ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71739— 2024/ IEC PAS 63108:2017

Электроустановки на судах

ОСНОВНАЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Архитектура системы

(IEC PAS 63108:2017, Electrical installations in ships — Primary DC distribution — System design architecture, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Национальной ассоциацией производителей источников тока «РУСБАТ» (Ассоциация «РУСБАТ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии документа, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 005 «Судостроение»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 октября 2024 г. № 1523-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному документу IEC PAS 63108:2017 «Электроустановки на судах. Основная распределительная сеть постоянного тока. Архитектура конструкции системы» (IEC PAS 63108:2017, «Electrical installations in ships — Primary DC distribution — System design architecture», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного документа для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные и межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.

Дополнительные сноски в тексте стандарта, выделенные курсивом, приведены для пояснения текста оригинала

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© IEC, 2017
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Общие требования 3
5 Проектирование системы 4
6 Источники электрической энергии 7
7 Распределительные системы электрической энергии 8
8 Оборудование 9
9 Системы управления 10
10 Монтаж 12
11 Испытание, проверка и документация 12
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам 13
Библиография 17

Введение

Большинство существующих электрических распределительных систем судов представляют собой системы переменного тока, в которых электроэнергия вырабатывается генераторными установками с фиксированной скоростью вращения, фиксированной частотой и напряжением распределительной системы. Требования к таким системам установлены в стандартах серии МЭК 60092. Новые экологические нормы требуют более гибких решений для удовлетворения возникающих требований рынка. Признано, что морская отрасль разрабатывает новые инновационные решения в области энергетики и распределения, позволяющие снизить выбросы в воздух, а также расход топлива. Следующее поколение распределительных систем электрической энергии предполагает использование иных архитектур систем и применение в них различных источников питания. Были разработаны новые концепции проектирования и эксплуатации систем с использованием систем накопления электрической энергии и расширенным управлением основными и аварийными источниками энергии, включая нагрузку ответственных устройств, таких как электроэнергетические силовые установки. Эти энергетические системы сочетают в себе широкий спектр технологий, которые улучшают характеристики потребления топлива и уровня выбросов, а также рабочие характеристики судовых операций.

В основной распределительной системе постоянного тока используются новые и радикальные подходы к проектированию/конфигурации, эксплуатации системы и управлению ею по сравнению с традиционными решениями для систем генерации и распределения электрической энергии.

Основная цель настоящего стандарта — установить критерии проектирования и испытаний для энергосистем с основной электрической распределительной системой постоянного тока. Полупроводниковые устройства, используемые в качестве выключателей, должны соответствовать требованиям по току отключения и изоляции МЭК 60947-2 и МЭК 60947-3.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Электроустановки на судах

ОСНОВНАЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Архитектура системы

Electrical installations in ships.
Primary DC distribution system.
System architecture

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на электроустановки на судах и устанавливает требования к основным электрическим распределительным системам (РС) постоянного тока (DC) и взаимосвязанным установкам, а также общие принципы:

- для работы электрических РС без ухудшения безопасности для установки и человека и позволяющих снизить воздействие на окружающую среду;
- существующих и новых генерирующих устройств, новых концепций распределения электрической энергии DC, аккумулирования энергии и расширенного управления общим балансом мощности, включая полупроводниковые преобразователи [переменный ток (AC) в DC, преобразователи DC/DC, и DC/AC] и контроллеров динамической нагрузки;
- соответствующих исследований систем и расчетов, демонстрирующих принципы защиты, призванных обеспечить необходимые селективность, методы сегрегации оборудования.

Настоящий стандарт содержит рекомендации по интеграции источников энергии различных типов и приемлемые способы определения мест таких установок.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

IEC 60034 (все части), Rotating electrical machines (Машины электрические вращающиеся)

IEC 60092 (все части), Electrical installations in ships (Электрооборудование судов)

IEC 60092-101:1994[1)], Electrical installations in ships — Part 101: Definitions and general requirements (Электрооборудование судов. Часть 101. Определения и общие требования)

IEC 60092-101:1994/AMD1:1995

IEC 60092-301, Electrical installations in ships — Part 301: Equipment — Generators and motors (Электрооборудование судов. Часть 301. Оборудование. Генераторы и электродвигатели)

[1)] Заменен на IEC 60092-101:2018. Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

Издание официальное

IEC 60092-302[1)], Electrical installations in ships — Part 302: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies (Электрооборудование судов. Часть 302. Низковольтные комплектные устройства и аппаратура управления)

IEC 60092-352, Electrical installations in ships — Part 352: Choice and installation of electrical cables (Электрооборудование судов. Часть 352. Выбор и прокладка электрических кабелей)

IEC 60092-401, Electrical installations in ships — Part 401: Installation and test of completed installation (Электрооборудование судов. Часть 401. Монтаж и испытания комплектной установки)

IEC 60364-4-41, Low-voltage electrical installations — Part 4-41: Protection for safety — Protection against electric shock (Низковольтные электрические установки. Часть 4-41. Обеспечение безопасности. Защита от поражения электрическим током)

IEC 60533, Electrical and electronic installations in ships — Electromagnetic compatibility (EMC) — Ships with a metallic hull (Оборудование электрическое и электронное на судах. Электромагнитная совместимость. Суда с металлическим корпусом)

IEC 60947-2, Low-voltage switchgear and controlgear — Part 2: Circuit-breakers (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели)

IEC 60947-3, Low-voltage switchgear and controlgear — Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и комбинации их с предохранителями)

IEC 61557-8, Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. — Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures — Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems (Электробезопасность распределительных низковольтных сетей до 1000 В AC и 1500 В DC. Оборудование для испытания, измерения или контроля средств защиты. Часть 8. Устройства контроля изоляции в системах IT)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК ведут терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- Электропедия МЭК: доступна на gost.e-ecolog.ru ;
- платформа онлайн-просмотра ИСО: доступна на gost.e-ecolog.ru .

3.1 **береговая система электрической зарядки** (shore power charging system).

Примечание — Определение находится на рассмотрении.

3.2 **шина постоянного тока** (DC bus): Распределительная система постоянного тока, в которой соединены нагрузки постоянного тока и источники питания.

3.3 **распределительный щит постоянного тока** (DC assembly): Шкаф с модулями, соединенными между собой шиной постоянного тока для нагрузок и источников питания.

3.4 **система управления энергией, СУЭ** (energy management system, EMS): Система управления, мониторинга и защиты источников и потребителей электропитания для обеспечения их безопасной эксплуатации.

3.5 **система контроля и управления батареями, СКУ** (battery management system, BMS): Система, защищающая батарею, контролирующая заряд и/или разряд батареи и осуществляющая мониторинг ее состояния (т. е. степень заряженности, температуру аккумуляторов и т. д.).

Примечание — Определение находится на рассмотрении.

[1)] Заменен на IEC 60092-302-2.

4 Общие требования

4.1 Общие положения

Необходимо соблюдать требования Международной конвенции по безопасности человеческой жизни на море[1)].

В настоящем разделе рассмотрены условия и установлены требования, которые являются общими для оборудования и установок, подпадающих под действие настоящего стандарта.

Полупроводниковые устройства, используемые в качестве выключателя, должны соответствовать требованиям по току отключения и изоляции, установленным в МЭК 60947-2 и МЭК 60947-3.

4.2 Применение аналогов или альтернативных устройств

Если в настоящем стандарте указан какой-либо специальный тип установок, конструкций или устройств, допускается использование других установок, конструкций или устройств, при условии, что они соответствуют требованиям, предъявляемым настоящим стандартом.

4.3 Условия максимальной нагрузки

Компоненты и системы должны иметь такие параметры, чтобы выдерживать без превышения соответствующих нормированных значений ток, который может протекать через них, в том числе ожидаемые токи перегрузки и переходные токи, например импульсные токи при коммутации конденсаторов.

4.4 Модификация

Модификация архитектуры системы, постоянная или временная, не должна производиться в существующей установке до тех пор, пока не будет установлено, что нормированные характеристики и состояние потребителей, проводников, распределительного устройства и т. д. имеющейся системы соответствуют ее новой архитектуре.

При оценке существующей системы следует уделять внимание таким факторам, как допустимая нагрузка по току, максимальный уровень тока повреждения, содержание гармоник, качество электрической энергии и параметры защитных устройств, влияющих на их селективность.

4.5 Условия окружающей среды

Электрооборудование должно удовлетворительно работать в различных условиях окружающей среды. Должны применяться условия окружающей среды по МЭК 60092 (все части).

4.6 Характеристики системы электропитания

4.6.1 Общие положения

Использование основной PC DC характеризуется следующим:

- распределительные линии DC включают различные источники электропитания и потребителей с силовыми электронными контроллерами, образующими рабочие интерфейсы, с высокой динамикой;
- быстрый отклик, малые времена реакции и индуктивность в системах DC по сравнению с обычными системами AC;
- преобразователи напряжения, диодные мосты и т. д., которые создают особые сценарии устранения неисправностей благодаря своей способности блокировать ток в одном направлении и проводить его в противоположном направлении.

4.6.2 Ограничения распределительных систем постоянного тока

При использовании батарей в PC DC следует принимать соответствующие меры для поддержания напряжения в установленных пределах во время зарядки, быстрой зарядки и разрядки батарей.

4.7 Механическая защита

Электрооборудование должно быть размещено так, чтобы, насколько это практически возможно, оно не подвергалось риску механического повреждения в соответствии с МЭК 60092-101 и МЭК 60092-352.

[1)] *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974.*

При проектировании и размещении источников энергии должны быть установлены барьеры безопасности.

4.8 Оболочки

Оболочки должны иметь соответствующие степени защиты по МЭК 60092-302.

5 Проектирование системы

5.1 Общие положения

Конструкция электрической системы должна соответствовать требованиям МЭК 60092 и МЭК 60533 с дополнительными требованиями настоящего стандарта.

5.2 Качество электрической энергии

Уровни гармонических искажений напряжения в частях AC судовых систем должны соответствовать требованиям МЭК 60092 (все части). Для систем DC амплитуды частоты и импульсы напряжения, возникающие при переключении полупроводниковых приборов, будут меняться в зависимости от величины нагрузки и напряжения. Все устройства, подключенные к шине DC, должны иметь возможность нормально работать при любых условиях эксплуатации с фактическими амплитудами и частотами напряжения и тока, генерируемыми инверторной системой в соответствии с 2.8.3 МЭК 60092-101:1994/МЭК 60092-101:1994/AMD1:1995.

5.3 Совместная работа распределительных систем переменного и постоянного тока

РС AC и DC при их совместной работе должны быть скоординированы таким образом, чтобы можно было проверить и документировать безопасную работу для всех нормальных и аварийных условий. Такую проверку следует проводить на основе испытаний.

5.4 Запуск при отключении электрической энергии и холодный пуск

Должна быть предусмотрена процедура изменения конфигурации системы до конфигурации, из которой можно осуществить запуск после отключения электрической энергии или из состояния холодного пуска.

5.5 Распределительные системы постоянного тока

Необходимо обеспечить заземление системы в соответствии с одним из следующих вариантов:

- двухпроводное изолированное;
- двухпроводное с одним заземленным полюсом на гальванически развязанных участках шины DC;
- трехпроводное с заземленным средним проводом для специальных систем.

Батарейные системы должны быть изолированы от металлических деталей конструкции судна, чтобы избежать повреждения импульсами напряжения между шасси и аккумуляторами батареи.

Для источника DC, который требует прямого заземления или заземления с высоким полным сопротивлением, должны быть реализованы необходимые меры, которые должны быть утверждены соответствующими органами.

5.6 Распределительные системы переменного тока

РС AC, взаимодействующие с РС DC, должны соответствовать стандарту МЭК 60092-101.

5.7 Береговые системы электрической зарядки

Если для зарядки батарей будет использоваться береговое соединение, в дополнение к контролю со стороны системы контроля и управления (СКУ) батареи, следует предусмотреть независимый контроль тока берегового соединения.

Общая система зарядки должна быть спроектирована и проверена для каждого типа применения с учетом характера потребности в электроэнергии и ее продолжительности. Подключение к системе зарядки может быть автоматическим, например, из-за ограниченного времени, доступного для зарядки.

Необходимо провести анализ безопасности, включая все этапы работы системы передачи энергии. Система автоматического соединения должна быть испытана согласно принятой соответствующим органом процедурой испытаний. Местное ручное управление должно быть возможным как на борту, так и на берегу.

Система энергообмена должна выдерживать динамические силы при качке корпуса и боковых движениях.

5.8 Токи короткого замыкания в комбинированных системах переменного и постоянного тока

5.8.1 Общие положения

Величину тока короткого замыкания РС получают суммированием величины тока короткого замыкания, полученной на основе расчета из характеристик генераторов и двигателей, и величины тока короткого замыкания, оцененной на основе фактически используемой технологии подключенных инверторных систем.

5.8.2 Ток короткого замыкания в системах постоянного тока

РС DC, как правило, включает в себя пассивные или активные управляемые компоненты, которые ограничивают влияние токов повреждения. Значения тока короткого замыкания должны быть рассчитаны и, при необходимости, проверены путем испытаний на этапе проектирования.

Примечание — В качестве руководства для расчета неисправностей для источников AC, как правило, используют МЭК 61363-1 или МЭК 60909 (все части), а для источников DC — МЭК 61660 (все части).

5.9 Исследования системы и расчеты

Системы управления и защиты должны включать функции мониторинга, обнаружения и устранения неисправностей. Комплексный анализ инцидентов должен включать документирование фактического времени устранения и условий появления тока повреждения в соответствующих режимах работы.

Если в одной и той же установке используют системы DC и AC, необходимо провести исследование селективности.

Должна быть обеспечена полная селективность на выходе.

Примечание — Малый ток повреждения инверторов, как правило, приводит к необходимости применения специальных мер защиты подключенных нагрузок.

5.10 Защита

5.10.1 Общие положения

Устройства защиты от короткого замыкания должны соответствовать требованиям МЭК 60092 (все части). Для защиты от короткого замыкания допускается использовать и другие устройства, например электронные устройства. Гальваническую развязку и защиту от короткого замыкания допускается обеспечивать отдельными устройствами.

Устройства защиты от короткого замыкания должны обеспечивать защиту источника питания РС DC в зависимости от его типа. Активные электронные устройства должны иметь встроенную защиту в его программном обеспечении, а отдельные устройства с функцией отключения должны иметь элементы защиты, как для систем AC. Следует учитывать особые требования к скорости срабатывания защиты. Программное обеспечение электронного устройства должно отключить его в случае неисправности. Источник питания должен выдерживать короткое замыкание, определяемое системой защиты.

Пассивные выпрямители должны быть оборудованы индивидуальной защитой.

При использовании в качестве защиты от неисправности предохранителей дополнительно следует использовать разъединитель.

Устройства защиты инверторных систем DC должны быть разработаны согласно требованиям соответствующих стандартов МЭК. Их функции защиты должны быть испытаны и результаты документированы.

Примечание — Функция защиты инверторных систем DC, как правило, реализуется как часть схемы управления инвертором.

Отдельные устройства защиты (предохранители, электронные или автоматические выключатели) должны соответствовать требованиям к нормированным параметрам PC DC или AC, быть документально подтверждены поставщиками для соответствующих уровней неисправностей и напряжений PC.

5.10.2 Защита генератора переменного тока с фиксированной и регулируемой частотой вращения

Для генераторов AC с фиксированной или регулируемой частотой вращения защита цепи и нормированные характеристики должны соответствовать стандарту МЭК 60092 (все части).

Для генераторов, в которых не может быть обесточена обмотка возбуждения, необходимо предусмотреть устройство остановки первичного двигателя.

В зависимости от характеристик первичного двигателя генераторы AC с регулируемой частотой вращения различаются. Генератор должен быть защищен во всем диапазоне частот вращения от возникновения неисправностей, таких как перегрев, токов короткого замыкания, а также напряжения регулирования.

При использовании генератора с постоянным возбуждением должна быть предусмотрена отдельная защита для остановки первичного двигателя в случае короткого замыкания между инвертором/выключателем и генератором.

Функции защиты, такие как обратная мощность, могут быть опущены, если выпрямитель блокирует обратную подачу мощности.

5.10.3 Цепи аккумуляторной батареи

Батареи, используемые в качестве основного источника энергии, состоят из отдельных аккумуляторов, соединенных последовательно для достижения необходимого уровня напряжения и соединенных параллельно для достижения необходимой зарядно-разрядной емкости. Влияние короткого замыкания в цепях батареи должно быть определено с учетом фактической степени заряженности, старения и других факторов, влияющих на емкость батареи.

Каждая цепочка батарей должна иметь индивидуальные схемы защиты для изоляции неисправности, возникающей в этой цепочке, и устранения возможного влияния короткого замыкания от параллельных цепочек.

Батарея должна иметь разъединяющее устройство между батареей и PC DC.

Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ) следует изолировать от земли (система IT).

Примечание — Применимые меры зависят от используемой технологии батарей.

5.10.4 Барьеры безопасности для систем накопления электрической энергии

Примечание — Ссылки на требования стандартов, разработанных МЭК ТК 120, находятся на рассмотрении.

5.10.4.1 Общие положения

Установки СНЭЭ должны быть спроектированы с учетом барьеров безопасности.

Допускается применение батарей любой технологии[1)], если документально подтверждено, что они приняты к эксплуатации соответствующими органами. Если батарейная технология не имеет подтвержденной морской эксплуатации, чтобы продемонстрировать безопасность установки, следует провести оценку рисков.

5.10.4.2 Нормированные характеристики мощности и энергии

Батарейная система должна быть задокументирована в отношении максимального режима *C*, который можно использовать в рабочих циклах как в условиях разрядки, так и в условиях зарядки.

Температурный режим для аккумуляторов батареи следует контролировать, и когда температура находится в зоне, где существует риск необратимой деградации аккумуляторов или риск перегрева и дальнейшего повышения температуры, должен подаваться общий сигнал тревоги.

Батарейная система должна иметь достаточное охлаждение, чтобы иметь возможность работать в условиях окружающей среды, указанных изготовителем.

Батарейную систему оборудуют СКУ, которая должна контролировать и защищать батарейную систему, температуру и напряжение аккумуляторов батарейной системы, а также осуществлять их балансировку.

[1)] *Под технологией батарей подразумевается электрохимическая система входящих в их состав аккумуляторов (никель-кадмиевые, свинцово-кислотные, литий-ионные и т. п.).*

5.10.4.3 Зарядные устройства

Для буферного режима работы или для других условий, когда нагрузка подключена к батарее во время ее зарядки, максимальное напряжение батареи при любых условиях зарядки не должно превышать безопасное значение напряжения всех подключенных устройств. Характеристики напряжения генератора(ов) или полупроводникового преобразователя, которые будут работать параллельно с батареей, должны подходить для каждого отдельного применения. Если имеются устройства, не предназначенные для работы при максимальном зарядном напряжении батарейной системы, необходимо предусмотреть регулятор напряжения или другие средства управления напряжением.

5.10.5 Защита от поражения электрическим током

Для защиты от поражения электрическим током должны соблюдаться требования МЭК 60364-4-41. Если IT-система спроектирована таким образом, что первое повреждение не приводит к отключению, возникновение первого повреждения должно быть указано посредством устройства контроля изоляции (УКИ) в соответствии с МЭК 61557-8. Допускается объединение работы УКИ с работой системы выявления мест повреждения изоляции (СВМПИ) согласно МЭК 61557-9.

5.11 Защита соединения с берегом

PC DC или коммутационная коробка с береговой системой на судне должны быть оборудованы пассивной или управляемой функцией, которая блокирует обратные токи на берег в случае неисправности береговой системы.

Должны быть предотвращены каскадные неисправности во взаимосвязи береговой и судовой систем.

6 Источники электрической энергии

Примечание — Идентификация основных, вспомогательных и аварийных источников энергии находится на рассмотрении.

6.1 Общие положения

Генерация электрической энергии может осуществляться с помощью традиционных генераторных установок с фиксированной и с регулируемой скоростью, топливных элементов, аккумуляторных батарей и других типов источников энергии.

Вращающиеся электрические машины в дополнение к передовому опыту должны соответствовать стандарту МЭК 60034 (все части), включая все соответствующие требования настоящего стандарта.

Судно должно быть обеспечено основным источником электрической энергии достаточной мощности для обеспечения всех эксплуатационных нагрузок, перечисленных в МЭК 60092 (все части).

6.2 Генерация электрической энергии переменного тока с регулируемой скоростью

Для PC AC должны применяться требования МЭК 60092 (все части).

6.3 Генерация электрической энергии постоянного тока с регулируемой скоростью

Генерация электрической энергии DC с регулируемой скоростью дает возможность широкого диапазона скоростей первичного двигателя, который поддерживается в пределах фактического диапазона его скоростей. Конфигурация системы управления питанием должна учитывать различия в доступной мощности на разных скоростях первичного двигателя в пределах рабочего диапазона.

Расход топлива, выбросы, скорость, мощность и крутящий момент первичного двигателя следует документировать в выбранном диапазоне скоростей. Первичный двигатель должен быть защищен собственной системой безопасности.

Генератор должен быть рассчитан на работу на любой скорости в пределах выбранного диапазона скоростей. Допустимые значения мощности и тока повреждения для этого диапазона скоростей должны быть документированы.

6.4 Различные источники питания постоянного тока

Источники питания DC могут включать в себя химические источники тока, такие как топливные элементы или аккумуляторы различных электрохимических систем. Эти типы источников питания, как правило, управляются преобразователем DC.

Батареи допускается устанавливать в качестве основного источника питания как отдельно, так и в сочетании с другими генерирующими устройствами.

6.5 Распределение нагрузки

Распределение нагрузки различных источников питания, как правило, осуществляется отдельной системой управления или системой управления мощностью. Доступная мощность для каждого источника питания может быть статической или динамической величиной в зависимости от быстродействия, степени заряженности или других характеристик источника питания.

6.6 Переходный режим

Комбинация источников питания должна обеспечивать электропитание всех требуемых судовых нагрузок, их пусковые токи и величины максимальных токов, не превышающих величины токов повреждения, чтобы гарантировать эффективность устройств безопасности в пределах падения напряжения и частоты, как указано в МЭК 60092 (все части), и поддерживать функции активной защиты.

7 Распределительные системы электрической энергии

7.1 Общие положения

РС электрической энергии могут включать как традиционные системы AC с фиксированной частотой и напряжением, системы AC с переменной частотой, так и инверторные системы DC. В одной установке могут присутствовать разные системы, или одна из систем может быть единственной.

7.2 Распределительные системы переменного тока

РС AC должны соответствовать МЭК 60092 (все части).

7.3 Распределительные системы постоянного тока

Особое внимание следует обратить на системы шин DC, в которых соединены две или более РС DC. Шина DC должна быть оборудована разъединителем или комбинацией полупроводникового устройства и изолятора. Соединение нескольких РС DC не должно ухудшать условия эксплуатации ни в одной из них. Должны быть установлены необходимые технические устройства для компенсации колебаний между блоками, соединенными кабелями или другими средствами. Неисправность в схеме шины DC или в одной из РС DC не должна вызывать отключения других потребителей, подключенных к другим РС DC.

Каждый активный управляемый блок должен иметь средства мониторинга и устройства защиты подключенного устройства, а также средства защиты для полупроводниковых устройств в блоке от внешних и внутренних тепловых повреждений.

Соединение РС должно обеспечивать защиту от короткого замыкания, разделение и селективность.

7.4 Распределительные системы постоянного тока, питающие распределительные системы переменного тока

Подключение РС DC к системам AC должно быть осуществлено с помощью инверторного блока управления, который обеспечивает возможность подачи мощности в обоих направлениях.

Для предотвращения циркулирующих токов необходимо предусмотреть гальваническую развязку.

Все нормальные включения и отключения, включая синхронизацию и соединение с обесточенной шиной, должны контролироваться программным обеспечением инвертора и размыкателем системы.

Функции автоматического запуска инверторных систем должны обеспечивать автоматическое подключение к сети AC и, при необходимости, поддерживать работу AC со стороны DC. Инверторная

система должна быть способна подавать стабильное напряжение и частоту в сеть АС без дополнительных генерирующих устройств на стороне АС.

В условиях неисправности в сети АС автоматический выключатель шин АС должен изолировать неисправную часть системы, а оставшаяся система должна работать стабильно и поддерживать нормальную работу после устранения неисправности.

Параллельная работа распределительных инверторов АС и других источников питания АС, работающих индивидуально или параллельно, должна быть спроектирована таким образом, чтобы обеспечить возможность использования любого имеющегося источника питания.

8 Оборудование

8.1 Общие положения

Оборудование, используемое в РС, должно соответствовать применимым стандартам МЭК. Для нового оборудования или нового использования оборудования, для которого стандарты отсутствуют, функциональные требования следует изложить в соответствии с настоящим стандартом, а также необходимо продемонстрировать его эквивалентность ранее использованному оборудованию.

8.2 Генераторы

Генераторы с регулируемой скоростью должны быть спроектированы и изготовлены в соответствии с МЭК 60092-301.

8.3 Распределительные щиты постоянного тока

8.3.1 Общие положения

Конструкция распределительного щита должна предусматривать соответствующее внутреннее разделение и необходимую защиту во избежание повреждения соседних блоков, размещенных в нем.

8.3.2 Охлаждение

Как правило, силовая электроника выделяет тепло из-за потерь на переключение и проводимость.

Для каждой РС DC требуется как минимум одна независимая система охлаждения.

8.3.3 Отдельные цепи

8.3.3.1 Общие положения

Подключаемая цепь должна быть подключена к РС DC с помощью выключателя или предохранителей и разъединителя для возможности отключения в случае неисправности, повреждения или для проведения работ по техническому обслуживанию. Допускается использование дополнительной полупроводниковой коммутации для высокоскоростной защиты от сверхтоков.

Инвертор должен иметь необходимую встроенную защиту для безопасного контроля неисправностей вне распределительного щита. При неисправности инвертора должна быть предусмотрена отдельная защита, которая надежно изолирует неисправную цепь и поддерживает работу РС DC без отключения других цепей РС DC. В качестве защиты допускается использование предохранителей, выключателей DC или полупроводниковых выключателей. Полупроводниковые выключатели должны быть снабжены разъединителями или другими средствами, обеспечивающими физическую изоляцию цепей.

Устройство защиты должно быть испытано на устранение неисправности в цепи инвертора и при сохранении работы других цепей, и результаты следует задокументировать.

Блоки инверторов, выключателей или предохранителей допускается выполнять стационарными или съемными.

8.3.3.2 Цепи генератора

Генератор, питающий основную РС DC, должен иметь выпрямитель как часть распределительного щита DC или иметь непосредственное его соединение с генератором. Допускается использование активных или пассивных полупроводниковых выпрямителей.

Для пассивного выпрямителя напряжение DC должно контролироваться системой управления возбуждением генератора.

Нормированные характеристики агрегатов должны быть документированы для всех условий эксплуатации генераторов.

В случае внутреннего отказа генератора первичный двигатель должен быть остановлен, а источник энергии должен быть отключен от шины.

8.3.3.3 Цепи накопления электрической энергии

Цепь накопления электрической энергии, как правило, представляет собой источник DC (например, батареи), подключенный к РС DC с помощью управляемого преобразователя DC/DC или напрямую (неуправляемо), если это соответствует функциональным требованиям для других цепей. Выходной автоматический выключатель или полупроводниковый элемент, согласованный с разъединителем, должен быть частью РС DC, чтобы иметь возможность изолировать источники накопления энергии в случае неисправности.

Нормированные характеристики устройств должны быть документированы для всех условий эксплуатации СНЭЭ.

Примечание — В случае других типов систем накопления энергии, таких как системы с маховиком, управление, как правило, представляет собой инвертор, управляющий двигателем AC, аналогично традиционному управлению двигателем.

8.3.3.4 Береговые зарядные цепи

Питание с берега допускается подключать к РС DC с помощью преобразователя AC/DC или DC/DC или как определено конструкцией РС судна, если оно соответствует всем функциональным требованиям. Для обеспечения возможности безопасной изоляции входящего источника питания в РС DC должен быть включен разъединитель.

8.3.3.5 Последовательное включение РС постоянного тока

РС DC допускается подключать к другим РС DC в случае неисправностей или восстановления питания с помощью доступных источников электропитания. Такие соединения с другими РС DC могут быть запитаны, например, комбинацией цепей предварительной зарядки, предохранителей и разъединителей или изоляторов в сочетании с электронным выключателем на основе полупроводниковых устройств.

Нормированные характеристики соединения шин со вспомогательными цепями должны быть документированы для всех условий эксплуатации. Соединение должно иметь необходимую встроенную защиту для безопасного управления неисправностями, безопасной изоляции неисправных РС DC и поддержания работы исправных РС DC без отключения других цепей, подключенных к РС. Устройство защиты должно быть испытано на устранение неисправности при сохранении работы других цепей, и результаты следует задокументировать.

9 Системы управления

9.1 Общие положения

Судовые системы управления энергией (СУЭ) должны соответствовать принципам построения компьютерных систем управления и установок автоматического управления, установленным в МЭК 60092 (все части), где это применимо.

9.2 Архитектура управления

РС должны иметь специальную систему управления, которая не снижает целостность или надежность любой части резервной системы электропитания.

СУЭ состоит из нескольких уровней управления и функций сигнализации, таких как:

- мониторинг всех источников питания, а также инверторов и разъединителей РС;
- функция сигнализации для всех источников питания, а также инверторов и разъединителей РС;
- активное управление источниками электрической энергии и РС;
- контроль напряжения и мощности в РС DC;
- доступное регулирование мощности в зависимости от уровня заряда;
- контроль зарядки и разрядки;
- функции системы управления мощностью (СУМ) для РС DC;
- интерфейс с подсистемами управления систем СНЭЭ, если они используются;
- интерфейс с СУМ для комбинаций РС AC и DC;
- управление инверторами для общей стабильности системы;

- подключение к системе оповещения или интегрированной системе автоматизации. Функции оповещения должны быть классифицированы и представлены в соответствии с инструкциями, установленными в MSC.302(87)[1)].

9.3 Автоматическое управление энергетическими системами судна

9.3.1 Общие положения

Системы автоматического управления генерацией и распределением электрической энергии, как правило, включают:

- автоматический запуск источника питания;
- автоматическое подключение к обесточенной шине;
- автоматическое запараллеливание и распределение нагрузки;
- автоматическое отключение источника питания;
- автоматическое отключение второстепенных нагрузок;
- автоматический анализ запаса энергии.

9.3.2 Инициирование команд запуска

Команды автоматического запуска подаются, например, при:

- отсутствии напряжения (отключение электрической энергии);
- длительном провале напряжения;
- длительном падении частоты;
- сигнале аварийной сигнализации;
- ожидаемой остановке работающей установки;
- перегрузке;
- увеличении потребности в электроэнергии;
- сигнале запуска для крупных потребителей электроэнергии, например, двигателя поперечного подруливающего устройства;
- отказе работающих установок;
- команде дистанционного ручного управления.

9.3.3 Передача команды пуска

Если более одного источника питания оборудовано автоматическими пусковыми устройствами, должна быть установлена система последовательности запуска, которая в случае невозможности запуска после трех попыток, автоматически передает команду пуска на следующий источник питания или селекторный переключатель для ручного выбора.

Примечание — Методы запуска и попытки запуска различных источников энергии находятся на стадии рассмотрения.

9.3.4 События и индикации

Должна быть обеспечена индикация режима ожидания.

Должна быть обеспечена индикация автоматического запуска и работы источника питания. При отказе источника питания должен быть выдан предупредительный сигнал.

9.3.5 Автоматическое переподключение к отключенной системе распределения постоянного тока

Переподключение источников DC к отключенной PC DC должно производиться автоматически в соответствии с последовательностью, установленной СУЭ.

9.3.6 Автоматическое распределение нагрузки

Распределение нагрузки должно основываться на способности различных источников питания справляться с изменениями нагрузки и переходными процессами. Доступная мощность является статической величиной, зависящей от нормированных характеристик источника питания.

Распределение нагрузки допускается проводить на основе функции отслеживания спада параметров PC DC или комбинации уставок и управления падением/напряжением для каждого устройства. Источники питания, такие как батареи, должны быть классифицированы по максимально доступной мощности для разрядки и зарядки.

Функции зарядки должны быть реализованы в СУЭ и не должны влиять на возможность поставлять мощность, определенную в сигнале доступной мощности.

[1)] *MSC.302(87), MSC.302(87) «Adoption of performance standards for bridge alert management» («Принятие стандартов эффективности управления оповещениями на мостике»).*

10 Монтаж

Монтаж следует выполнять в соответствии с требованиями МЭК 60092-401.

11 Испытание, проверка и документация

11.1 Общие требования

Испытание распределительных щитов DC должно соответствовать требованиям МЭК 60092 (все части) с учетом всех требований настоящего стандарта.

11.2 Заводские приемо-сдаточные испытания

Распределительные щиты DC должны быть проверены изготовителем.

Для испытаний должно быть подано номинальное напряжение. Возможности нагрузки могут отличаться от фактических требований к бортовой сети, поэтому допускается проведение повторной проверки на борту после установки.

Испытания по требованиям настоящего стандарта следует проводить в дополнение к испытаниям электрических силовых установок и энергетических систем, установленных в МЭК 60092 (все части).

Применяемая испытательная установка должна быть согласована с проектировщиком бортовой электрической сети судна.

11.3 Бортовое испытание (испытание на месте)

После монтажа вся система должна быть проверена в соответствии с принятым планом испытаний.

В дополнение к испытаниям, установленным в МЭК 60092 (все части), должны быть проведены как минимум следующие испытания:

- проверка распределения активной нагрузки между источниками питания;
- проверка распределения реактивной нагрузки между источниками питания;
- внезапное отключение нагрузки и ее нарастание для проверки работоспособности батарейной системы;
- проверка динамической доступной мощности с использованием батарей в качестве источника питания;
- проверка максимальных зарядных возможностей батарей;
- испытание запуска и остановки двигателей;
- проверка устойчивости системы при неисправности;
- проверка устройств зарядки батарей на борту и на берегу (при необходимости);
- проверка работоспособности в аварийных условиях;
- испытание системы предзаряда инверторов при повторном подключении.

11.4 Документация

На рассмотрении.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
IEC 60034 (все части)	IDT	ГОСТ IEC 60034-1—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-2-1—2017 «Машины электрические вращающиеся. Часть 2-1. Стандартные методы определения потерь и коэффициента полезного действия по испытаниям (за исключением машин для подвижного состава)»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-2-2—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 2-2. Специальные методы определения отдельных потерь больших машин по испытаниям»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-2A—2012 «Машины электрические вращающиеся. Часть 2. Методы определения потерь и коэффициента полезного действия вращающихся электрических машин при испытаниях (исключая машины для тяговых транспортных средств). Измерение потерь калориметрическим методом»
	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-2-3—2015 «Машины электрические вращающиеся. Часть 2-3. Специальные методы определения потерь и коэффициента полезного действия асинхронных двигателей переменного тока с питанием от преобразователя»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-3—2015 «Машины электрические вращающиеся. Часть 3. Специальные требования для синхронных генераторов, приводимых паровыми турбинами и турбинами на сжатом газе»
	IDT	ГОСТ Р МЭК 60034-4—2012 «Машины электрические вращающиеся. Часть 4. Методы экспериментального определения параметров синхронных машин»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-5—2011 «Машины электрические вращающиеся. Часть 5. Классификация степеней защиты, обеспечиваемых оболочками вращающихся электрических машин (Код IP)»
	IDT	ГОСТ Р МЭК 60034-6—2012 «Машины электрические вращающиеся. Часть 6. Методы охлаждения (Код IC)»
	IDT	ГОСТ Р МЭК 60034-7—2012 «Машины электрические вращающиеся. Часть 7. Классификация типов конструкций, монтажных устройств и расположения коробок выводов (Код IM)»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-8—2015 «Машины электрические вращающиеся. Часть 8. Маркировка выводов и направления вращения»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-9—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 9. Пределы шума»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-11—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 11. Тепловая защита»

Продолжение таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
	IDT	ГОСТ IEC 60034-12—2021 «Машины электрические вращающиеся. Часть 12. Пусковые характеристики односкоростных трехфазных двигателей с короткозамкнутым ротором»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-14—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 14. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотами вала 56 мм и более. Измерения, оценка и пределы жесткости вибраций»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-15—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 15. Предельные уровни импульсного напряжения для вращающихся машин переменного тока с шаблонной катушкой статора»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-16-1—2015 «Машины электрические вращающиеся. Часть 61-1. Системы возбуждения для синхронных машин. Определения»
	IDT	ГОСТ Р МЭК/ТС 60034-17—2009 «Машины электрические вращающиеся. Часть 17. Руководство по применению асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором при питании от преобразователей»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-18-1—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 18-1. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Общие требования»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-18-21—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 18-21. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методы испытаний обмоток из обмоточного изолированного провода. Оценка тепловых характеристик и классификация»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-18-22—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 18-22. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методики испытаний обмоток из обмоточного изолированного провода. Классификация изменений при замене компонентов изоляции»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-18-31—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 18-31. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методы испытаний для шаблонных обмоток. Оценка и классификация систем изоляции, используемых во вращающихся машинах, по тепловым характеристикам»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-18-32—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 18-32. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методы испытаний для шаблонных обмоток. Оценка электрической стойкости»
	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-18-33—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 18-33. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методы испытаний для шаблонных обмоток. Многофакторная оценка стойкости систем изоляции в условиях совместного воздействия при термической и электрической нагрузках»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-18-34—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 18-34. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методы испытаний для шаблонных обмоток. Оценка термомеханической стойкости систем изоляции»
	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-18-41—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 18-41. Квалификационные и типовые испытания для систем электроизоляции типа I, используемых во вращающихся электрических машинах с питанием от преобразователей источника напряжения»

Продолжение таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-18-42—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 18-42. Квалификационные и приемочные испытания для систем электроизоляции, стойких к частичному разряду, типа II, используемых во вращающихся электрических машинах с питанием от преобразователей источника напряжения»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-19—2017 «Машины электрические вращающиеся. Часть 19. Специальные методы испытаний для машин постоянного тока с обычной подачей электропитания и через выпрямитель»
	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-20-1—2013 «Машины электрические вращающиеся. Часть 20-1. Управляющие двигатели. Шаговые двигатели»
	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-24—2015 «Машины электрические вращающиеся. Часть 24. Онлайновое обнаружение и диагностика потенциальных отказов активных деталей вращающихся электромашин и деталей с подшипниковым током. Руководство по применению»
	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-25—2017 «Машины электрические вращающиеся. Часть 25. Электрические машины переменного тока, используемые в системах силового привода. Руководство по применению»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-26—2015 «Машины электрические вращающиеся. Часть 26. Влияние несбалансированных напряжений на рабочие характеристики трехфазных асинхронных двигателей»
	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-27—2015 «Машины электрические вращающиеся. Часть 27. Измерения частичного разряда на изоляции статорной обмотки отключенных от сети вращающихся электрических машин»
	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-27-2—2015 «Машины электрические вращающиеся. Часть 27-2. Измерения частичного разряда на изоляции статорной обмотки включенных в сеть вращающихся электрических машин»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-28—2015 «Машины электрические вращающиеся. Часть 28. Методы испытаний для определения параметров эквивалентной схемы замещения трехфазных низковольтных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-29—2013 «Машины электрические вращающиеся. Часть 29. Эквивалентные методы нагрузки и наложения. Косвенное определение превышения температуры»
	IDT	ГОСТ IEC 60034-30-1—2016 «Машины электрические вращающиеся. Часть 30-1. Классы КПД двигателей переменного тока, работающих от сети (код IE)»
	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-30-2—2021 «Машины электрические вращающиеся. Часть 30-2. Классы эффективности двигателей переменного тока с регулированием частоты вращения (код IE)»
	IDT	ГОСТ IEC/TS 60034-31—2015 «Машины электрические вращающиеся. Часть 31. Выбор энергоэффективных двигателей, включая приводы с регулирующей скоростью. Руководство по применению»
IEC 60092 (все части)	—	*
IEC 60092-301	—	*
IEC 60092-302	MOD	ГОСТ Р 58825—2020 (МЭК 60092-302:1997) «Электрооборудование судов. Часть 302. Устройства комплектные низковольтные распределения и управления»

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
IEC 60092-352	—	*
IEC 60092-401	—	*
IEC 60364-4-41	IDT	ГОСТ Р 50571.4.41—2022/МЭК 60364-4-41:2017 «Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Защита для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током»
IEC 60533	—	*
IEC 60947-2	IDT	ГОСТ IEC 60947-2—2021 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели
IEC 60947-3	IDT	ГОСТ IEC 60947-3—2022 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и их комбинации с предохранителями»
IEC 61557-8	—	*

*Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированный стандарт.

Библиография

[1] Battery installations — Key hazards to consider and Lloyd's Register's approach to approval — Second edition, January 2016

[2] International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974

[3] IEC 60909 (all parts) Short-circuit currents in three-phase a.c. systems (Токи короткого замыкания в трехфазных системах переменного тока)

[4] IEC 61363-1 Electrical installations of ships and mobile and fixed offshore units — Part 1: Procedures for calculating short-circuit currents in three-phase a.c. (Установки электрические для судов и подвижных и стационарных морских платформ. Часть 1. Процедуры расчета токов короткого замыкания в системах трехфазного переменного тока)

[5] IEC 61557-9 Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. — Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures — Part 9: Equipment for insulation fault location in IT systems (Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытания, измерения или контроля средств защиты. Часть 9. Аппаратура для определения места повреждения изоляции в ИТ-системах)

[6] IEC 61660 (all parts) Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations (Токи короткого замыкания, возникающие во вспомогательных установках постоянного тока на электростанциях и подстанциях)

[7] MSC.302(87) Adoption of performance standards for bridge alert management

УДК [621.355.9:621.331]:006.354

ОКС 47.020.60
27.010
29.020
29.220
29.240.99

Ключевые слова: судовые системы энергообеспечения, распределительные системы постоянного тока, системы накопления электрической энергии, батарейные системы

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 30.10.2024. Подписано в печать 14.11.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,37.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru