WAPS в наиболее устойчивое к воздействию ветра состояние или минимизировать площадь парусов, вне зависимости от причины отказа. Данная функция должна реализовываться даже в случае потери питания системой управления.

Конструкция системы дистанционного автоматизированного управления (ДАУ) WAPS должна быть такой, чтобы, в случае выхода ее из строя, активировалась бы предупредительная сигнализация.

Также активация предупредительного сигнала в ДАУ WAPS, должна происходить при достижении контролируемыми параметрами питания системы (напряжение, давление рабочей жидкости и т.д.) заданных значений.

9.5.5 Система аварийно-предупредительной сигнализации должна соответствовать требованиям 2.4.1 части XV «Автоматизация» Правил РС. В [табл. 9.5.5](#) представлен исчерпывающий список контролируемых параметров, автоматизированных WAPS с предельными значениями и типом автоматической защиты и индикации.

Таблица 9.5.5

№№	Контролируемый параметр	Группа 1: дистанционная индикация, АПС	Группа 2: автоматический пуск резервного механизма с подачей сигнала АПС	Группа 3: автоматическая остановка системы с подачей сигнала АПС
1	Паруса	–	–	–
1.1	Автоматическая функция минимизации рабочей площади паруса или эквивалентное действие	АПС	–	–
1.2	Перегрузка	АПС	–	Стоп
2	Гидравлические системы	–	–	–
2.1	Уровень масла в танке	Мин.	–	–
2.2	Давление масла	Низкое	Инд./Мин.	Пуск
2.3		Предельно низкое	Инд./Пред. мин.	–
2.4	Температура масла	Инд./Макс.	–	–
3	Воздушные системы	–	–	–
3.1	Давление воздуха	Инд./Мин.	–	–
4	Электрическое оборудование и автоматизация	–	–	–
4.1	Неисправность в системах управления, сигнализации и защиты	АПС	–	–
4.2	Неисправность электрического привода комплекса приводов WAPS	АПС	–	–
4.3	Напряжение питания комплекса приводов WAPS	Мин.	–	–

№№	Контролируемый параметр	Группа 1: дистанционная индикация, АПС	Группа 2: автоматический пуск резервного механизма с подачей сигнала АПС	Группа 3: автоматическая остановка системы с подачей сигнала АПС
4.4	Напряжение питания систем автоматизации	Мин.	–	–
4.5	Сопротивление изоляции системы питания оборудования автоматизации	Мин.	–	–
5	Балластная система	–	–	–
5.1	Неисправность балластной системы	АПС	–	–

9.6 СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ

9.6.1 Системы защиты предназначены для защиты WAPS от перегрузок, связанных с воздействием окружающей среды. Системы могут включать в себя такие элементы как: автоматические выключатели питания, предохранительные клапаны, устройства сворачивания паруса и т.д.

9.6.2 Системы защиты и защитные устройства должны быть независимыми от систем управления, сигнализации и индикации. В случае срабатывания системы защиты должен подаваться соответствующий сигнал АПС.

9.6.3 Системы защиты должны быть спроектированы таким образом, чтобы ограничивать последствия отказов и построены по принципу выхода в безопасную сторону. Также эти системы должны иметь функцию самоконтроля, активирующую сигнал АПС в случае возникновения неисправности как в самой системе, так и в подключенных к ней устройствах.

9.6.4 Система защиты должна срабатывать автоматически при появлении неисправностей, которые могут вызвать аварийное состояние механизмов или устройств, таким образом, чтобы обеспечить возможность:

восстановления нормальных условий эксплуатации (например, посредством пуска резервного механизма);

временного приспособления работы WAPS к возникшим неблагоприятным условиям с целью избежать перегрузки механизмов (например, путем изменения натяжения парусных тросов);

максимальной защиты WAPS от критических эксплуатационных условий, путем автоматического приведения системы в соответствующую этим условиям конфигурацию (например, сворачивая паруса, останавливая роторы Флеттнера, складывая или уравнивая ветровые паруса таким образом, чтобы минимизировать равнодействующую подъемной силы и лобового сопротивления).

9.6.5 Действия системы защиты должны активировать предупредительный сигнал на всех постах управления WAPS, с четкой идентификацией причины его срабатывания.

9.6.6 После остановки оборудования системой защиты, оно не должно запуститься автоматически при устранении аварийного состояния.

9.7 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЕ С МЕХАНИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ

9.7.1 В режиме совместной работы главной двигательной установки с вспомогательной ветродвигательной системой, распределение мощности может осуществляться автоматически. В этом случае, возможность выбора параметров настройки должна быть предоставлена оператору с целью оптимизации режима совместной работы в зависимости от эксплуатационно-экономических потребностей судна в процессе работы.

9.7.2 При работе судна в режиме автоматической совместной работы главной двигательной установки с ветродвигательной системой с автоматическим распределением мощности, должен быть предусмотрен сигнал АПС на ходовом мостике, в случае малой нагрузки главной двигательной установки, близкой к режиму холостого хода, в течении максимального продолжительного периода времени, который определяется изготовителем двигателя.

9.7.3 При работе судна в режиме совместной работы главной двигательной установки с ветродвигательной системой без автоматического распределения нагрузки, должен быть предусмотрен сигнал АПС о превышении расчетной мощности главной двигательной установки.

9.7.4 При необходимости совершения маневра «Полный назад» в режиме совместной работы главной двигательной установки с ветродвигательной системой, в зависимости от типа судна и парусной системы, следует предусмотреть функцию автоматического перевода WAPS в состояние соответствующей данному маневру конфигурации (например, останавливая роторы Флеттнера, убирая или ставя во флюгер крыльевые паруса и т.п.).

10 БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

10.1 ВИДИМОСТЬ С ХОДОВОГО МОСТИКА

10.1.1 При всех условиях эксплуатации вспомогательной ветродвигательной системы должно обеспечиваться выполнение требований 3.2.3 — 3.2.14 части V «Навигационное оборудование» Правил по оборудованию морских судов.

10.2 АНТЕННЫ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ

10.2.1 Расположение антенн радиолокационных станций должно удовлетворять требованиям 4.2 части V «Навигационное оборудование» Правил по оборудованию морских судов при всех условиях эксплуатации вспомогательной ветродвигательной системы.

11 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ОБОРУДОВАНИЕМ WAPS ПРИ ПОСТРОЙКЕ СУДОВ И ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЙ

11.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

11.1.1 Соответствующие проверки и испытания должны проводиться в рамках процесса освидетельствования при изготовлении материалов и изделий и постройке судов. Испытания на борту судна должны проводиться по завершении монтажа оборудования WAPS. Процесс технического наблюдения за оборудованием WAPS должен включать в себя следующее:

- рассмотрение технической документации;
- освидетельствование материалов и изделий WAPS;
- освидетельствование WAPS на борту.

11.2 ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ

11.2.1 Освидетельствование материалов и изделий WAPS должно производиться в соответствии с применимыми положениями части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов.

11.2.2 Техническое наблюдение за изготовлением материалов и изделий WAPS должно осуществляться в соответствии с требованиями для кодов Номенклатуры РС (см. приложение 1 к части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов).

11.3 ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ И ПРОВЕРКИ НА БОРТУ

11.2.1 Техническое наблюдение за постройкой судна со знаком WAPS в символе класса, в части касающейся электрического оборудования, должно осуществляться в соответствии с применимыми положениями Руководства по техническому наблюдению за постройкой судов.

11.2.2 Взаимодействие системы управления WAPS, главной пропульсивной установки и рулевого устройства судна должно проверяться в соответствии с программой швартовых и ходовых испытаний при участии компании-системного интегратора.

Российский морской регистр судоходства

Руководство по судовым установкам, использующим для движения энергию ветра

ФАУ «Российский морской регистр судоходства»
191186, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная, 8
www.rs-class.org/ru/