

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)
«ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ ВО «МГТУ»



методические указания
для выполнения практических работ

специальность 26.02.06 Эксплуатация судового электрооборудования и средств
автоматики

код и наименование направления подготовки /специальности

Мурманск
2020

Автор (составитель):

Колоянов Е.В., преподаватель ММРК имени И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»
Ф.И.О., ученая степень, звание, должность, квалиф. категория

рассмотрено на заседании методической комиссии
от 23.09.2020 протокол № 1.

(дата)

Практическая работа

Тема: Периодичность ТО. Составление графиков ТО судового электрооборудования

Цель: Ознакомиться, изучить и усвоить периодичность ТО судового электрооборудования, порядок ведения технической документации и составление графика ТО

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО и компетенций согласно МК ПДНВ (К-23, Кр-13, Кр-17, Кр-18)

К-23 Техническое обслуживание и ремонт оборудования электрических систем, распределительных щитов, электродвигателей, генераторов, а также электросистем и оборудования постоянного тока

Кр-13 Начальное понимание: .1 конструкции и эксплуатационных характеристик судовых систем и оборудования постоянного и переменного тока

Кр-17 Способность понимать и выполнять процедуры текущего технического обслуживания и ремонта

Кр-18 Понимание руководств изготовителя по безопасности и судовых инструкций

Оборудование: методический материал для выполнения практической работы

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования

Для оборудования системы электроснабжения принята система планово-предупредительных осмотров и обслуживаний, а также планово-предупредительных ремонтов (ППО и ППР). Эти виды работ включают: планирование; подготовку; выполнение определенных видов технического обслуживания и ремонтов с заданной последовательностью и периодичностью.

Техническое обслуживание электрооборудования делится на: плановое техническое обслуживание; техническое обслуживание при хранении

Техническое обслуживание при хранении электрооборудования включает в себя следующие виды работ: подготовка к хранению и консервация; контроль за техническим состоянием в процессе хранения (ежеквартальный осмотр); подготовка электрооборудования к использованию по назначению (расконсервация)

Плановое техническое обслуживание электрооборудования делится на следующие виды: техническое обслуживание № 1 (ТО-1); техническое обслуживание № 2 (ТО-2); техническое обслуживание № 3 (ТО-3)

В техническое обслуживание № 1 входят следующие виды работ:

- внешний уход (проверка состояния узлов и деталей внешним осмотром; протирка и чистка электрооборудования от пыли и грязи и удаление коррозии с металлических частей и деталей)

- проверка состояния крепежных соединений (проверка надежности соединений; подтягивание ослабевших крепежей; замена поврежденных болтов и винтов)
- внешний контроль за состоянием электроизоляции
- контроль за наличием и состоянием смазки
- проверка исправности контрольно-измерительных приборов (внешний осмотр прибора; установка стрелки прибора на нулевое деление (корректором); проверка наличия повелительного клейма (пломбы).

В техническое обслуживание № 2 входят следующие виды работ:

- выполнение работ, входящих в ТО-1
- опробование электрооборудования под нагрузкой

В техническое обслуживание № 3 входят следующие виды работ:

- входящие в ТО-1
- по выявлению степени износа деталей
- по контролю и регулировке
- по пополнению или замене смазки

Характер работ при каждом виде ремонта определяется назначением, конструкцией и степенью износа частей и деталей электрооборудования. На оборудовании системы электроснабжения помимо ТО производятся текущий (ТР) и капитальный (КР) ремонты.

В соответствии с руководящими документами и исходя из условий эксплуатации электрооборудования установлена следующая периодичность проведения технических осмотров (ТО) и ремонтов: ТО-1 - ежедневно; ТО-2 - перед пуском электрооборудования в работу; ТО-3 - два раза в год

1.2 Виды, содержание и объемы ремонтов

Виды ремонтов:

Техническое обслуживание - это тот перечень работ, выполняемых в промежутках между плановыми и неплановыми ремонтами оборудования, который позволяет обеспечить необходимый уровень надежности работы оборудования.

Техническое обслуживание в себя включает: обновление надписей, проверка кабелей, проверка наличия уплотнения, состояние заземляющих устройств, регулировка и чистка контактов и т.д.

Текущий ремонт - замена или ремонт неисправных узлов или частей, которые выполняются в соответствии с планом ремонта.

Текущий ремонт подразумевает: замена контактов, изоляторов, уплотнения, вышедших из строя блоков.

Капитальный ремонт - проводится для восстановления исправности и ресурса изделия. Электрооборудование полностью разбирают, восстанавливают или заменяют изношенные детали, налаживают и испытывают в полном объеме. Производиться силами ремонтных предприятий, периодичностью согласно нормативно - технической документации.

1.3 Правила безопасности при ремонте электрооборудования

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются:

- 1) выдача наряда или распоряжения на производство работ;
- 2) организация работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации, согласно их перечню;
- 3) выдача разрешения на допуск;
- 4) допуск на рабочее место;
- 5) надзор при выполнении работ;
- 6) перевод на другое рабочее место;
- 7) оформление перерывов в работе, окончания работы.

1.4 Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения

Для подготовки рабочего места к работе, требующей снятия напряжения, должны быть в указанном порядке выполнены следующие технические мероприятия:

- 1) произведены необходимые отключения;
- 2) вывешены запрещающие плакаты во избежание подачи напряжения на рабочее место;
- 3) проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях;
- 4) наложено переносное заземление;
- 5) проведены работы по ограждению рабочего места;
- 6) вывешены указательные плакаты «Заземлено» .

Эти технические мероприятия выполняет допускающий к работе по разрешению лица, отдающего распоряжение на производство работ.

Допускающим к работе может быть лицо из числа оперативного персонала в электроустановках напряжением выше 1000 В с квалификационной группой IV по ТБ, а в электроустановках до 1000 В - с группой III.

1.5 Бирочная система - это система допуска к работам связанным с эксплуатацией и ремонтом механизмов с электроприводом, направленная на обеспечение безопасной организации труда и установление правильных производственных взаимоотношений между лицами, выполняющими эти работы.

При выполнении работ, связанных с оформлением наряд-допуска, допуск к работам на механизмах с электроприводом определяется совместными требованиями наряд-допуска и бирочной системы.

Бирочная система предусматривает применение двух типов бирок: жетон-бирка, ключ-бирка. В зависимости от принципа управления и конструкции электропривода механизм должен быть оснащен или жетон-биркой, или жетон-биркой и ключ-биркой. Жетон-бирка должна устанавливаться на панели управления электроприводом механизма. Ключ-бирка должен устанавливаться на пульте управления электроприводом механизма или группы механизмов и обеспечивать одновременную их остановку.

1.6 Составление годового графика ТО и ТР электрооборудования

Текущий ремонт выполняется в плановом порядке по графикам, утвержденным руководителем энергетической службы. При этом, во избежание неоправданных операций по разборке оборудования, при текущих ремонтах максимально использовались диагностические методы контроля состояния электрооборудования. Текущий ремонт выполняется за счет и по смене эксплуатационных расходов.

Техническое обслуживание выполняется, как правило, на месте установки элект-

трооборудования. Техническое обслуживание при подготовке к хранению, а также непосредственно после его окончания производится в случае, если период хранения продолжается более двух месяцев. Как правило, эти работы должны производиться электромонтерами хозяйства.

Исходными данными для планирования потребности в материалах и запасных частях 1 на ТО и ТР (включая устранения отказов электрооборудования) является годовой план проведения профилактических мероприятий, нормы расхода материалов и запасных частей. Годовая потребность определяется по каждой группе или виду электрооборудования. На основе этих расчетов определяется потребность в материалах и запасных частях в целом по предприятию, отдельно для каждого вида материалов и каждой номенклатуры запасных частей.

С целью сведения до минимума длительных простоев электроустановок при отказах создается резервный (неснижаемый) запас электрооборудования. Резервное электрооборудование должно использоваться только для замены отказавшего электрооборудования того же или взаимозаменяемого типа. Замененные электрические аппараты направляются в ремонт, а отремонтированные - поступают в резервный запас. Отказавшее, но не подлежащее ремонту электрооборудование списывается и пополнение запасом нового.

Исходные данные для составления годового графика ТО и ТР электрооборудования являются:

1. Таблица трудоемкости ТО и ТР электрооборудования;
2. Количество электромонтеров в группах ТО, ТР и Тдеж;
3. Продолжительность рабочей смены;
4. Коэффициент использования рабочего времени смены с учетом времени на переходы и переезды (время переходов примем за 0,5 часа), также времени на подготовку к работе, то есть подготовку рабочего места и окончание работы (уборка рабочего места), которое в сумме составляет 0,5 часа.

Исходные данные сводятся в годовой график ТО и ТР электрооборудования.

Разбивка трудозатрат на ТО и ТР каждого типа электрооборудования осуществляется, исходя из годового числа ТО и ТР, из количественного состава бригады (один или два человека) и трудоемкости на объекте на одно ТО и ТР.

2 Контрольные вопросы

- 2.1 Что такое плановое ТО и ТР при хранении?
- 2.2 Состав ТО-1.
- 2.3 Состав ТО-2.
- 2.4 Состав ТО-3.
- 2.5 Что такое текущий и капитальный ремонт?
- 2.6 Мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.
- 2.7 Мероприятия, обеспечивающие безопасность работ при снятии напряжения.
- 2.8 Что такое бирочная система?
- 2.9 Для чего составляют графики ТО и ТР?
- 2.10 Исходные данные для составления графиков ТО и ТР.

3 Оформление отчёта

- 3.1 Номер, тема, цель работы.
- 3.2 Ответы на контрольные вопросы (приложить все необходимые рисунки,

схемы, графики).

3.3 Вывод о проделанной работе.

4 Литература

4.1 Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2017

4.2 Александровская А.Н. Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2016

4.3 Москаленко В.В. Справочник электромонтера. - М.: Академия, 2014

Практическая работа

Тема: Обнаружение неисправностей в электроцепях, установление мест неисправностей и меры по предотвращению повреждений

Цель: Ознакомиться, изучить и усвоить способы обнаружения неисправностей и методы их устранения

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО и компетенций согласно МК ПДНВ (К-24, К-26, Кр-1, Кр-13, Кр-14)

К-24 Обнаружение неисправностей в электроцепях, установление мест неисправностей и меры по предотвращению повреждений

К-26 функционирование и рабочие испытания следующего оборудования и его конфигурация: .1 системы слежения .2 устройства автоматического управления .3 защитные устройства

Кр-1 Безопасное использование и эксплуатация электрического оборудования, включая: .1 меры безопасности, принимаемые до начала работы или ремонта .2 процедуры изоляции .3 порядок действия при авариях .4 различное электрическое напряжение на судне

Кр-13 Начальное понимание: .1 конструкции и эксплуатационных характеристик судовых систем и оборудования постоянного и переменного тока

Кр-14 Начальное понимание: .2 использования измерительных приборов, станков и ручных и электрических инструментов

Оборудование: методический материал для выполнения практической работы

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Наиболее часто встречающиеся неисправности в электрических схемах электроприборов:

- 1) обрыв (сопротивление электрической цепи равно бесконечности);
- 2) значительное увеличение сопротивления;
- 3) значительное уменьшение сопротивления;
- 4) короткое замыкание (сопротивление электрической цепи близко к нулю).

Общие причины возникновения этих неисправностей:

- обрыв из-за старения элементов, прохождения повышенных токов, ударов, вибрации и коррозии;

- значительное увеличение сопротивления электрических цепей по сравнению с номинальным значением, вызываемое старением элементов, ухудшением контактов и контактных соединений, отклонением параметров отдельных элементов;

- значительное уменьшение сопротивления электрических цепей по сравнению с номинальным значением из-за увеличения поверхностных утечек и старения элемен-

тов.

Короткие замыкания являются следствием пробоя изоляции, замыкания проводников и элементов на корпус и между собой (для проводников разных полярностей и фаз).

При поиске неисправности необходимо знать и уметь использовать признаки исправной работы электрооборудования. Их можно разделить на две основные группы: активные - показания световых и звуковых сигналов, сигнализаторов, срабатывания средств защиты, а также признаки, выявляемые при измерении прибором;

пассивные или вторичные признаки, воспринимаемые при внешнем осмотре

электрооборудования (визуальные, звуковые, осязательные, обонятельные).

Световые и звуковые сигналы, сигнализаторы позволяют наблюдать за состоянием электроприборов.

Средства защиты (предохранители, максимальные или минимальные реле, автоматы и т. п.), срабатывая, отключают электрические цепи от источников электроэнергии при наличии в отключенной части схемы повышенных токов утечки, токов перегрузки и коротких замыканий.

При неисправностях - типа обрыва - защита обычно не срабатывает, но ее нормальное состояние при наличии неисправности в электрической схеме является косвенным свидетельством того, что повреждение имеет характер обрыва. Поиск неисправностей производится путем направленных измерений параметров элементов электрических схем с помощью переносных приборов и измерительных комплектов, используя активные признаки.

1.2 При измерении параметров (сопротивление, ток, напряжение) отдельных элементов в электрических схемах (например, логических систем управления и т. п.) с помощью переносных приборов необходимо использовать карты сопротивлений, напряжений, токов на выходе отдельных элементов и блоков, приводимые в инструкциях по эксплуатации этих аппаратов.

При проведении специальных направленных измерений в практике используется ряд частных способов поиска неисправностей:

- промежуточных измерений, дающих возможность последовательно проследить прохождение сигналов по различным каналам системы;
- исключения, позволяющий посредством измерений исключить исправные части проверяемой схемы и выделить отказавший элемент;
- замены блоков (деталей), в которых предполагается наличие неисправности, на однотипные заведомо исправные;
- сравнения результатов испытаний отказавшей схемы с результатами испытаний исправной схемы того же типа, эксплуатируемой в тех же условиях.

1.3 В общем случае поиск неисправностей состоит из следующих этапов:

- а) установление факта неисправности электроприбора по изменению активных и пассивных признаков нормальной работы;
- б) анализ имеющихся признаков неисправностей и сопоставление их с возможным состоянием элементов электроприбора;
- в) сравнение признаков неисправностей, указанных в инструкциях по эксплуатации и известных из опыта эксплуатации, с наблюдаемыми признаками;
- г) выбор оптимальной последовательности поиска и объема дополнительных измерений для обследования элементов, в которых возможно появление неисправностей;
- д) последовательное измерение;
- е) общая оценка результатов испытаний и заключение о наиболее вероятных причинах неисправности выделенного элемента;
- ж) устранение неисправности.

1.4 Основными причинами неисправности элементов электроники являются:

- перегрузки по току;
- перенапряжения;
- повышенная температура окружающей среды;
- недопустимая вибрация, удары.

При возникновении неисправности или отказа объекта (системы, устройства, блока, модуля, электронной платы) поиск неисправного элемента электроники рекомендуется начинать после предварительной проверки исправности:

- сигнальных ламп, предохранителей, выключателей и других средств коммутации и защиты объекта;
- блока или узла питания объекта путем измерения вольтметром напряжения на входе и выходе;
- внешних устройств - датчиков, сигнализаторов, конечных выключателей, мониторов, кинескопов, акустических систем и т. д.

После этого рекомендуется проверить значения напряжений или параметров импульсов в предусмотренных инструкцией по эксплуатации контрольных точках.

Дальнейший поиск неисправного элемента рекомендуется выполнять, с учетом следующие указания:

- должен быть изучен и уяснен принцип действия неисправного объекта;
- вначале отыскивается более сложный неисправный объект, далее - более простой (по принципу система - блок - узел - элемент);
- анализируются признаки неисправности, выдвигаются предположения ее причин и выбирается метод проверки;
- проводится выборочная проверка участков и отдельных элементах, неисправности которых наиболее вероятны, а проверка их занимает наименьшее время;
- если выборочной проверкой неисправный элемент не обнаружен, следует перейти к поиску методом исключения, двигаясь от входа к выходу объекта, либо деля его перед началом следующей проверки на две равные по трудоемкости проверки части;
- если неисправность нехарактерна, то целесообразно, опустив этап выборочной проверки, начинать поиск сразу с метода исключения.

1.5 Вводить и выводить из действия съемные объекты для осмотра, замены на запасные или поиска неисправных элементов рекомендуется при выключенном напряжении питания, особенно при наличии разъемных контактных соединений.

При внешнем осмотре объекта необходимо обращать внимание

- на нарушения защитных и изоляционных покрытий;
- на изменение цвета, наличие потемнений, вздутий и трещин;
- на исправность креплений, контактных поверхностей, соединений и паек;
- на температуру элементов (корпусов, транзисторов, резисторов, диодов, микросхем, электролитических конденсаторов) сразу же после выключения схемы.

При этом необходимо помнить, что температура корпусов при нормальной эксплуатации не должна превышать 45-60°C - на ощупь (превышение температуры выше 60°C рука не терпит).

Элементы с обнаруженными изъянами подлежат проверке в первую очередь.

1.6 Определение неисправного элемента в объекте, находящемся под напряжением, рекомендуется выполнять с использованием исправных удлинителей и переходных устройств, измерительных приборов с высоким внутренним сопротивлением и имеющихся в документации указаний о значениях и полярности потенциалов.

При отсутствии необходимых данных поиск может производиться путем сравнения по участкам напряжений на одинаковых элементах заведомо исправного (запасного или аналогичного) и неисправного объектов.

Определение неисправного элемента без подачи напряжения на объект может

производиться измерением сопротивлений посредством омметра по участкам или элементам, работоспособность которых вызывает сомнение.

При необходимости один или несколько выводов элементов могут быть отключены (отпаяны).

При нарушении исправности элемента (увеличение тока утечки, уменьшение сопротивления изоляции или напряжения переключения и т. п.) необходимо выполнить измерения его основных параметров посредством обычных или специальных приборов и проверочных схем.

При отсутствии паспортных данных элемента результаты измерений могут быть сопоставлены с аналогичными данными запасных заведомо исправных элементов.

В процессе поиска, проверки и замены неисправных элементов (особенно полупроводниковых приборов) с использованием наиболее простых средств необходимо внимательно маркировать выводы приборов.

После обнаружения неисправного элемента анализируются возможные причины неисправности, которые должны быть устранены до замены его и ввода объекта в действие.

Для повышения достоверности результатов измерение параметров элементов рекомендуется выполнять в сухом помещении при температуре воздуха 20-25 °С (особенно для терморезисторов, германиевых диодов и транзисторов).

Если принятые меры по осмотру и проверке неисправного объекта не привели к восстановлению его работоспособности, а поиск неисправного элемента не дал результата, объект подлежит передаче в ремонт спец мастерские.

Самостоятельное вскрытие и ремонт сложных объектов, основанных на современных полупроводниковых элементах, при отсутствии четких указаний в инструкции по эксплуатации не рекомендуется.

1.7 Поврежденные электрические цепи и оборудование в результате пожаров

При использовании оборудования с хорошей изоляцией и правильно выполненными кабельными трассами электричество является безопасным источником энергии. Но если электрооборудование изношено, неправильно эксплуатируется или кабельные трассы выполнены неверно, оно может способствовать превращению электрической энергии в теплоту. В этом случае оборудование становится источником воспламенения. Поэтому его установка, обслуживание, испытание и ремонт должны выполняться в соответствии с существующими нормами и правилами и только квалифицированными специалистами.

Обычное электрооборудование не может долго работать в море. Соленый воздух вызывает коррозию, вибрация судна разрушает электрооборудование, стальной корпус может вызвать блуждающие токи или короткое замыкание. В результате электрооборудованию или кабелям грозит перегрев или возникновение электрической дуги. Одобренное электрооборудование, как правило, специально спроектировано и изготовлено для установки на судах.

Изоляция электрических кабелей, особенно для нагревательных приборов, электрического переносного инструмента, рефлекторов для освещения при погрузочно - разгрузочных работах, переносных ламп, повреждается быстрее. В случае разрыва изоляции оголенный провод становится источником опасности.

Если в цепи установлен слишком мощный предохранитель или автоматический выключатель, её разрыв при коротком замыкании может не произойти, но возникнет большой ток, и вся цепь перегреется. В конечном итоге изоляция загорится и вызовет

воспламенение находящихся вблизи горючих материалов. Такой пожар можно предотвратить заменой проводов с повреждённой изоляцией и установкой предохранителей и автоматических выключателей только того типоразмера, который подходит для данной цепи.

Временные электрические выводы («временки») для подключения дополнительных потребителей (особенно в жилых помещениях экипажа) - категорически запрещается.

Открытая горячая электрическая лампочка может при непосредственном соприкосновении с горючим материмом вызвать его воспламенение.

Неисправности электродвигателей, которые возникают при плохом техническом обслуживании или в результате старения, являются одной из основных причин пожара. Электродвигатели требуют регулярных осмотров, испытаний, смазки и чистки. В машинных отделениях существует повышенная электрическая опасность. Вода из повреждённых трубопроводов забортной воды может вызвать мощное короткое замыкание и дугу в электродвигателе, распределительных щитах и другом электрооборудовании.

В процессе зарядки аккумуляторных батарей происходит выделение водорода, который является легковоспламеняющимся газом. Смесь воздуха 4,1-74,2 % водорода по объёму потенциально взрывоопасна. Водород легче воздуха и следовательно, по мере выделения он поднимается вверх. Если в самой высокой точке аккумуляторной не предусмотрена вентиляция, водород скапливается под подволоком, и любой источник воспламенения может вызвать взрыв и пожар. Аккумуляторные батареи следует заряжать в хорошо вентилируемых помещениях.

2 Контрольные вопросы

- 2.1 Часто встречающиеся неисправности и их причины?
- 2.2 Признаки исправной работы электрооборудования.
- 2.3 Способы поиска неисправностей при специальных измерениях.
- 2.4 Общие этапы поиска неисправностей.
- 2.5 Неисправности элементов электроники.
- 2.6 Неисправности электрооборудования, как источник пожаров.

3 Оформление отчёта

- 3.1 Номер, тема, цель работы.
- 3.2 Ответы на контрольные вопросы (приложить все необходимые рисунки, схемы, графики).
- 3.3 Вывод о проделанной работе.

4 Литература

- 4.1 Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2017
- 4.2 Александровская А.Н. Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2016
- 4.3 Москаленко В.В. Справочник электромонтера. - М.: Академия, 2014

Практическая работа

Тема: Методы ремонта судовых синхронных генераторов

Цель: Ознакомиться, изучить и усвоить методы ремонта судовых синхронных генераторов

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО и компетенций согласно МК ПДНВ (К-23, Кр-1, Кр-13, Кр-17, Кр-18, Кр-20, Кр-24, Кр-25)

К-23 Техническое обслуживание и ремонт оборудования электрических систем, распределительных щитов, электромоторов, генераторов, а также электросистем и оборудования постоянного тока

Кр-1 Безопасное использование и эксплуатация электрического оборудования, включая: .1 меры безопасности, принимаемые до начала работы или ремонта .2 процедуры изоляции .3 порядок действия при авариях .4 различное электрическое напряжение на судне

Кр-13 Начальное понимание: .1 конструкции и эксплуатационных характеристик судовых систем и оборудования постоянного и переменного тока

Кр-17 Способность понимать и выполнять процедуры текущего технического обслуживания и ремонта

Кр-18 Понимание руководств изготовителя по безопасности и судовых инструкций

Кр-20 Проверка, обнаружение неисправностей и техническое обслуживание, а также восстановление электрического и электронного контрольного оборудования до рабочего состояния

Кр-24 Обнаружение неисправностей механизмов, обнаружение мест, где имеются неисправности, и действия для предотвращения повреждений

Кр-25 Техническое обслуживание и ремонт осветительных приборов и питающих систем

Оборудование: методический материал для выполнения практической работы

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Контроль температуры

1.1.1 Температура статорной обмотки в номинальном режиме работы не должна превышать 90 градусов. Температура измеряется в каждой фазе термосопротивлением. Перегрев генератора может быть вызван несколькими причинами. В первую очередь при повышении температуры следует обратить на ток нагрузки генератора, в случае если ток больше номинального, необходимо снизить нагрузку генератора, либо ввести в параллель дополнительный генератор. В случае, если ток нагрузки не выше номинального следует замерить температуру поступающего в генератор воздуха (должна быть не выше 50°C) и оценить загрязнённость вентиляционных каналов генератора. При необходимости необходимо их очистить и промыть.

1.1.2 Местный нагрев, гудение, появление дыма может быть вызвано появлением межвиткового КЗ в обмотке статора генератора. При появлении указанных признаков и подозрения на появление межвиткового КЗ необходимо в первую очередь измерить сопротивление изоляции относительно корпуса, а также сопротивление фаз. Если значения фазных сопротивлений разные, или мало сопротивление изоляции генератор необходимо разобрать и тщательно осмотреть. Если выявленная неисправность не может быть устранена на судне, генератор необходимо сдать в ремонт.

1.1.3 Максимальная температура подшипника не должна превышать 85°C. При превышении этого значения в первую очередь необходимо замерить уровень смазки,

сорт и определить её качество. Если смазки недостаточно, необходимо её добавить, если же она загрязнена, то необходимо её полностью удалить, очистить подшипник после чего наполнить подшипник заново.

При вскрытии крышки подшипника необходимо в первую очередь провести визуальный осмотр, на наличие явных неисправностей подшипника. При отсутствии оных, если замена смазки не привела к уменьшению температуры необходимо замерить зазор в подшипнике. Зазор в подшипнике можно замерить методом подкладывания между подшипником и валом специальных проволок из мягкого материала. Также необходимо проверить сопрягаемые с подшипником детали, на наличие зазоров и стираний.

1.1.4 В большинстве случаев, повышенная вибрация машины вызвана несоосностью валов приводного двигателя и генератора. Примерно 50% всех поломок машин и в первую очередь подшипников, вызваны перекосами валов. При несоосных валах возникает момент сил реакции, который приводит к повышенным нагрузкам на опоры и вызывает: износ подшипников; износ уплотнений; повышенное потребление энергии; увеличение уровня вибрации и шума; снижение работоспособности и надежности машин.

Определить несоосность можно: прямым измерением; косвенно по повышению температуры подшипниковых узлов; вибродиагностическими методами. Казалось бы, самым простым и надежным является прямое измерение, но на практике традиционные методы (индикаторы, микрометры, щупы) часто не дают результата.

Известны следующие методы центровки: штангенциркулем или щупами - измерение радиальных и торцевых зазоров на полумуфтах: приспособлениями с индикаторами часового типа; приборами с бесконтактными датчиками биения вала; оптическими приборами; лазерными приборами.

В приборах на базе лазерной и микропроцессорной техники реализован метод «обратных индикаторов», обеспечивающий быстрое и качественное выполнение работ, почти полностью исключается влияние «человеческого фактора». Используемые при этом лазерные лучи не отклоняются от прямолинейности, что позволяет при разрешении детектора 0,001 мм обеспечить высокую точность. Данные в процессе центровки выводятся на экран в режиме реального времени. Таким образом, результаты перемещений агрегата, установки подкладок или затяжки болтов крепления можно видеть в тот самый момент, когда они производятся. Программное обеспечение приборов дает возможность учитывать и компенсировать влияние тепловых деформаций и смещений от натяжения трубопроводов при выходе механизма на эксплуатационный режим.

1.1.5 Подшипник качения является самым распространенным и наиболее уязвимым элементом любого роторного механизма. Подшипники осуществляют пространственную фиксацию вращающихся роторов и воспринимают основную часть статических и динамических усилий, возникающих в механизме. Поэтому техническое состояние подшипников является важнейшей составляющей, определяющей работоспособность механизма в целом.

1.1.6 Овальность шеек вала может быть замерена микрометром, либо другим точным измерителем. Устраняется методами наплавки либо протачивания под ремонтные размеры.

1.1.7 Витковые замыкания в обмотках роторов синхронных электродвигателей и генераторов вызывают вибрацию на частоте вращения и частоте действия электро-

магнитных сил (вторая сетевая - 100 Гц). Часто на опорах с момента пуска и до стабилизации теплового режима наблюдается постоянный рост вибрации на частоте вращения ротора, т.к. витковые замыкания из-за локального нагрева и прогиба ротора вызывают тепловой дисбаланс.

Для выявления витковых замыканий обмотки обычно проводятся измерения полного сопротивления обмотки ротора при питании переменным напряжением 220 В промышленной частоты при разных частотах вращения. При отсутствии витковых КЗ с изменением частоты вращения полное сопротивление ротора изменяется плавно, без скачков. Здесь важным является сопоставление полученных зависимостей с ранее снятыми при тех же условиях. Уточнение места замыкания может быть произведено измерением сопротивления между каждой парой витков в пазу с помощью щупов (при наличии вентиляционных отверстий). Данный метод связан со значительными затратами времени и сложностью применения при критических частотах вращения ротора, что представляется наиболее важным при диагностике витковых повреждений.

Наличие витковых КЗ считается допустимым, если оно не приводит к изменению уровня вибраций из-за теплового не баланса. В противном случае генератор необходимо сдавать в ремонт.

1.1.8 При работе генератора с повышенным шумом необходимо произвести диагностику подшипника, как описано в пункте проверить соединение генератора с приводным двигателем, проверить задевание крылатки за корпус, если необходимо устранить.

1.1.9 Дисбаланс воздушного зазора между обмотками статора и ротора может вызывать повышенную вибрацию, и ухудшение состояния электрических характеристик генератора и как результат укорачивание срока службы машины.

Дисбаланс может быть вызван ослабление крепёжных болтов, перекосом фундамента и проседанием подшипников. В этом случае воздушный зазор необходимо сделать равномерным. Для этого необходимо: приготовить специальный измерительный щуп; снять крышку генератора; измерения необходимо производить в 4-х местах, по вертикальной оси вверху и внизу, по горизонтальной слева и справа (при затруднённом доступе к машине допускается измерение в трёх точках, исключается нижний зазор); убедиться в том, что разность максимальных значений зазоров в разных точках не превышает 15% от среднего значения, если это не так необходимо производить центровку. Необходимо помнить, что при работе ротор машины немного приподнимется. Таким образом, воздушный зазор в верхней части должен быть на 0.1 мм больше чем в нижней.

1.2 Для оценки технического состояния и диагностики подшипников качения в настоящее время широко используются следующие методы: ПИК- фактор, по спектру вибросигнала, по спектру огибающей, по методу ударных импульсов. Рассмотрим подробнее каждый из них.

Метод ПИК-фактора

Для контроля за техническим состоянием подшипников по этому методу необходимо иметь простой виброметр, позволяющий измерять два параметра вибросигнала: среднеквадратичное значение уровня (СКЗ) вибрации, т.е. энергии вибрации; пиковую амплитуду (ПИК) вибрации (положительную, отрицательную или полный размах - значения не имеет).

Отношение двух этих параметров ПИК/СКЗ называется ПИК-фактором.

В осциллограмме нового, хорошо смазанного подшипника присутствует стацио-

нарный сигнал шумового характера. С течением времени, по мере появления дефектов на деталях подшипника, в сигнале начнут появляться отдельные, короткие амплитудные пики, соответствующие моментам соударения дефектов. В дальнейшем, с развитием дефекта, сначала увеличиваются амплитуды пиков, потом постепенно увеличивается и их количество. Например, дефект, появившись на одном из шариков, создает впоследствии забоину на кольце, с него она переносится на другой шарик, дефекты шариков начинают вырабатывать сепаратор и т.д. до полного разрушения.

Сначала по мере появления и развития дефекта нарастает функция ПИК, а СКЗ меняется очень мало, поскольку отдельные, очень короткие амплитудные пики практически не меняют энергетические характеристики сигнала. В дальнейшем, по мере увеличения амплитуд и количества пиков, начинает увеличиваться энергия сигнала, СКЗ из-за временного сдвига/возрастает СКЗ вибрации. Отношение ПИК между ними имеет явно выраженный максимум на временной оси. На этом и основывается метод ПИК-фактора. Экспериментально было установлено, что момент прохода функции ПИК- фактор через максимум соответствует остаточному ресурсу подшипника порядка двух-трех недель.

Достоинство метода ПИК-фактора - простота. Для реализации нужен обычный виброметр общего уровня. Недостатки - слабая помехозащищенность метода и необходимость проводить многократные измерения в процессе эксплуатации. Установить датчик непосредственно на наружной обойме подшипника практически невозможно, поэтому сигнал вибрации характеризует не только подшипник, но и другие узлы механизма, что в данном случае рассматривается как помехи. Чем дальше установлен датчик от подшипника и сложнее кинематика самого механизма, тем меньше достоверность метода.

По спектру вибросигнала

Для контроля за техническим состоянием подшипников по данному методу необходим анализатор спектра вибрации (виброанализатор). Метод базируется на анализе спектра вибрации — выявлении периодичности (частоты) появления амплитудным виброанализатором и по частотному составу спектра, можно идентифицировать возникновение и развитие дефектов подшипника. Каждому дефекту на элементах подшипника (тела качения, внутреннее и наружное кольцо, сепаратор) соответствуют свои частоты, которые зависят от кинематики подшипника и скорости его вращения. Наличие той или иной частотной составляющей в спектре сигнала говорит о возникновении соответствующего дефекта, а амплитуда этой составляющей - о глубине дефекта.

Достоинства метода: высокая помехозащищенность (маловероятно наличие в механизме источников, создающих вибрации на тех же частотах, что и дефекты подшипника); высокая информативность. Возможна оценка состояния элементов подшипника (тел качения, внутреннего и наружного кольца, сепаратора), поскольку они генерируют разные частотные ряды в спектре.

Недостатки: метод дорогостоящий, если виброанализатор использовать только для контроля подшипников; метод малочувствителен к зарождающимся и слабым дефектам в связи с тем, что подшипники в большинстве случаев являются маломощными источниками вибрации.

Небольшой скол на шарике или дорожке не в состоянии заметно качнуть механизм, чтобы мы увидели эту частотную составляющую в спектре. И только при достаточно сильных дефектах амплитуды этих частотных составляющих начинают заметно

выделяться в спектре. Метод используется достаточно широко, особенно в среде профессиональных специалистов и дает хорошие результаты.

Метод спектра огибающей

Для контроля за техническим состоянием подшипников по этому методу необходим анализатор спектра вибрации с функцией анализа спектра огибающей высокочастотной вибрации. Метод базируется на анализе высокочастотной составляющей вибрации и выявлении модулирующих ее низкочастотных сигналов.

Высокочастотная часть сигнала изменяет свою амплитуду во времени, т.е. она модулируется каким-то более низкочастотным сигналом. Выделение и обработка этой информации и составляют основу метода.

Рассмотрим подшипник с зарождающимся дефектом (сколом, трещиной и т.д.) на наружной обойме. При ударе тел качения о дефект возникают высокочастотные затухающие колебания, которые будут повторяться (модулироваться) с частотой равной частоте перекачивания тел качения по наружному кольцу. Именно в этом модулирующем сигнале содержится информация о состоянии подшипника.

Установлено, что наилучшие результаты метод дает в том случае, если анализировать модуляцию не широкополосного сигнала, получаемого от акселерометра, а предварительно осуществить узкополосную фильтрацию сигнала, выбрать основную (несущую) частоту в диапазоне от 4 до 32 кГц и анализировать модуляцию этого сигнала. Для этого отфильтрованный сигнал детектируется, т.е. выделяется модулирующий сигнал (или еще его называют «огибающая сигнала»), который подается на узкополосный виброанализатор, и мы получаем спектр интересующего нас модулирующего сигнала или спектр огибающей. Что и дало название методу.

Обработка сигнала очень сложна, но результат стоит того. Дело в том, что небольшие дефекты подшипника не в состоянии вызвать заметной вибрации в области низких и средних частот. В то же время для модуляции высокочастотных вибрационных шумов энергии возникающих ударов оказывается вполне достаточно т.е. метод обладает очень высокой чувствительностью.

Спектр огибающей при отсутствии дефектов представляет собой почти горизонтальную, волнистую линию. При появлении дефектов над уровнем линии сплошного фона начинают возвышаться дискретные составляющие, частоты которых однозначно просчитываются по кинематике и оборотам подшипника.

Частотный состав спектра огибающей позволяет идентифицировать наличие дефектов, а превышение соответствующих составляющих над фоном однозначно характеризует глубину каждого дефекта.

Достоинства метода - высокая чувствительность, информативность и помехозащищенность.

Недостаток - высокая стоимость, необходим анализатор спектра вибрации с функцией анализа спектра огибающей высокочастотной вибрации. Метод очень широко используется в среде профессионалов и стационарных системах контроля технического состояния оборудования.

Метод ударных импульсов

Основан на измерении и регистрации механических ударных волн, вызванных столкновением двух тел. Ускорение частиц материала в точке удара вызывает волну сжатия, которая распределяется в виде ультразвуковых колебаний. Ускорение частиц материала в начальной фазе удара зависит только от скорости столкновения и не зависит от соотношения размеров тел. Период времени мал, и заметной деформации не

происходит. Величина фронта волны является мерой скорости столкновения (удара) двух тел. Во второй фазе удара поверхности двух тел деформируются, энергия движения отклонит тело и вызовет в нем колебания.

Для измерения ударных импульсов используется пьезоэлектрический датчик, на который не оказывает влияние фон вибрации и шум. Вызванная механическим ударом фронтальная волна сжатия возбуждает затухающие колебания в датчике (преобразователе).

Пиковое значение амплитуды этого затухающего колебания прямо пропорционально скорости удара V . Поскольку затухающий переходный процесс очень хорошо определяется и имеет постоянную величину затухания, его можно отфильтровать от других сигналов, т.е. от сигналов вибрации. Изменение и анализ затухающего переходного процесса - основа метода ударных импульсов.

Наблюдаемый процесс аналогичен тому, как отзывается на удары камертон. Как бы вы по нему ни ударили - он звенит на своей собственной частоте. Так и подшипниковые узлы от соударения дефектов «звенят» на своей частоте. Частота эта практически всегда лежит в диапазоне 28-32 кГц, и, в отличие от камертона, эти колебания очень быстро затухают, поэтому на осциллограммах они выглядят практически как импульсы, что и дало название методу.

Результаты измерений очень легко нормировать по скорости соударения, зная геометрию подшипника и его обороты. Амплитуды ударных импульсов однозначно связаны со скоростью соударения дефектов и глубиной дефектов. Поэтому по амплитудам ударных импульсов можно достоверно диагностировать наличие и глубину дефектов.

Достоинства - высокая чувствительность, информативность и помехозащищенность. Метод прост и дешев в реализации, существуют простые, портативные приборы.

Недостаток - существует одно ограничение, связанное с конструктивным исполнением механизма. Поскольку речь идет об измерении ультразвуковых волн колебаний, которые очень сильно затухают на границах разъемных соединений, для точности измерений необходимо, чтобы между наружным кольцом подшипника и местом установки датчика существовал сплошной массив металла. В большинстве случаев это не вызывает проблем. Метод широко используется в среде профессионалов, прост и доступен персоналу, обслуживающему оборудование.

1.3 Методы устранения дефектов, характерных для систем возбуждения и автоматических регуляторов напряжения.

Если генератор не возбуждается необходимо предпринять примерно следующие шаги. Во-первых по тахометру определить частоту вращения приводного двигателя, если ниже номинальной, смотреть регулятор частоты вращения приводного двигателя. Далее, если частота равна номинальной, замерить остаточное напряжение, если менее 3% от номинального напряжения генератора - подмагнитить. Если остаточное напряжение более 3%, необходимо отключить выводы корректора напряжения, если генератор возбуждается и напряжение на его выводах больше номинального, делаем вывод о неисправности корректора напряжения. Затем, если генератор не всё равно не возбуждается необходимо произвести проверку нормальной работы канала по

напряжению (замерить вторичное напряжение трансформатора напряжения) и проверить все соединения системы возбуждения, замерить сопротивление обмоток возбуждения и их сопротивление изоляции. Затем произвести проверку силовых выпрямителей и выпрямителей во вращающейся части.

1.3.1 Проверка диодов

Проверка диодов основывается на измерении его прямого и обратного сопротивления. Электрический тестер имеет на шкале значок, обозначающий диод. В этом положении меряем сопротивление диода в 2-х направлениях. Тестер при измерении подаёт очень небольшое напряжение, таким образом, при измерении диод оказывается не полностью открытым и тестер вместо 0.01 - 0.1 Ом показывает 10 - 100 Ом. Это не означает, что диод неисправен. Важно, чтобы обратное сопротивление при измерениях превосходило прямое в 100 - 1000 раз. Диод, рассчитанный на токи больше 0.1 А может быть проверен с помощью батарейки и лампочки. Германиевые диоды хуже в том, отношении, что они высоко чувствительны к кратковременным импульсам. Если диод проверяется не отдельно, а в схеме, необходимо убедиться в отсутствии параллельных цепей (резисторов или Р - Nпереходов). Если эти цепи есть, то приходится один из выводов диода выпаивать.

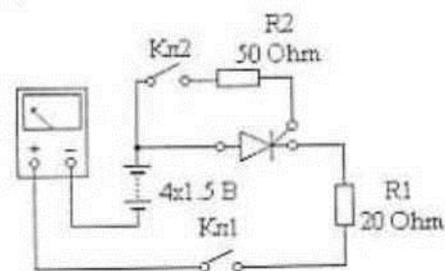
Если напряжение генератора ниже номинального, необходимо следовать следующим инструкциям. Во-первых, проверка частоты вращения первичного двигателя. Затем проверить настройки корректора напряжения, уставку напряжения выставить как указано в инструкции. По возможности отключить корректор, если напряжение стало больше номинального, необходима проверка корректора. Если напряжение генератора после отключения корректора неизменно необходимо проверить сопротивление выпрямительного моста в прямом направлении (предположительно путём замера падения напряжения на диодах в открытом состоянии) и проверить обмотки генератора.

1.3.2 Проверка корректора

При проверке корректора напряжения необходимо в первую очередь отключить его от генератора, и замерить поступает ли в него сигнал. Затем произвести визуальный осмотр для выявления явных поломок, наличия инородных тел, грязи, пыли. Проверить все соединения. Проверить на перегрев все резисторы и трансформатор. Проверить на прокручиваемость и плохой контакт реостат настройки напряжения. Проверить выходной тиристор корректора напряжения следующим образом.

1.3.3 Проверка тиристора

Тиристор представляет собой полууправляемый полупроводниковый ключ (триод), который можно открыть, подавая на управляющий вход сигнал, а закрывается он автоматически, если напряжение между А и К равно 0. Для проверки тиристора необходимо собрать следующую схему.



При начальных условиях ключи 1 и 2 разомкнуты. В первую очередь замыкаем ключ 1. Показания тестера, измеряющего ток через нагрузку R1 - 0 А, т.к. тиристор не открыт. Далее при замыкании ключа 2 тиристор открывается и через нагрузку протекает ток (примерно 200 мА). При размыкании ключа 2, тиристор остаётся открытым, ток через нагрузку неизменен (примерно 200 мА). Если показания прибора не будут соответствовать указанным в данной инструкции, значит тиристор неисправен и требуется замена его на новый из комплекта КИП.

1.3.4 При напряжении генератора выше номинального, как и раньше в первую

очередь обращаем внимание на частоту вращения первичного двигателя, положение ручки ручной регулировки напряжения, настройку корректора. Также необходимо проверить подключение корректора напряжения, т.к. при отсутствии связи напряжение генератора будет больше.

1.3.5 Если при включении нагрузки напряжение генератора резко снижается необходимо обратить внимание на регулятор частоты вращения первичного двигателя. Также падение напряжения возможно при чрезмерной перегрузке генератора, необходимо убедиться, что ток нагрузки не больше номинального значения. Затем произвести проверку канала по току, т.е. проверить ток во вторичной обмотке трансформатора тока, и наличие повреждений трансформатора, т.к. если во вторичной обмотке трансформатора тока будут межвитковые замыкания, возможно ослабление сигнала по току, что приведёт к уменьшению результирующей составляющей тока возбуждения и как следствие к уменьшению напряжения генератора.

2 Контрольные вопросы

2.1 Что нужно проверить и что предпринять при повышении температуры статорной обмотки?

2.2 Что нужно проверить и что предпринять при местном нагреве, гудение, появление дыма?

2.3 Что нужно проверить и что предпринять при повышении температуры подшипников?

2.4 Что нужно проверить и что предпринять при обнаружении несоосности валов?

2.5 Что нужно проверить и что предпринять при обнаружении витковых замыканий в обмотках роторов?

2.6 Кратко опишите метод ПИК-фактора.

2.7 Кратко опишите метод по спектру вибросигнала.

2.8 Кратко опишите метод спектра огибающей.

2.9 Кратко опишите метод ударных импульсов.

2.10 Что нужно сделать, если генератор не возбуждается?

2.11 Как проверяют диоды?

2.12 Как проверяют тиристоры?

3 Оформление отчёта

3.1 Номер, тема, цель работы.

3.2 Ответы на контрольные вопросы (приложить все необходимые рисунки, схемы, графики).

3.3 Вывод о проделанной работе.

4 Литература

4.1 Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2017

4.2 Александровская А.Н. Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2016

4.3 Москаленко В.В. Справочник электромонтера. - М.: Академия, 2014

Практическая работа

Тема: Проверка, обнаружение неисправностей и ТО электрического и электронного оборудования

Цель: Ознакомиться, изучить и усвоить способы проверки, обнаружения неисправностей и ТО электрического и электронного оборудования

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО и компетенций согласно МК ПДНВ (К-24, К-26, Кр-1, Кр-13, Кр-14)

К-24 Обнаружение неисправностей в электроцепях, установление мест неисправностей и меры по предотвращению повреждений

К-26 Функционирование и рабочие испытания следующего оборудования и его конфигурация: .1 системы слежения .2 устройства автоматического управления .3 защитные устройства

Кр-1 Безопасное использование и эксплуатация электрического оборудования, включая: .1 меры безопасности, принимаемые до начала работы или ремонта .2 процедуры изоляции .3 порядок действия при авариях .4 различное электрическое напряжение на судне

Кр-13 Начальное понимание: .1 конструкции и эксплуатационных характеристик судовых систем и оборудования постоянного и переменного тока

Кр-14 Начальное понимание: .2 использования измерительных приборов, станков и ручных и электрических инструментов

Оборудование: методический материал для выполнения практической работы

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Восстановление сопротивления изоляции обмоток электрических машин, залитых морской водой

Работы по восстановлению сопротивления изоляции в этом случае необходимо выполнять сразу после того, как обнаруживается, что машина залита.

Машину разбирают и очищают обмотки якоря (ротора) и станины (статора) от грязи и масла. Очищенные обмотки тщательно промывают пресной горячей водой температурой около 80° (желательно проточной) в течение 10 ч. Для этой цели рекомендуется применять горячий конденсат. Если позволяют условия, промывку следует производить в ванне 'горячей проточной водой, растворяющей соли морской воды, которые осели в обмотке, и вымывающей их.

После промывки протирают ветошью металлические детали и обмотки, машину подвергают сушке воздухом температурой +50°С, подаваемым вентилятором в течение примерно 20 ч, после чего температуру воздуха повышают до 100°С и продолжают сушку еще примерно 16 ч. Затем обмотки охлаждают до температуры 60-80°С и подвергают пропитке, погружая в лак. Пропитку выполняют равномерно по секторам за два полных оборота при этом перекрытие должно составлять не менее 10% от поверхности пропитанного сектора. Секторы выдерживают в лаке до прекращения выделения пузырьков, но не менее 15 мин.

Допускается пропитка обливанием лаком при постепенном поворачивании якоря (ротора). Операцию повторяют до тех пор, пока поверхность лака не перестанет пузыриться. Сердечник якоря (ротора), шейки вала, бандажи и сталь статора по мере выхода секторов из ванны протирают ветошью, смоченной в растворителе. Пропитанные обмотки снова подвергают сушке в течение 10-12 ч при температуре воздуха

110-115°C. После этого измеряют сопротивление изоляции обмоток и покрывают их эмалью. При неудовлетворительных результатах измерения сопротивления изоляции обмоток машину следует пропитать вторично и просушить. Затем машину собирают и опробуют ее в действии под нагрузкой.

В процессе эксплуатации машин, залитых морской водой, после восстановления сопротивления изоляции необходимо установить тщательный контроль за работой машины и сопротивлением изоляции ее обмоток, периодически измеряя его.

Нормы сопротивления изоляции судового электрооборудования

Электрическое оборудование	Сопротивление изоляции в нагретом состоянии, МОм	
	Нормальное	Предельно допустимое
Электрические машины	0,7 и выше	до 0,2
Магнитные станции, пусковые устройства	0,5 и выше	до 0,2
Щиты главные, аварийные, распределительные, пульты управления и т.п. при отсутствии включённых внешних цепей, сигнальных ламп, указателей заземления, вольтметров и др.:		
до 100 В	0,3 и выше	до 0,06
от 100 до 500 В	1,0 и выше	до 0,2
Аккумуляторные батареи при отключённых потребителях:		
до 24 В	0,1 и выше	до 0,02
25-230 В	0,5 и выше	до 0,1
Фидер кабельной сети: освещения до 100 В освещения от 100 В до 220 В силовой от 100 В до 500 В	0,3 и выше 0,5 и выше 1,0 и выше	до 0,06 до 0,2 до 0,2
Цепи управления, сигнализации и контроля: до 100 В от 101 В до 550 В	0,3 и выше 1,0 и выше	до 0,06 до 0,2

1.2 Неисправности электрических машин, не связанные с родом тока, и способы их устранения

<i>Признаки неисправности</i>	<i>Причины</i>	<i>Способы устранения</i>
Сталь статора или якоря нагревается даже при холостом ходе	Местные замыкания между отдельными листами пакета вследствие образования заусенцев при опилке, обточке или из-за ударов	Обработать места замыкания напильником и удалить заусенцы; по возможности разъединить листы пакета и покрыть их лаком при нагретой машине
Ненормальный шум во время работы машины	Недостаточная смазка, неисправность или износ подшипников качения	Вскрыть и осмотреть подшипники. Промыть и сменить смазку. В случае износа подшипника сменить его
	Задевание крыльчатки вентилятора за корпус машины	Устранить задевание
Недопустимая вибрация	Недостаточная жесткость фундамента. Неправильный зазор в подшипниках скольжения	Увеличить жесткость фундамента Проверить зазоры и привести их к норме

	Овальность шеек вала	Проточить и отшлифовать овальные шейки
	Неправильная центровка, неисправность соединительной муфты	Проверить центровку, устранить неисправности муфты
Перегрев подшипников скольжения	Масло несоответствующей марки	Заменить марку масла
	Загрязнение масла	Сменить масло
	Ненормальный уровень масла	Довести уровень масла до нормального
	Стальные кольца намагничиваются и прилипают к валу	Стальные кольца заменить латунными
	Мал масляный зазор или плохая шабровка вкладыша	Проверить масляный зазор и состояние шабровки
Вытекание масла из подшипников скольжения	Избыточная подача из-за высокого уровня масла	Залить масло по метке на маслоуказателе во время стоянки машины (при работе машины уровень должен быть ниже)
	Масло засасывается внутрь машины под действием вентилятора	К внутреннему торцу подшипника привернуть кольцо из листовой стали с зазором 1 мм между кольцом и валом; между кольцом и подшипником проложить кожаную шайбу, плотно охватывающую вал
	Недостаточные размеры отверстий в нижнем вкладыше для стока масла	Увеличить размеры отверстий или просверлить дополнительные
Перегрев подшипников качения	Слишком тугая посадка наружного кольца шарикоподшипника в подшипниковом щите, неудовлетворительная центровка	Проверить посадку подшипника в щите, в случае необходимости расшабрить отверстие в подшипниковом щите для обеспечения передвижения при температурном удлинении вала. Проверить центровку
Вытекание смазки из подшипников качения	Излишнее заполнение камеры подшипника смазкой	Убавить количество смазки
Сильный шум подшипников качения	Износ подшипника. При проверке подшипника наружное кольцо заметно покачивается относительно внутреннего, зазоры больше нормальных	Заменить подшипник
	Поломка шариков, выкрашивание дорожек на кольцах подшипников	
	Внутреннее кольцо подшипника слабо сидит на валу и проворачивается от руки	Проверить размеры. При малом диаметре наварить кольцо и проточить до нужного размера, обеспечив необходимый допуск посадки подшипника
	Заедание подшипника во время работы в результате нагревания. Крышка подшипника слишком близко подходит к его наружному кольцу, при нагревании вала подшипник упирается в бортик крышки и заедает	Увеличить зазор между бортом крышки и подшипником, проложив шайбу из картона толщиной 0,5 мм между фланцем крышки подшипника и подшипниковым щитом
Понижение сопротивления	Отсырание обмоток или непосредственное попадание воды в машину	Просушить машину

ления изоляции обмоток	Засорение машины токопроводящей пылью вследствие износа щёток или при шлифовке коллектора (колец)	Продуть и прочистить машину. Для профилактики периодически осматривать машину, применять щётки указанных марок, содержать в исправности щёткодержатели и поверхность коллектора, не допускать повышенного давления на щётки
Искрение, сопровождаемое шумом, создаваемым щёткой. При проворачивании вручную заметно поднятие и опускание щёток	Недопустимое биение коллектора (колец)	Проверить биение. При необходимости проточить коллектор (кольца)
Сильное искрение одной из щёток, которое при надавливании на щётку исчезает	Заедание щётки в обойме	Зачистить места заедания на щётке
Искрение под щётками	Плохое закрепление пальцев щёткодержателей, вследствие чего они качаются и вибрируют вместе со щёткодержателем	Подтянуть крепёжные болты или гайки щёткодержателей
	Вибрация щётки в обойме щёткодержателя. Искрение уменьшается при заклипании щётки в обойме щёткодержателя деревянным клином	Заменить щётку большей или напаять обойму медью и припилить по размерам
	Недопустимая вибрация машины. При изменении направления вращения реверсивной машины закливание щётки в обойме вследствие большого расстояния между обоймой и коллектором (кольцами)	Устранить вибрацию. Уменьшить расстояние между обоймой и коллектором (кольцами) до нормального, опустив щёткодержатели
	Закливание щётки в обойме реактивного щёткодержателя нереверсивной машины	Переставить щёткодержатели или изменить направление вращения машины так, чтобы коллектор набегал на острый угол щётки
	Щётка только частью рабочей поверхности касается коллектора (колец), неправильно притёрта или при притирке завалены края щётки	Притереть щётки
Потемнение коллектора (кольца); при этом щётки искрят, поверхность коллектора ровная	Слишком твёрдые щётки	Установить щётки указанной в формуляре марки
	Чрезмерное нажатие щёток на коллектор (кольца)	Проверить нажатие щёток и подвести его до нормального
Пятна матового оттенка на коллекторе (кольцах), вызывающие искрение. Иногда окись под щётками	Электрохимический процесс, который обычно возникает у малоработающих машин	Протереть и, если понадобится, выполнить шлифовку. При длительном бездействии машины для профилактики прокладывать прессшпан, картон и бумагу между щётками и коллектором (кольцами)

Неравномерное изнашивание коллектора (колец)	Вы ступание миканита над поверхностью коллектора	Продорожить коллектор
Коллектор имеет ступенчатую поверхность	Неправильное нажатие пружин щёткодержателя	Проверить и отрегулировать нажатие щёток
У отрицательной щётки кольцо имеет матовую и даже шероховатую поверхность	Тугая посадка щёток в обойме щёткодержателя	Проверить зазоры и свободу движения щёток в обойме
	Некачественные щётки или несоответствие марки	Заменить
	Во время эксплуатации не меняется полярность контактных колец	Своевременно (один раз в год) менять полярность контактных колец. У синхронных генераторов - один раз в полгода
	Слабая затяжка коллектора	Проверить и поджать стяжные болты
	Неправильная расстановка положительных и отрицательных щёток на коллекторе	Расставить щётки правильно
Перегрев всей машины	Машина перегружена, неисправна вентиляция	Уменьшить нагрузку. проверить исправность системы вентиляции

1.3 Неисправности машин переменного тока и способы их устранения

<i>Признак неисправности</i>	<i>Причина</i>	<i>Способы устранения</i>
Перегрев обмотки статора синхронного генератора	Перегрузка генератора	Устранить перегрузку
	Междувитковое соединение, короткое замыкание между обмотками фаз или заземление в двух местах обмотки статора	Неисправную катушку перемотать или заменить новой
		При последовательном соединении всех катушек одной фазы и соединении обмоток фаз звездой можно временно отключить повреждённую катушку, разрезав её и изолировав. При этом количество выключенных витков не должно превышать 10% общего числа витков обмотки одной фазы
	При параллельном соединении катушек или при включении обмоток фаз треугольником необходимо отключить соответствующее количество катушек и в обмотках других фаз или параллельных группах	
Перегрев обмотки возбуждения (ротора)	Увеличенный ток возбуждения	Уменьшить ток возбуждения
	Увеличенная частота вращения первичного двигателя	Проверить и снизить частоту вращения первичного двигателя
	Низкий коэффициент мощности нагрузки, т.е. велика реактивная мощность	Снизить реактивную мощность. Принять меры к улучшению коэффициента мощности

		Найти и устранить междувитковое соединение или соединение с корпусом
	Междувитковое соединение или замыкание в двух местах обмотки возбуждения, иногда сопровождающееся вибрацией	Для устранения соединений в обмотках роторов машин с явно выраженными полюсами обычно требуется ремонт в заводских условиях
Генератор не даёт напряжения	Обрыв или плохой контакт в регуляторе возбуждения	Проверить и устранить повреждения в регуляторе возбуждения
	Неисправность быстродействующего регулятора возбуждения	Проверить и устранить неисправность
	Неисправность в системе саморегулирования самовозбуждающихся генераторов	Проверить и устранить неисправность
	Обрыв или плохой контакт в междуполюсных соединениях (для машин с явно выраженными полюсами)	Проверить неисправность междуполюсных соединений катушек
	Обрыв выводных концов одной или нескольких полюсных катушек (у машин с явно выраженными полюсами)	Устранить обрыв. В случае невозможности исправления заменить новыми катушками
	Обрыв или плохой контакт в соединительных проводах между обмоткой и контактными кольцами	Измерить сопротивление ротора. В случае значительного увеличения сопротивления по сравнению с номинальным или полного обрыва в роторе вскрыть подводы соединительных проводов
	Обрыв или плохой контакт соединительных проводов между возбудителем и контактными кольцами	Проверить при помощи контрольной лампы или мегаомметра состояние проводов. В случае обрыва проводов устранить его
Колебания напряжения или мощности и тока генератора	Плохой контакт в цепи возбуждения	Проверить цепь возбуждения
	Колебания частоты вращения	Проверить частоту вращения, исправить регулятор частоты вращения первичного двигателя
Генератор при холостом ходе даёт напряжение только между двумя обмотками фаз	Обрыв в одной обмотке фаз статора при соединении звездой или в двух обмотках фаз при соединении треугольником	Определить при помощи контрольной лампы места обрыва. Если обрыв находится во внешних соединениях, восстановить целостность соединения; если же

		обрыв находится внутри катушки, перемотать её или заменить новой
Генератор при номинальной частоте вращения и номинальном токе возбуждения даёт напряжение меньше номинального	Обмотки фаз статора соединены треугольником вместо соединения звездой	Соединить обмотки фаз статора звездой
	Частота вращения понижена	Проверить частоту вращения
	Одна или несколько катушек каждой обмотки фаз статора неправильно соединены и действуют встречно	Правильно соединить катушки каждой обмотки фаз статора
	Неправильное соединение обмотки возбуждения, например, вследствие неправильного чередования катушек	Проверить полярность катушек и соединить их правильно
Междуфазные напряжения неодинаковы; часть обмотки генератора сильно нагревается	Короткое замыкание в обмотке статора	Отремонтировать обмотку статора
Неравномерное распределение или колебание нагрузки параллельно работающих генераторов	Неисправность регулятора частоты вращения первичного двигателя	Исправить регулятор частоты вращения первичного двигателя
Разные коэффициенты мощности у параллельно работающих генераторов	Возбуждение генераторов не соответствует их нагрузке	Отрегулировать возбуждение
Электродвигатель не трогается с места при пуске под нагрузкой	Подводимое к электродвигателю напряжение ниже номинального	Выяснить причину понижения напряжения
	Соединение обмоток статора звездой вместо соединения треугольником	Проверить соединение обмотки статора согласно заводской схеме
	Велик тормозной момент привода механизма	Выяснить и устранить причину ненормальной работы механизма
Асинхронный электродвигатель не трогается с места при холостом ходе	Перегорели предохранители	Установить новые предохранители
	Обрыв в обмотке фаз статора или ротора	Проверить цепи обмоток статора и ротора и устранить повреждения
	Повреждение секции пускового реостата	Проверить пусковой реостат
	Задевание ротора за статор	Проверить зазоры между ротором и статором, положение подшипниковых щитов
Перегрев обмотки статора асинхронного электродвигателя, электродвигатель гудит, работает с пониженной частотой вращения	Электродвигатель перегружен или неисправна его вентиляционная установка	Проверить нагрузку двигателя и чистоту вентиляционных каналов
	Напряжение сети ниже номинального	Поднять напряжение сети до номинального или снизить нагрузку электродвигателя
	Обмотка статора соединена треугольником вместо соединения звездой	Проверить соединение обмоток по заводской схеме
	Замыкание на корпус обмотки	Проверить обмотку статора и

	одной фазы в двух местах	устранить замыкание на корпус
	Междуфазное соединение в обмотке статора	Проверить цепь обмотки статора и устранить междуфазное соединение
	Витковое соединение в обмотке статора	Найти витковое соединение и устранить его
	Плохой контакт или обрыв в цепи обмотки ротора	Проверить цепь обмотки ротора и состояние контактов; у короткозамкнутых электродвигателей проверить соединение стержней с кольцами

1.4 Неисправности систем самовозбуждения и саморегулирования генераторов и способы их устранения

<i>Признак неисправности</i>	<i>Причина</i>	<i>Способы устранения</i>
Генератор не возбуждается	Обрыв в цепи генератора начального пуска	Найти место обрыва с помощью пробника и устранить его
	Обрыв на стороне переменного и постоянного тока силовых выпрямителей	Найти с помощью пробника место обрыва и устранить его
	Пробой вентиля в блоке силовых выпрямителей БСВ или в выпрямителе начального возбуждения ВНВ	Проверить каждый вентиль и заменить повреждённые
	Обрыв в цепи катушек напряжения ОН трансформатора ТФК	Найти место обрыва и устранить его
	Плохой контакт щёток с контактными кольцами	Устранить неисправность
Отсутствует напряжение на зажимах генератора начального возбуждения при исправном состоянии обмоток	Незначителен остаточный магнетизм постоянных магнитов ротора начального возбуждения	Выполнить подмагничивание постоянных магнитов ротора датчика начального возбуждения путём подачи импульса тока на зажимы статора датчика начального возбуждения от источника постоянного тока напряжением 40-60 В через предохранитель на 3-5 А. Перед включением постоянного тока магниты ротора должны находиться строго против полюсов статора генератора начального возбуждения
Напряжение на генераторе понижено или уменьшен ток ротора при параллельной работе	Замыкание в цепи обмоток управления	Проверить схему соединения обмоток
Напряжение на генераторе превышено и не регулируется	Обрыв в цепи питания корректора напряжения БКН или в цепи обмоток управления	Найти с помощью пробника обрыв и устранить
	Неисправен БКН	Заменить БКН
Устойчивые колебания напряжения генератора	Обрыв в цепи обратной связи	Найти обрыв и устранить

	по ротору на корректоре напряжения	
Ток ротора при параллельной работе сильно понижен или повышен; неравномерное распределение реактивных нагрузок при работе двух генераторов, включённых параллельно	Обрыв в цепи уравнивательных соединений	Найти обрыв и устранить
Колебания мощности и тока генератора	Неисправен щёточный аппарат	Исправить щёточный аппарат
	Плохой контакт в цепи возбуждения	Проверить цепь возбуждения
	Колебания частоты вращения	Проверить частоту вращения, исправить регулятор частоты вращения первичного двигателя

1.5 Причины неисправности основных элементов электроники и принимаемые меры

Основными причинами неисправности элементов электроники (ЭЭ) - полупроводниковых приборов, резисторов и конденсаторов - являются перегрузки по току или напряжению, повышение температуры окружающей среды, не достаточно жесткое закрепление выводов и повышенная вибрация.

При возникновении неисправности или отказа технического средства (системы, устройства, блока, модуля, печатной плате ЭЭ) поиск неисправного ЭЭ рекомендуется начинать после предварительной проверки исправности:

1. сигнальных ламп, предохранителей, выключателей и других средств, коммутации и защиты;
2. блока или узла питания средства путем измерения напряжений на входе и выходе штатными или переносными вольтметрами;
3. внешних устройств - датчиков, сигнализаторов, конечных выключателей и т. д. (при наличии).

После этого рекомендуется в соответствии с инструкциями по эксплуатации;

1. проверить значения напряжения (потенциалов) или параметров импульсов в предусмотренных схемой контрольных точках;
2. использовать имеющиеся средства встроенного функционального контроля;
3. использовать имеющиеся в комплекте специальные имитаторы или пульты для проверки исправности.

Дальнейший поиск неисправного ЭЭ рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. изучить и уяснить принцип действия неисправного технического средства; проверить фактическое соответствие схем, указанных в документации;
2. вначале отыскать более сложное неисправное средство, а в нем - более простое (по принципу «система»-«блок»-«модуль»-«элемент»);
3. проанализировать признаки неисправности, выдвинуть предположения ее причин и выбрать метод проверки;
4. провести выборочную проверку участков и отдельных ЭЭ, неисправность которых наиболее вероятны, а проверка их занимает наименьшее время;
5. если выборочной проверкой неисправный ЭЭ не обнаружен, перейти к поиску методом исключения, двигаясь от входа к выходу средства либо деля его перед

началом следующей проверки на две равные по трудоемкости проверки части,

б. если неисправность не характерна, то целесообразно, опуская этап выборочной проверки, начать поиск с метода исключения.

Вводить и выводить из действия съемные технические средства для осмотра, замены на запасные или поиска неисправных ЭЭ рекомендуется при выключенном напряжении питания, особенно средств, снабженных штепсельными разъемами

При внешнем осмотре технического средства необходимо обращать внимание на нарушение защитных и изоляционных покрытий, изменение цвета наличие потемнений, вздутий и трещин, исправность креплений/контактных поверхностей, соединений и паек. ЭЭ с обнаруженными неисправностями подлежат проверке в первую очередь.

Определение неисправности ЭЭ в техническом средстве, находящемся под напряжением, рекомендуется выполнять с использованием штатных удлинителей и переходных устройств, измерительных приборов с высоким внутренним сопротивлением и имеющих в документации указаний о значениях и полярности напряжений (потенциалов) в различных точках. "При отсутствии необходимых данных поиск может производиться путем сравнения по участкам напряжений на одинаковых элементах заведомо исправного (запасного или аналогичного) и неисправного технического средства.

Определение неисправного ЭЭ без подачи напряжения на техническое средство может производиться путем измерения сопротивлений посредством омметра по участкам или тех ЭЭ, работоспособность которых вызывает сомнение. При необходимости один или несколько выводов ЭЭ могут быть отключены (отпаяны),

При неисправности ЭЭ (увеличение тока утечки, уменьшение сопротивления изоляции или напряжения переключения и т. п.) необходимо выполнить измерения его основных параметров посредством обычных или специальных приборов и проверочных схем. При отсутствии паспортных данных ЭЭ результаты измерений могут быть сопоставлены с аналогичными данными запасных, заведомо исправных ЭЭ.

После обнаружения неисправного ЭЭ следует проанализировать возможные причины неисправности, которые должны быть устранены до замены ЭЭ и ввода технического средства в действие, а также принять при необходимости меры для предотвращения повторной неисправности (замена ЭЭ на другой, с более высокими параметрами, улучшение охлаждения и др.).

Для повышения достоверности результатов измерения параметров ЭЭ рекомендуется выполнять в сухом помещении при температуре воздуха 21-25°C (особенно для терморезисторов, германиевых диодов и транзисторов).

Если принятые меры по осмотру и проверке неисправного объекта не привели к восстановлению его работоспособности, а поиск неисправного ЭЭ не дал результата, техническое средство подлежит отключению и передаче специализированной береговой организации для ремонта.

2 Контрольные вопросы

2.1 Как восстановить сопротивление изоляции машин после заливки морской водой?

2.2 Приведите причины и способы устранения вытекания масла из подшипников и сильного шума подшипников электрических машин.

2.3 Приведите причины и способы устранения искрения под щетками.

2.4 Приведите причины и способы устранения того, что генератор не даёт напряжения.

2.5 Приведите причины и способы устранения того, что генератор не возбуждается и напряжение генератора превышено и не регулируется.

2.6 Приведите алгоритм поиска неисправностей основных элементов электроники.

3 Оформление отчёта

3.1 Номер, тема, цель работы.

3.2 Ответы на контрольные вопросы (приложить все необходимые рисунки, схемы, графики).

3.3 Вывод о проделанной работе.

4 Литература

4.1 Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2017

4.2 Александровская А.Н. Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2016

4.3 Москаленко В.В. Справочник электромонтера. - М.: Академия, 2014

Практическая работа

Тема: ТБ при выполнении безопасных процедур ТО и ремонта

Цель: Ознакомиться, изучить и усвоить технику безопасности при выполнении безопасных процедур технического обслуживания и ремонта

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО и компетенций согласно МК ПДНВ (Кр-11, Кр-12, Кр-19, Кр-23)

Кр-11 Требования по безопасности при работе с судовыми электрическими системами
Кр-12 Применение безопасной практики работ

Кр-19 Техника безопасности и действия при авариях: Начальное знание электротехнических схем и безопасная изоляция оборудования и связанных с ним систем, требуемая до выдачи персоналу разрешения на работу с такими механизмами и оборудованием

Кр-23 Техника безопасности и действия при авариях: Выполнение безопасных процедур технического обслуживания и ремонта

Оборудование: методический материал для выполнения практической работы

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Первичные критерии электробезопасности

Оценка уровня электробезопасности при эксплуатации и ремонте электрооборудования возможна на основе сравнения расчетных токов через тело человека с допустимыми. Длительность воздействия и значение тока - это основные параметры, от которых зависит исход травмы. Поэтому они являются критериями электробезопасности.

Защитные меры и средства от поражения электрическим током должны рассчитываться и создаваться с учетом допустимых для человека значений токов при данной длительности и пути его прохождения через тело или соответствующих этим токам напряжений прикосновения.

Первичные критерии электробезопасности - это пороговые значения электрического тока, соответствующие ответным реакциям организма человека они необходимы для расчета защитных мер и средств в электроустановках.

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, приведенных в таблице.

Ток	U, В	I, мА
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	1,0

Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения. Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25°C) и влажности (относительная влажность более 75%) должны быть уменьшены в три раза.

1.2 Техника безопасности при обслуживании и ремонте электрооборудования.

При эксплуатации электрооборудования возможны случаи травматизма личного состава от воздействия электрического тока. Анализ травматизма на кораблях и судах показывает, что большая часть несчастных случаев происходит по следующим при-

чинам:

- несоблюдение правил техники безопасности;
- отсутствие должного контроля за проводимыми работами с электрооборудованием;
- несоблюдение технологической дисциплины;
- несвоевременное устранение возникших неисправностей и повреждений оборудования;
- формальное проведение инструктажа по безопасным приемам работы.

При осмотрах и обслуживании электрооборудования запрещается:

- загромождать проходы вблизи электрооборудования;
- включать электрооборудование при неисправностях, а также при его Кизол ниже допустимых норм;
- использовать контрольные лампы в цепях с напряжением выше 220 В;
- производить измерения токоизмерительными клещами на шинах распределительных устройств;
- использовать электрооборудование с превышением мощности и времени перегрузки, указанных в формулярах и инструкциях;
- подавать питание для переносного электрооборудования от контактных соединений и частей электрооборудования, не предназначенных для этих целей (ножей рубильников, губок предохранителей и т. п.);
- подвешивать, а также держать переносные светильники и инструмент за провод;
- применять автотрансформаторы и сопротивления для понижения напряжения при питании переносного электрооборудования;
- пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями;
- заменять приборы (амперметры и т. п.), требующие разрыва первичной цепи без снятия напряжения;
- использовать для промывки электрооборудования растворители и моющие средства, не предусмотренные нормами снабжения кораблей;
- самостоятельно изменять заводские электрические схемы и установки регулировочных устройств.

Проводить работы на не отключенном электрооборудовании, установленном в сырых, взрыво- и пожароопасных помещениях, запрещается.

Запуск машин с неисправной пускозащитной аппаратурой запрещается.

Запрещается входить за главные распределительные щиты и щиты управления лицам, не допущенным к их обслуживанию.

Все виды защиты должны быть исправны и при действии электрооборудования включены. Запрещается производить принудительное заклинивание и отключение устройств защиты.

Совместное хранение, а также совместные зарядки щелочных и кислотных аккумуляторов запрещаются.

Меры безопасности при осмотре и ремонте электрооборудования при снятом напряжении.

Перед работой с электрооборудованием при снятом напряжении необходимо:

- снять напряжение с токоведущих частей ремонтируемого электрооборудования, а также с тех неремонтируемых токоведущих частей, которые могут быть доступны случайному прикосновению во время работы;

- принять меры против ошибочного включения или само включения напряжения;
- на органах управления, которыми произведено отключение напряжения, вывесить запрещающие плакаты «Не включать! Работают люди!»; для исключения возможности проворачивания электроприводов насосов, вентиляторов от приводного механизма закрыть соответствующие клапаны или клинкеты и вывесить плакаты «Не трогать! Работают люди!»;

- проверить указателем напряжения, нет ли напряжения на ремонтируемом электрооборудовании, предварительно убедившись в его исправности путем подключения к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением; нет ли напряжения на отключенных участках цепи, что следует проверять между всеми фазами и между каждой фазой и корпусом; делать заключение об отсутствии напряжения по стационарным приборам нельзя; эти приборы должны служить лишь вспомогательным средством проверки отсутствия напряжения;

- при наличии конденсаторов в цепях снять с токоведущих частей остаточный заряд неоднократным замыканием на заземленный корпус электрооборудования изолированной перемычкой;

- поставить временное ограждение для предохранения, работающего от случайного прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением;

- предупредить дежурную (вахтенную) службу об отключениях и проводимых работах с электрооборудованием и сделать соответствующую запись в суточный и вахтенный журналы.

После снятия электрооборудования оставшиеся выводные концы кабелей должны быть тщательно изолированы и предохранены от повреждения.

Меры безопасности при осмотре и ремонте электрооборудования, находящегося под напряжением.

При осмотре и ремонте электрооборудования без снятия напряжения необходимо соблюдать следующие требования:

- работы поручать только опытному личному составу под непосредственным наблюдением командира электротехнической группы;

- работающие должны быть в головных уборах, в комбинезонах с рукавами, застегнутыми у кистей, в диэлектрических галошах или стоять на диэлектрическом коврике;

- работу должны проводить два человека, из которых один выполняет работу, а другой контролирует соблюдение электробезопасности;

- при работе на токоведущих частях одной фазы (полюса) другие должны быть ограждены изоляционным материалом;

- прикасаясь к токоведущим частям, не дотрагиваться в то же время до корпусных конструкций корабля, токоведущих частей других фаз, а также не брать инструмент от лиц, находящихся на неизолированной палубе;

- использовать только специальный инструмент с изолированными ручками;

- непосредственно выполняющий работу должен находиться так, чтобы токоведущие части были перед ним и только с одной боковой стороны;

- работу выполнять осторожно, не допуская короткого замыкания инструментом или металлическими деталями.

Перед включением электрооборудования после ремонта или длительного отсутствия напряжения на нем необходимо убедиться, что на этом электрооборудовании не проводятся работы, и включение его не приведет к поражению личного состава

электрическим током.

1.3 Техника безопасности при обслуживании судового электрооборудования

1. Все лица электротехнического персонала, а также члены машинной команды, исполняющие обязанности по обслуживанию электрооборудования на судах, где электротехнический персонал штатным расписанием не предусмотрен, должны ежегодно проходить проверку знаний правил электробезопасности.

2. Все члены судовой команды, непосредственно обслуживающие электрооборудование или производящие его ремонт, обязаны:

а) знать меры предупреждения несчастных случаев, которые могут произойти при обслуживании электрооборудования;

б) уметь практически оказать первую помощь пострадавшему в случаях поражения электрическим током;

в) уметь пользоваться средствами тушения пожара электрооборудования.

3. Старший электромеханик (электромеханик) либо лицо, его заменяющее, обязан:

а) систематически контролировать правильность обслуживания судового электрооборудования, систем и приборов с соблюдением правил электробезопасности;

б) проводить техническую учебу с лицами неэлектротехнического персонала (палубной командой, работниками пищеблока и др.) по устройству обслуживаемого ими оборудования в объеме, достаточном для грамотного и безопасного его обслуживания;

в) контролировать соблюдение правил электробезопасности всеми членами экипажа и принимать меры по устранению нарушений. Если сам электромеханик не может принять меры по устранению нарушений, он обязан немедленно сообщить о нарушениях старшему механику, а в случае его отсутствия - капитану судна;

г) предусматривать дополнительные мероприятия, повышающие электробезопасность, с учетом особенностей электрооборудования судна.

4. Практиканты училищ и мореходных школ, не достигшие 18-летнего возраста, допускаются к выполнению работ по электрооборудованию под личную ответственность и при постоянном надзоре электромеханика судна и только при снятом напряжении.

5. В непосредственной близости от главного распределительного щита должны быть вывешены Правила первой помощи пострадавшим от электрического тока, Правила тушения пожара электрооборудования и принципиальная схема распределения электроэнергии на судне.

6. При всех осмотрах электрооборудования особое внимание следует обращать на наличие неисправностей, создающих опасность для жизни людей. Такие неисправности надлежит немедленно устранить или оградить опасные места, вывесив предупредительный плакат: "Стоять! Опасно для жизни!".

7. Средства защиты, применяемые в судовых электротехнических установках, должны использоваться в соответствии с требованиями Правил применения и испытания средств защиты, применяемых в судовых электроустановках.

8. Все средства защиты перед их применением должны быть тщательно осмотрены, очищены и проверены на отсутствие внешних повреждений, соответствие их напряжению и пригодность к использованию по срокам периодических испытаний.

9. Ответственность за наличие, пригодность, правильное хранение и правильное

использование средств защиты возлагается на старшего электромеханика (первого электромеханика), а при отсутствии на судне должности первого электромеханика - на старшего механика.

10. Электротехнический персонал должен контролировать исправность защитных заземлений при осмотрах и техническом обслуживании соответствующего электрооборудования, а у переносного электрооборудования - также перед выдачей его для использования.

11. Заземлению подлежат все металлические корпуса электрооборудования. Защитное заземление не требуется для следующих видов электрооборудования: стационарных электроприемников, питаемых напряжением до 42 В; передвижных, переносных и ручных электроприемников, питаемых переменным током напряжением до 12 В и постоянным током напряжением до 24 В.

12. Электротехнический персонал должен следить, чтобы все переносное, передвижное и ручное электрооборудование, работающее при напряжении выше 24 В постоянного и 12 В переменного тока, а также стационарная осветительная арматура, которая не может быть заземлена непосредственно у места установки, имели заземление, осуществляемое через одну из свободных жил питающего кабеля, если корпус этих изделий выполнен не из изоляционного материала.

13. Исправность защитных заземлений переносного электрооборудования должна проверяться каждый раз перед выдачей его для работы.

14. Запрещается электротехническому персоналу устанавливать какие-либо предохранители или выключатели в разрыв цепи заземляющих проводов или шин.

15. Электротехнический персонал судна обязан постоянно следить за исправностью заземления оболочек кабелей, металлических частей электрооборудования и кожухов.

16. Электротехнический персонал судна обязан систематически проверять и постоянно поддерживать в пределах нормы сопротивление изоляции судовой сети, отдельных участков сети и электрооборудования.

18. Все электроизмерительные приборы судовой электроэнергетической системы должны быть проверены и опломбированы соответствующими контрольными организациями.

Вышедшие из строя электроизмерительные приборы должны быть немедленно сняты и заменены исправными.

19. Все переносные и стационарные контрольно-измерительные приборы должны проходить проверку в установленные сроки:

а) щитовые и переносные электроизмерительные приборы постоянного и переменного тока - один раз в два года;

б) контрольные электроизмерительные приборы - один раз в год.

Помещения с малым объемом называются помещения, в которых при выполнении работ имеется возможность произвольного касания переборок или подволока.

21. Запрещается оставлять неизолированными концы проводов после снятия электрических машин или электрической аппаратуры для ремонта.

22. Запрещается применять при осмотре, ремонте, сборке и разборке электрооборудования и аппаратуры инструмент с токопроводящими ручками или с поврежденной их изоляцией.

23. Запрещается установка предохранителей, выключателей и штепселей в

пожароопасных и взрывоопасных помещениях и местах судна.

Примечание. Пожароопасным называется помещение, где находятся пожароопасные вещества, которые способны вызвать неконтролируемое горение.

Взрывоопасным называется помещение, где возможно образование взрывоопасной среды или хранятся взрывчатые вещества.

24. При ремонте механизма с электроприводом его электродвигатель должен быть обесточен и на пусковом устройстве должен быть вывешен предупредительный плакат "Не включать! Работают люди!".

25. Аварийные выключатели электроприводных палубных и промышленных механизмов должны содержаться в исправном состоянии.

26. Члены экипажа, обнаружившие неисправность в электрооборудовании, должны немедленно поставить об этом в известность электромеханика или вахтенного механика.

27. При проведении работ профилактических и по восстановлению сопротивления изоляции электрооборудования с применением моющих жидкостей, растворителей и лакокрасочных материалов необходимо пользоваться соответствующими инструкциями. При отсутствии инструкций по безопасному выполнению указанных работ производство их запрещается.

28. Помещения и палубы на судах по степени опасности поражения электрическим током определяются двумя следующими категориями: помещения и палубы с повышенной опасностью; особо опасные помещения и открытые палубы.

28.1. К помещениям и палубам с повышенной опасностью относятся: специальные электрические помещения, помещения аварийных дизель-генераторов, закрытые рулевые и штурманские помещения, помещения корабельных автоматических телефонных станций, кладовые: шкиперские, запчастей, мастерских, фонарные, малярные, а также тамбуры и коридоры, примыкающие к этим помещениям; медицинские, жилые, общественные и служебные помещения, а также относящиеся к ним коридоры, вестибюли, тамбуры и трапы.

28.2. К особо опасным помещениям и палубам относятся: помещения и пространства, в которых электрооборудование должно работать под водой; открытые палубы, заливаемые водой; рефрижераторные трюмы, склады и кладовые; машинные и котельные помещения; помещения холодильных машин; агрегатные помещения для палубных механизмов и подруливающих устройств; насосные отделения; аккумуляторные помещения; морозильные отделения; помещения рыбомучных установок; румпельное отделение; помещение установок электролова; шахты гидроакустической аппаратуры; бани, душевые, прачечные, посудомоечные, помещения заготовительные по обработке продуктов промысла; умывальные, туалетные, сушильные, камбузы и провизионные кладовые.

2 Контрольные вопросы

2.1 Что такое первичные критерии электробезопасности?

2.2 Основные причины травматизма на судах от воздействия тока?

2.3 Основные меры безопасности при ремонте ЭО при снятом напряжении.

2.4 Основные меры безопасности при ремонте ЭО под напряжением.

2.5 Что обязан выполнять электромеханик (старший электромеханик)?

2.6 Требования к электроизмерительным и контрольно-измерительным приборам при обслуживании судового ЭО.

2.7 Какие судовые помещения и палубы относятся к особо опасным?

3 Оформление отчёта

3.1 Номер, тема, цель работы.

3.2 Ответы на контрольные вопросы (приложить все необходимые рисунки, схемы, графики).

3.3 Вывод о проделанной работе.

4 Литература

4.1 Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2017

4.2 Александровская А.Н. Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2016

4.3 Москаленко В.В. Справочник электромонтера. - М.: Академия, 2014

Практическая работа

Тема: ТО и ремонт электромоторов и генераторов

Цель: Ознакомиться с правилами технического использования, обслуживания и эксплуатации судовых электрических машин. Уяснить основные работы, выполняемые при ТО

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО и компетенций согласно МК ПДНВ (К-23, Кр-1, Кр-13, Кр-17, Кр-18, Кр-20, Кр-24, Кр-25)

К-23 Техническое обслуживание и ремонт оборудования электрических систем, распределительных щитов, электромоторов, генераторов, а также электросистем и оборудования постоянного тока

Кр-1 Безопасное использование и эксплуатация электрического оборудования, включая: .1 меры безопасности, принимаемые до начала работы или ремонта; .2 процедуры изоляции; .3 порядок действия при авариях; .4 различное электрическое напряжение на судне

Кр-13 Начальное знание: .1 конструкции и эксплуатационных характеристик судовых систем и оборудования постоянного и переменного тока

Кр-17 Способность понимать и выполнять процедуры текущего технического обслуживания и ремонта

Кр-18 Понимание руководств изготовителя по безопасности и судовых инструкций

Кр-20 Проверка, обнаружение неисправностей и техническое обслуживание, а также восстановление электрического и электронного контрольного оборудования до рабочего состояния

Кр-24 Обнаружение неисправностей механизмов, обнаружение мест, где имеются неисправности, и действия для предотвращения повреждений

Кр-25 Техническое обслуживание и ремонт осветительных приборов и питающих систем

Оборудование: методический материал для выполнения практической работы, различные коммутационные аппараты.

1 Краткие теоретические сведения

1.1. Ввод в действие генераторов для автономной работы

1.1.1. После подготовки ГА к действию, необходимо:

1. установить секционные разъединители (выключатели) на главных распределительных щитах (ГРЩ) в соответствующие положения;

2. отключить уравнивательные связи между вводимым в действие и работающими генераторами, если это не предусмотрено блокировкой.

1.1.2. После ввода в действие первичного двигателя и достижения генератором номинальной частоты вращения необходимо:

1. убедиться в отсутствии постороннего шума и недопустимой вибрации;

2. включить цепь возбуждения, возбудить генератор плавным выведением ручного регулятора возбуждения и довести напряжение генератора до номинального (при ручном регулировании напряжения) или отрегулировать при необходимости устройством регулирования уставки АРН величину напряжения генератора;

3. включить (по согласованию с вахтенным механиком) на ГРЩ автоматический выключатель (АВ) генератора;

4. включить нагрузку, при необходимости подрегулировать частоту

вращения и напряжение генератора и убедиться в нормальной работе его щеточного аппарата.

В случае появления какой-либо неисправности в работе отключить нагрузку, выявить и устранить причину неисправности и снова нагрузить генератор.

1.1.3. При работе ГА без нагрузки во время опробования и испытаний на пониженной частоте вращения, отличающейся от номинальной более чем на 5%, возбуждение синхронных генераторов рекомендуется отключать.

1.1.4. Если генератор не возбуждается, необходимо проверить цепь его возбуждения и устранить причину неисправности.

При размагничивании, перемагничивании или перемене полярности колец генератора его следует заново подмагнитить, при этом генератор должен быть отключен от сети.

1.1.5 Подмагничивание синхронного генератора производится от постороннего источника постоянного или выпрямленного тока пониженного напряжения, который подключается к ротору через кольца.

1.1.6 Подмагничивание генератора постоянного тока производится от постороннего источника постоянного тока через реостат. Величина сопротивления реостата должна быть такой, чтобы ток намагничивания не превышал 20% номинального значения тока возбуждения генератора.

1.2. Ввод в действие генераторов для параллельной работы

1.2.1 Включение синхронных генераторов на параллельную работу рекомендуется осуществлять способами ручной, полуавтоматической или автоматической синхронизации - точной либо через реактор. При необходимости допускается способ самосинхронизации в соответствии с инструкцией, согласованной с судовладельцем. Выбор способа синхронизации определяется составом, техническим состоянием и условиями эксплуатации ГА и средств синхронизации.

1.2.2 При включении синхронного генератора на параллельную работу способом точной ручной синхронизации после подготовки ГА к действию, пуска и достижения им номинальной частоты вращения необходимо:

1. произвести работы по подготовке генератора к действию;
2. довести частоту вращения включаемого ГА до частоты работающих ГА;
3. довести напряжение (э.д.с.) включаемого генератора до величины напряжения на шинах ГРЩ;
4. установить переключатели средств синхронизации в нужное положение;
5. включить (по согласованию с вахтенным механиком) на ГРЩ АВ генератора при совпадении фаз генераторов.

1.2.3 При использовании способа точной полуавтоматической синхронизации необходимо выполнить требования, указанные в пп. 1.2.2, после чего подключить средства синхронизации к генератору; включение АВ подключаемого генератора должно происходить автоматически.

1.2.4 При использовании способа точной автоматической синхронизации после подготовки ГА к действию, пуска и достижения им номинальной частоты вращения включение АВ подключаемого генератора должно происходить автоматически.

1.2.5 При включении синхронного генератора на параллельную работу способом ручной синхронизации через реактор после подготовки ГА к действию, пуска и достижения им номинальной частоты вращения необходимо:

1. выполнить требования, указанные в пп. 1.1.2;

2. довести частоту вращения включаемого ГА до частоты работающих ГА (при этом разность час-тот не должна превышать 1.1,5 Гц);
3. довести напряжение (э.д.с.) включаемого генератора до величины напряжения на шинах ГРЩ;
4. установить переключатели средств синхронизации в нужное положение;
5. включить (по согласованию с вахтенным механиком) АВ (контактор) параллельной работы генератора через реактор;
6. включить АВ генератора после спада первоначального броска тока и уменьшения колебаний напряжения на шинах ГРЩ (обычно через 3.5 с после включения генератора);
7. отключить реактор от генератора.

1.2.6 При использовании способа полуавтоматической синхронизации через реактор необходимо выполнить требования, указанные в пп. 1.2.5, после чего подключить средства синхронизации к генератору. Включение реактора и АВ подключаемого генератора должно происходить автоматически, а отключение реактора - в зависимости от принятой схемы автоматически или вручную.

1.2.7 При использовании способа автоматической синхронизации через реактор после подготовки ГА к действию в объеме, пуска и достижения им номинальной частоты вращения включение реактора, АВ генератора и последующее отключение реактора должны происходить автоматически.

1.2.8. После включения синхронных генераторов на параллельную работу необходимо:

1. выключить средства, применявшиеся для выполнения синхронизации.
2. включить уравнивающие связи между введенным в действие и работающими генераторами (если это не осуществляется автоматически);
3. распределить активную нагрузку между генераторами пропорционально их номинальным мощностям воздействием на регуляторы частоты вращения первичных двигателей.

1.2.9. При включении генератора постоянного тока на параллельную работу после подготовки ГА к действию в объеме, пуска и достижения им номинальной частоты вращения необходимо:

1. выполнить требования, указанные в пп. 1.1.2;
2. довести напряжение (э.д.с.) включаемого генератора до величины на 2-3 В большей, чем напряжение на шинах ГРЩ;
3. включить (по согласованию с вахтенным механиком) на ГРЩ АВ генератора;
4. распределить нагрузку между генераторами пропорционально их номинальным мощностям воздействием на регуляторы возбуждения.

1.3 Техническое обслуживание электрических машин

1.3.1 Разборка и сборка электрических машин

1.3.1.1 Необходимо соблюдать технологическую последовательность разборки и сборки электрических машин, рекомендованную инструкциями по эксплуатации, а также применять специальные инструменты и приспособления, предназначенные для этой цели.

1.3.1.2 Полную разборку электрических машин рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. произвести перед разборкой измерения необходимых параметров и занести результаты в журнал учета технического состояния;

2. промаркировать отключаемые кабели, катушки возбуждения и положение траверсы; восстановить стертые или поврежденные метки;
3. отсоединить все жилы кабелей, закоротить их и заземлить;
4. отсоединить машину от спаренного с ней механизма;
5. отдать болты, крепящие машину к фундаменту, удалить установочные штифты и поднять ее за подъемные рымы (при необходимости перемещения);
6. промаркировать прокладки под лапами машины;
7. снять муфту при помощи съемника;
8. поднять щетки в щеткодержателях и отсоединить провода от щеточного устройства, обернуть при необходимости коллектор прессшпаном;
9. снять пристроенный (дисковый) тормоз (при наличии);
10. снять торцевые крышки подшипников;
11. снять щиты при помощи отжимных болтов, следя за тем, чтобы щеткодержатели не повредили коллектор;
12. вынуть ротор (якорь) из статора (станины), проложив между ними прессшпан (картон) толщиной 0,1-1,5 мм до того, как ротор (якорь) будет опущен на железо статора (полюсов);
13. снять катушки полюсов (при необходимости);
14. снять подшипники качения (только для замены при их неисправности или в связи с условиями разборки);
15. удалить смазку из подшипников;
16. принять меры для предупреждения повреждения изоляции обмоток.

1.3.1.3 Во время разборки машины рекомендуется:

1. отдавать крепящие болты (гайки) сначала частично, а затем полностью во избежание перекосов или деформации обжатых деталей;
2. не выворачивать шпильки из гнезд, за исключением случаев, связанных с необходимостью замены шпильки или детали, в которую ввернута шпилька;
3. принять меры для предохранения пришабренных и чисто обработанных поверхностей от коррозии и механических повреждений как на снимаемых, так и на остающихся на месте деталях.

1.3.1.4 Сборка электрических машин производится в порядке, обратном разборке. При этом необходимо:

1. тщательно очистить от грязи детали, устанавливаемые на электрическую машину; очистить и продуть сухим сжатым воздухом давлением не более 0,2 МПа (2 кгс/см^2) каналы подвода смазки и вентиляционные каналы; очистить съемные фильтры охлаждающего воздуха;
2. не допускать установку деталей, поверхности соприкосновения которых имеют повреждения;
3. устанавливать детали и узлы по маркам и меткам, определяющим их взаимное расположение;
4. устанавливать на место контрольные и установочные штифты и болты до окончательного закрепления деталей;
5. строго соблюдать установленный порядок, последовательность и усилия (углы) затяжки гаек соединений ответственных деталей (статор, подшипниковые крышки и т. п.), смазывать резьбовые соединения;
6. произвести проверку надежности стопорения деталей и крепежа;
7. проверить смещение вала в осевом направлении, зазоры в подшипниках и воз-

душные зазоры (междужелезное пространство) при затяжке болтов и гаек, если позволяет конструкция машины;

8. проверить правильность установки траверсы, щеткодержателей и щеток, а также величину нажатия на щетки;

9. проверить свободное вращение вала ротора (якоря);

10. не допускать закрашивания резьб, клейм, фирменных табличек, меток и контактных поверхностей для защитных заземлений.

1.3.1.5 При сборке водозащищенных электродвигателей дополнительно к п. 1.3.1.4 необходимо:

1. тщательно очистить от грязи и затвердевшей смазки поверхности, обеспечивающие взрывонепроницаемые соединения; протереть их чистой тряпкой и смазать тонким слоем консистентной смазки;

2. соблюдать величины взрывонепроницаемых щелевых зазоров в местах сопряжения, указанные в инструкциях по эксплуатации либо измеренные до разборки плоскими щупами по периметру при затянутых болтовых соединениях; не допускать окраски зазоров;

3. обеспечить плотность прилегания сопрягаемых деталей взрывонепроницаемых оболочек и герметичность коробки выводов; надлежащее уплотнение прокладками (набивками) разъемных соединений.

1.3.1.6 Центровка электромашинных преобразователей выполняется электрогруппой. Центровка ГА и механизмов с электроприводом выполняется механиками по заведованию.

1.4 Техническое обслуживание отдельных узлов электрических машин

Контактные кольца (коллекторы)

1.4.1 Для обеспечения равномерного износа колец синхронных генераторов рекомендуется периодически менять их полярность. Необходимость и периодичность изменения полярности устанавливаются инструкциями по эксплуатации и судовладельцем.

1.4.2 Поверхность коллекторов нормально работающих электрических машин должна быть отполированной и иметь красноватый цвет с фиолетовым оттенком. Главным условием сохранения поверхности является своевременность обнаружения и прекращения начавшегося разрушения контактной (оксидной) пленки.

1.4.3 По мере необходимости следует удалять с колец (коллекторов) угольную пыль и следы копоти сухой бельевой ветошью безопасными методами. Сильно загрязненные кольца (коллекторы) необходимо очистить бельевой ветошью, смоченной в рекомендованном моющем средстве. Влажная очистка при вращающемся роторе (якоре) запрещается.

1.4.4 При появлении на поверхности колец (коллекторов) следов почернения, борозд, шероховатости, искрения щеток и невозможности устранения их другими мерами кольца (коллекторы) рекомендуется шлифовать на ходу машины безопасными методами (у генераторов при поднятых щетках и снятом возбуждении; у электродвигателе без нагрузки или с нагрузкой, сниженной до возможного предела).

1.4.5 Для шлифования рекомендуется применение специальных шлифовальных камней или стеклянной мелкозернистой шкурки, укрепленной на деревянной колодке по форме коллектора. После шлифования кольца (коллекторы) необходимо отполировать. Производить шлифование при нахождении судна в тропиках не рекомендуется.

1.4.6 При наличии на кольцах (коллекторах) глубоких борозд, эксцентриситеты больше нормы и т. п. кольца (коллекторы) необходимо проточить в холодном состоянии. Перед проточкой коллекторов рекомендуется обжечь их крепление как в холодном, так и в нагретом состоянии.

1.4.7 Проточку колец (коллекторов) крупных электрических машин допускается производить на месте без выемки ротора (якоря) при невозбужденной машине, хорошем состоянии подшипников машины, надежном креплении суппорта во избежание вибрации резца и устранения смещения якоря (ротора) машины в осевом направлении путем создания упора вала. После проточки, а также при большом естественном износе коллекторы необходимо продорожить на глубину 1,5-2 мм (если это допускается их конструкцией), снять фаски, шлифовать и отполировать.

1.4.8 При обработке колец (коллекторов) следует предохранять электрические машины от попадания внутрь них стружек, опилок и пыли. После окончания всех операций по обработке колец (коллекторов) электрические машины следует продуть сжатым воздухом со стороны, противоположной коллекторам (кольцам).

Щетки

1.4.9 Щетки электрических машин должны быть хорошо притерты и установлены параллельно оси вала. Щетки электрических машин постоянного тока должны находиться на нейтрали. Заводские или другие, установленные в эксплуатации метки на траверсе и корпусе должны совпадать.

1.4.10 Щетки должны свободно передвигаться в обоймах щеткодержателей, но не иметь излишней слабину. Зазоры между щетками и стенками обойм щеткодержателей должны соответствовать требованиям инструкции по эксплуатации.

1.4.11 Зазоры между нижними кромками обойм щеткодержателей и поверхностью коллекторов (колец) допускаются в пределах 1,4 мм в зависимости от типа электрической машины и диаметра колец (коллекторов). В электромагнитных усилителях (ЭМУ) зазоры рекомендуется поддерживать в пределах 2-3 мм.

1.4.12 Токоведущие проводники не должны препятствовать свободному передвижению щеток в обоймах щеткодержателей и должны иметь со щетками надежный контакт. При ослаблении контакта щетки необходимо заменить.

1.4.13 Давление щеток на кольца (коллекторы) определяется условиями коммутации, маркой щеток и может колебаться в пределах 0,015-0,04 МПа (0,15-0,40 кгс/см²). Давление щеток в ЭМУ рекомендуется поддерживать в пределах 0,015-0,025 МПа (0,15-0,25 кгс/см²) в зависимости от марки щеток.

1.4.14 Для обеспечения равномерности распределения тока между отдельными щетками разница между величинами нажатия на щетки не должна превышать 10%.

1.4.15 Площадь рабочей поверхности (зеркала) каждой щетки должна быть не менее 80% от ее общей поверхности. Износившиеся и неисправные щетки (обгоревшие, с отколотыми кромками и т. п.) следует заменять новыми.

1.4.16 Марки заменяющих щеток должны соответствовать маркам, рекомендованным для данного типа электрической машины. В виде исключения допускается замена щетками других марок с техническими характеристиками, близкими к характеристикам основных щеток. При установке щеток разных марок на каждом пальце щеткодержателя должны быть установлены щетки одной марки. При этом суммарные падения напряжения на щетках разноименной полярности должны быть одинаковыми.

1.4.17 Щетки, установленные вновь, а также после обработки колец (коллекто-

ров), до начала работы рекомендуется притереть. Применение для притирки щеток наждачного или карборундового полотна (бумаги) запрещается. Притирка щеток производится только стеклянным полотном (бумагой) при нормальном нажатии пружин щеткодержателей.

1.4.18 После замены и притирки щеток электрические машины следует тщательно очистить от пыли и продуть сжатым воздухом. После полной или частичной замены щеток необходимо дать им приработаться к кольцам (коллекторам), постепенно нагружая электрические машины в течение 4-8 ч.

Подшипники

1.4.19 Осмотр, замена смазки и замена самих подшипников электрических машин должны производиться в соответствии с общими указаниями.

1.4.20 Количество и марки смазок (жировая 1-13, ЦИАТИМ 202 и 221, ВНИИНП 207, 220 и 242, ЭШ 176 марки А и др.) определяются инструкциями по эксплуатации конкретных типов электрических машин, ОСТ 31.8003-78 «Топлива, масла и смазки для судов морского флота. Ограничительный перечень» и указаниями судовладельца.

1.4.21 Промывку подшипников качения электрических машин и полную замену смазки необходимо производить:

1. перед вводом в действие вновь установленных электрических машин, если смазка не заменялась в течение трех лет;
2. при полной разборке электрических машин;
3. при неудовлетворительной работе заложенной смазки (вытекание, нагрев подшипников и т. д.). Замену смазки в подшипниках скольжения необходимо производить при ее загрязнении, но не реже одного раза в год.

1.4.22 Промывку подшипников следует выполнять средствами, рекомендованными инструкциями по эксплуатации конкретных типов электрических машин (дизельным топливом, бензином, уайтспиритом, керосином и др.) при строгом соблюдении требований безопасности, установленных нормативными документами.

1.4.23 При замене подшипников качения зарубежного производства на отечественные следует руководствоваться РД 31.56.01- 83 «Рекомендации по замене зарубежных подшипников качения судовых электрических машин на отечественные».

1.5 Сушка электрических машин

1.5.1 Электрические машины, увлажненные и имеющие сопротивление изоляции ниже нормы, необходимо подвергать сушке.

1.5.2 Сушка электрических машин в судовых условиях осуществляется следующими методами:

1. внешним нагреванием (электролампами, электронагревателями или другими источниками тепла);
2. нагреванием током от постороннего источника;
3. методом короткого замыкания;
4. методом потерь в активной стали статора (станине);
5. комбинированным методом (внешним нагреванием и нагреванием током).

Сушка током разрешается только для электрических машин с сопротивлением изоляции не ниже 0,1 МОм.

1.5.3 Перед сушкой электрические машины необходимо тщательно очистить и продуть сухим сжатым воздухом давлением не более 0,2 МПа (2 кгс/см²), а при необходимости промыть рекомендованным моющим средством.

1.5.4 При сушке рекомендуется:

1. надежно заземлить корпус электрической машины (при сушке током);
2. нагревать электрическую машину постепенно с таким расчетом, чтобы за первые 2-3 ч ее температура достигла 50°C, а максимально допустимая температура (95°C) была бы достигнута не ранее чем через 7-8 ч; для крупных электрических машин скорость нарастания температуры должна быть уменьшена;
3. не допускать нагрева подшипников, заполненных смазкой, свыше норм;
4. создать умеренную вентиляцию для ускорения процесса сушки с помощью специального вентилятора либо вращением генератора на пониженной частоте вращения с обязательным отключением возбуждения;
5. не останавливать сушку в стадии понижения сопротивления изоляции, которое обычно наблюдается в начале нагрева электрических машин;
6. прекратить сушку, если электрическая машина ей не поддается, охладить, повторно тщательно очистить или промыть электрическую машину, после чего повторить сушку;
7. прекратить сушку при достигнутой в процессе сушки максимальной температуре нагрева и установившейся в течение 2-3 ч необходимой величине сопротивления изоляции обмоток.

1.5.5 Обмотки электрических машин после сушки рекомендуется в зависимости от состояния изоляции покрыть электроизоляционной эмалью или пропитать электроизоляционным лаком, совместимыми с изоляцией обмоток, и просушить в соответствии с режимом, рекомендованным для принятого лака или эмали.

1.5.6 В случае попадания в электрические машины морской воды сразу же после обнаружения этого необходимо:

1. разобрать электрические машины;
2. тщательно промыть пресной горячей водой, имеющей температуру около 80°C, обмотки статора и ротора (якоря и полюсов), а также остальные части электрических машин, залитые водой, до полного удаления соли;
3. просушить обмотки;
4. измерить сопротивление изоляции обмоток и, если оно окажется ниже нормы, все указанные выше операции повторить более тщательно (вплоть до кипячения обмоток) до получения необходимого сопротивления изоляции;
5. пропитать обмотки соответствующим лаком, вторично просушить электрические машины, покрыть обмотки эмалью и вновь просушить;
6. собрать электрические машины, проверить их техническое состояние и испытать в действии.

1.6 Типовой перечень работ, выполняемых при техническом обслуживании

1.6.1 При ТО без разборки необходимо:

1. вскрыть смотровые и вентиляционные отверстия;
2. осмотреть контактные кольца (коллекторы), щеточный аппарат и обмотки статора и ротора (якоря); затянуть доступные контактные и крепежные соединения; проверить соответствие положения траверсы заводской или другой, установленной в эксплуатации метке;
3. очистить доступные места и фильтры от грязи, продуть электрическую машину сухим сжатым воздухом давлением не более 0,2 МПа (2 кгс/см²);
4. вскрыть контрольные отверстия пристроенного тормоза (при наличии) и измерить зазоры;
5. закрыть смотровые, вентиляционные и контрольные отверстия и проверить

электрическую машину в действии.

1.6.2 При ТО с частичной разборкой необходимо выполнить работы в объеме, определенном п.

1.6.1, и дополнительно:

1. вскрыть и очистить коробку выводов и наружные крышки подшипниковых щитов;
2. протереть доступные места ветошью, смоченной в рекомендованном моющем средстве;
3. изменить при необходимости полярность колец синхронного генератора;
4. проверить величину нажатия на щетки, заменить изношенные щетки и притереть новые; при необходимости прошлифовать кольца (коллекторы).
5. просушить при необходимости обмотки и покрыть изношенные места изоляции эмалью;
6. вскрыть тормоз, очистить его, продуть сжатым воздухом, заменить при необходимости изношенные накладки, просушить катушки электромагнита, отрегулировать зазоры тормоза и закрыть его;
7. осмотреть подшипники и их смазку, добавить при необходимости смазку того же сорта и закрыть крышки подшипниковых щитов;
8. проверить состояние поверхностей, щелевых зазоров и уплотнений, обеспечивающих взрывонепроницаемость оболочек и соединений взрывозащищенных электрических машин;
9. собрать и проверить электрическую машину в действии.

1.6.3 При ТО с полной разборкой необходимо разобрать электрическую машину в соответствии с пп. 1.3.1, выполнить работы в объеме, определенном пп. 1.6.1, 1.6.2, и дополнительно:

1. промыть при необходимости обмотки и другие доступные места рекомендованным моющим средством;
2. отремонтировать изношенные или поврежденные места изоляции обмоток, пропитать их лаком и покрыть эмалью, просушить обмотки;
3. проверить состояние колец (коллекторов) и контактных соединений внутри электрической машины; проточить и прошлифовать при необходимости кольца (коллекторы);
4. проверить динамометром величину нажатия на щетки и состояние щеткодержателей; отремонтировать при необходимости щеточный аппарат;
5. промыть подшипники и заменить в них смазку; заменить при необходимости вкладыши или подшипники в сборе;
6. очистить статор и ротор (якорь) от грязи и ржавчины, окрасить при необходимости внутренние и наружные поверхности;
7. проверить схему соединения и величину сопротивления изоляции обмоток по отношению к корпусу и между собой;
8. проверить состояние заземлений и подстроечных резисторов в ЭМУ (при наличии);
9. проверить целостность короткозамкнутых клеток и колец ротора (в асинхронных электродвигателях);
10. собрать электрическую машину;
11. проверить электрическую машину в действии и испытать ее.

1.6.4 При проверке электрических машин в действии следует опробовать их на

холостом ходу или при ненагруженном механизме в течение 1 ч с учетом допустимого режима работы. При опробовании необходимо контролировать:

1. напряжения генераторов и токи холостого хода электродвигателей;
2. биение колец (коллекторов) и работу щеточных аппаратов;
3. температуры нагрева корпуса и подшипников;
4. отсутствие постороннего шума и недопустимой вибрации.

Если при ТО производилась частичная или полная замена щеток либо проточка колец (коллекторов), необходимо дополнительно выполнить требования п. 2.9.18.

1.6.5 Испытания при номинальной нагрузке производятся в течение 4 ч для электрических машин мощностью до 20 кВт и не менее 6 ч для электрических машин большей мощности с учетом допустимого режима их работы; контроль за работой электрических машин выполняется в соответствии с п. 1.6.4.

1.6.6 При проверке технического состояния и испытаниях ЭМУ после ТО с полной разборкой дополнительно к п. 16.3 рекомендуется:

1. проверить и при необходимости отрегулировать с точностью $\pm 0,5$ мм относительное положение щеткодержателей (разбивку щеток) по окружности и по длине коллектора;
2. измерить активные сопротивления обмоток (управления, компенсационной и др.) и сопоставить их с паспортными данными;
3. определить заново положение физической нейтрали индуктивным методом (несмотря на наличие заводской метки);
4. произвести пробный пуск и убедиться в отсутствии самовозбуждения ЭМУ;
5. произвести регулировку степени компенсации реакции якоря (при наличии подстроечных резисторов) в нагретом состоянии и при номинальной нагрузке ЭМУ;
6. определить статическую (нагрузочную или регулировочную) характеристику ЭМУ; внешняя характеристика ЭМУ должна быть падающей; при сбросе нагрузки выходное напряжение должно превышать номинальное значение не более чем на 20%;
7. проверить качество коммутации ЭМУ при номинальной нагрузке; степень искрения не должна превышать 1,5 балла.

1.6.7 Проверка и регулировка нейтрали ЭМУ выполняется при полностью притертых щетках и после регулировки положения щеткодержателей.

1.6.8 При регулировке нейтрали двухступенчатых ЭМУ продольного поля вначале выполняется проверка и регулировка нейтрали первой ступени усиления, когда влияние реакции якоря при сдвиге щеток с нейтрали наиболее сильно. Проверку нейтрали выходной ступени следует рассматривать как дополнительную.

1.6.9 В ЭМУ поперечного поля нейтраль проверяется и регулируется для поперечной цепи с использованием одной из обмоток управления при отключенной обмотке поперечного размагничивания (поперечной цепи ЭМУ).

1.6.10 Улучшение устойчивости работы ЭМУ при наличии запаса по усилению может быть достигнуто сдвигом траверсы от нейтрали по направлению вращения на 0,5-1 коллекторное деление.

1.6.11 Разборка, сборка и ТО взрывозащищенных электрических машин должны выполняться в соответствии с инструкциями по эксплуатации. Особое внимание следует обращать на тщательность сборки, исправность уплотнений вала, подшипников, кабельных вводов и заземлений корпуса. При замене подшипников должны быть заменены и их уплотнения. Марки применяемых смазок подшипников, сроки и объем пополнения и замены смазки должны соответствовать инструкциям по эксплуатации

пли указаниям, имеющимся на самих электрических машинах.

1.6.12 При проверке в действии взрывозащищенных электрических машин дополнительно к п. 1.6.4 должна быть проверена исправность действия имеющихся блокировок, отключающих машины при изменении контролируемого параметра (уровня масла и т. п.).

1.6.13 ТО электрических микромашин (сельсинов и т.д.), входящих в состав технических средств, рекомендуется совмещать по времени с ТО этих средств в целом, руководствуясь указаниями настоящей части Правил и инструкциями по эксплуатации микромашин. Особое внимание при ТО следует обращать на применение рекомендованных смазок подшипников и исправность щеточных аппаратов.

2 Контрольные вопросы

2.1 Что необходимо сделать, после ввода в действие первичного двигателя и достижения генератором номинальной частоты вращения?

2.2 Что необходимо сделать, при включении синхронного генератора на параллельную работу способом ручной синхронизации через реактор после подготовки ГА к действию, пуска и достижения им номинальной частоты вращения?

2.3 Порядок полной разборки электрических машин?

2.4 Что рекомендуется сделать во время разборки машины?

2.5 ТО контактных колец (коллекторов).

2.6 ТО щёток.

2.7 ТО подшипников.

2.8 Методы сушки электрических машин в судовых условиях.

2.9 Что рекомендуется сделать при сушке электрических машин?

2.10 ТО электрических машин без разборки.

2.11 ТО электрических машин с частичной разборкой.

2.12 ТО электрических машин с полной разборкой.

2.13 Проверка и испытание электрических машин.

2.14 Проверке технического состояния и испытаниях ЭМУ после ТО.

3 Оформление отчёта

3.1 Номер, тема, цель работы.

3.2 Ответы на контрольные вопросы (приложить все необходимые рисунки, схемы, графики).

3.3 Вывод о проделанной работе.

4 Литература

4.1 Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2017

4.2 Александровская А.Н. Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2016

4.3 Москаленко В.В. Справочник электромонтера. - М.: Академия, 2014

Практическая работа

Тема: Дефектация коммутационных электрических аппаратов

Цель: Ознакомиться с правилами технического использования и эксплуатации судовой электрической коммутационной аппаратуры. Уяснить основные работы, выполняемые при ТО.

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО и компетенций согласно МК ПДНВ (К-24, Кр-13)

К-24 Обнаружение неисправностей в электроцепях, установление мест неисправностей и меры по предотвращению повреждений

Кр-13 Начальное понимание: .1 конструкции и эксплуатационных характеристик судовых систем и оборудования постоянного и переменного тока

Оборудование: методический материал для выполнения практической работы, различные коммутационные аппараты.

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Распределительные устройства и пульты управления. Техническое использование.

Общие указания

При использовании распределительных устройств (РУ) и пультов управления (ПУ) выполняются:

- .1. включение и выключение генераторов и потребителей электроэнергии;
- .2. поддержание номинальных значений напряжения и частоты тока работающих генераторов (при отсутствии автоматических регуляторов напряжения и частоты);
- .3. перевод нагрузки с одного из параллельно работающих генераторов на другие и обеспечение экономичной работы электроэнергетической системы;
- .4. перевод нагрузки с судовых генераторов на электроснабжение от береговой сети и обратно в соответствии с РД 31.21.81-79 «Инструкция по электроснабжению судов от береговых сетей» (с перерывом или без перерыва электроснабжения в зависимости от принятой на судне схемы);
- .5. наблюдение за показаниями измерительных приборов, контролирующих параметры генераторов, береговой сети и потребителей (напряжение, частоту, ток, мощность, сопротивление изоляции и др.);
- .6. контроль за работой средств коммутации, защиты, сигнализации и блокировки;
- .7. контроль нагрева шин и токоведущих частей аппаратов и приборов;
- .8. контроль вибрации и шума аппаратов и приборов;
- .9. поддержание в чистоте РУ и ПУ.

При подготовке РУ и ПУ к действию после продолжительного нерабочего периода и ТО с частичной разборкой необходимо:

- .1. произвести внешний осмотр и убедиться в отсутствии на токоведущих частях посторонних предметов, влаги и пыли;
 - .2. проверить состояние контактных соединений и крепежа;
 - .3. убедиться, что все АВ и другие коммутационные аппараты отключены;
 - .4. проверить правильность действия всех аппаратов путём включения их без тока;
 - .5. проверить наличие в предохранителях штатных плавких вставок (элементов);
 - .6. убедиться в чистоте и целостности диэлектрических ковриков у РУ и ПУ.
- Потребители электроэнергии, которые могут получать питание как непосред-

ственно от ГРЩ, так и через аварийный распределительный щит (АРЩ), должны, как правило, получать питание через АРЩ во всех условиях эксплуатации.

При плавании в сложных условиях не рекомендуется без крайней необходимости выполнять какие-либо переключения и проверки на ГРЩ, АРЩ и ПУ.

Двери ГРЩ и распределительных щитов (РЩ) должны быть заперты. Ключи от ГРЩ и АРЩ должны находиться у электромеханика, а также непосредственно у ГРЩ (или в ЦПУ, если там размещен ГРЩ) и АРЩ.

Включение и отключение АВ с ручным приводом должны производиться непрерывным движением их рукояток до крайних положений (упоров). Не допускается оставлять рукоятки АВ в промежуточном положении.

Включение АВ после их автоматического отключения (срабатывания) производится переводом рукояток в положение «Отключено», а затем - в положение «Включено».

Примечание. В АВ с электродвигательным приводом после взвода пружинного механизма рекомендуется убедиться по указателю в отключении электродвигателя конечным выключателем.

Положение контактов АВ определяется только по специальным устройствам или сигнальным лампам,.

При ложном срабатывании АВ необходимо их снова включить. При повторном срабатывании включение АВ разрешается только после устранения причины, вызвавшей срабатывание.

При срабатывании АВ из-за перегрузки или короткого замыкания в защищаемой цепи до повторного включения следует устранить причину срабатывания, осмотреть АВ и устранить при необходимости последствия срабатывания. Если требуется немедленное повторное включение АВ, их осмотр должен быть произведен при первой возможности.

Заклинивание, а также работа АВ со снятыми дугогасительными камерами запрещается.

Временное выведение из действия или блокировка расцепителей АВ допускается при необходимости только для предотвращения аварийной ситуации.

Для каждого предохранителя в РУ и ПУ должны быть указаны его назначение и величина тока плавкой вставки (элемента).

Необходимо использовать только штатные плавкие вставки (элементы). Резервные плавкие вставки (элементы) и клещи для извлечения предохранителей должны находиться в РУ и ПУ.

Пробочные предохранители должны быть всегда плотно ввернуты. Запрещается подкладывать под плавкие вставки (элементы) какие-либо металлические прокладки или проволоку.

В случае срабатывания (расплавления) плавкой вставки (элемента) ее следует заменить; при повторном срабатывании замена разрешается только после устранения причины, вызвавшей срабатывание.

Правильность положения стрелок измерительных приборов относительно шкал следует проверять не реже одного раза в месяц. Стрелки отключенных амперметров, вольтметров и ваттметров должны показывать «0», щитового мегомметра - «со»; стрелки частотомеров и фазометров могут находиться в любом положении.

Продолжительность включения стрелочных синхроскопов, щитовых мегомметров и вольт-метров для измерения сопротивления изоляции сетей определяется схе-

мами конкретных приборов и инструкциями по их эксплуатации.

1.2 Техническое обслуживание

Автоматические выключатели

При ТО необходимо:

- .1. проверить и затянуть при необходимости контактные и крепежные соединения;
- .2. проверить исправность пружин и заменить изношенные пружины;
- .3. проверить наличие смазки в редукторе электродвигательного привода, подшипниках и шарнирных соединениях, при необходимости смазать трущиеся части рекомендованной смазкой;
- .4. удалить с поверхностей контактов копоть и наплавления;
- .5. проверить одновременность замыкания и отсутствие перекоса контактов; величины контактного нажатия главных и дугогасительных контактов, зазоров и провалов контактов в соответствии с указаниями инструкций по эксплуатации;
- .6. осмотреть и очистить дугогасительные камеры;
- .7. убедиться в исправной работе и свободном движении подвижных частей АВ при ручном включении и отключении;
- .8. проверить срабатывание АВ при воздействии на механизм расцепления отключающих расцепителей;
- .9. проверить работу механических указателей АВ (коммутационного положения, состояния пружинного механизма, срабатывания расцепителей и др.);
- .10. проверить состояние контактов, исправность работы устройств безопасности и механических фиксаторов положений АВ втычного исполнения.

Наплавления, образующиеся на рабочих поверхностях контактов, следует защищать бархатным напильником, не нарушая формы контактов. Применение наждачного полотна (бумаги) и полировка контактов не допускаются.

Нагар и копоть, образующиеся на контактах с серебряными накладками, удаляются ветошью, смоченной рекомендованным моющим средством. Потемнение серебряных накладок не является признаком их неисправности. При сильном обгорании или износе рабочих поверхностей накладки или контак-ты следует заменить.

При включении АВ первыми должны замыкаться дугогасительные контакты, затем предварительные (при наличии) и последними главные контакты. При отключении АВ размыкание контактов должно происходить в обратной последовательности.

В АВ, где дугогасительные контакты замыкаются только в процессе включения и отключения, расстояние до дугогасительных контактов (зазор) должно быть равно 1-1,2 мм. Величина контактного нажатия измеряется динамометром; отсчет производится в момент выпадения бумажной полоски, помещенной между контактами.

При осмотре дугогасительных камер АВ следует удалить пыль и частицы металла и убедиться, что пластины деионных решеток не деформированы, а внутренние поверхности камер не обгорели. Если стенки камер имеют значительный по площади и глубине обгар, а металлические пластины— большое оплавление, камеры следует заменить.

Проверку срабатывания АВ от воздействия отключающих расцепителей, а также действия механических замедлителей срабатывания допускается выполнять путем ручного воздействия на якоря расцепителей при включенных АВ. Действие дистанционного и минимального расцепителей рекомендуется проверять включением и выключением цепей их питания; одновременно проверяется невозможность включения

АВ, если якоря минимальных расцепителей не притянуты.

Особое внимание при ТО АВ втычного исполнения следует обращать на обеспечение необходимого нажатия контактов и отсутствие их перегрева; о недопустимом перегреве может свидетельствовать потемнение контактов.

Для предотвращения возможного недопустимого перегрева контактов постоянно включенных АВ вследствие ухудшения состояния контактных поверхностей и увеличения переходного сопротивления необходимо не реже jednou раз в 3 мес. несколько раз включить и выключить АВ в обесточенном состоянии.

Если причиной ложных срабатываний АВ при пусках электродвигателей или при длительном протекании токов, не превышающих номинальных токов расцепителей АВ, являются заниженные уставки срабатывания тепловых токовых расцепителей или длительное повышение температуры воздуха, окружающего АВ, допускается увеличение уставок срабатывания расцепителей при наличии средств регулирования с градуированной шкалой или указателей «больше» - «меньше». При отсутствии таких средств или указателей либо неэффективности регулирования уставок рекомендуется заменить АВ аналогичными резервными с большими ближайшими номинальными токами расцепителей.

При ТО АВ генераторов и ответственных потребителей рекомендуется проверить и при необходимости отрегулировать уставки и время срабатывания расцепителей перегрузки, минимального напряжения и средств защиты ГА от обратной мощности (тока), в том числе отдельные комбинированные защитные устройства защиты ГА.

Примечания.

1. Указанные проверки и регулировки должны выполняться не реже одного раза в 4 года., как правило, специализированной береговой организацией.

2. Проверки и регулировки средств защиты ГА от обратной мощности (тока) должны выполняться не реже одного раза в год электромехаником совместно с механиком по заведованию.

Проверка расцепителей перегрузки может быть выполнена посредством:

- .1. непосредственной нагрузки ГА судовыми потребителями или специальными нагрузочными устройствами;
- .2. специальных приборов или стендов проверки защит;
- .3. изменения тока во вторичных обмотках трансформаторов тока (питающих расцепители или защитное устройство) от постороннего источника и других косвенных методов.

Проверка минимальных расцепителей напряжения может быть выполнена с помощью автотрансформаторов.

Проверку и регулировку срабатывания реле (устройств) защиты ГА от обратной мощности рекомендуется выполнять в следующем порядке:

.1. один из ГА, предназначенных для параллельной работы, нагрузить на 40,60% от номинальной мощности, затем включить на параллельную работу второй ГА, защита которого регулируется;

.2. воздействуя на регуляторы частоты вращения первичных двигателей, постепенно перевести второй ГА в двигательный режим, наблюдая за величиной повышения мощности работавшего ранее ГА и следя за величиной, при которой реле (устройство) защиты от обратной мощности сработает;

.3. отрегулировать при необходимости уставку срабатывания, которая должна находиться в пределах 2.6 % номинальной мощности у турбогенераторов и 8.15 %

номинальной мощности у дизельгенераторов.

Время срабатывания реле, зависящее от величины обратной мощности, регулируется по шкале замедлителя. Если время срабатывания устройств защиты не зависит от величины обратной мощности, то устройства регулируют на срабатывание без выдержки времени, после чего по шкале времени устанавливается необходимая выдержка.

При достижении величины обратного тока, равной $2 \cdot 15\%$ номинального тока генераторов, реле должны сработать.

Проверка и регулировка комбинированных устройств защиты генераторов должны выполняться в соответствии с инструкциями по эксплуатации.

Проверка и регулировка полупроводниковых расцепителей АВ должны выполняться с помощью специальных технических средств.

Выключатели (переключатели) и предохранители

При ТО пакетных выключателей (переключателей) необходимо обеспечить:

1. отсутствие заеданий валиков и их четкую фиксацию в каждом положении;
2. надежность контактных соединений.

При ТО выключателей (переключателей) рубящего действия необходимо обеспечить:

1. плотность зажатия в клеммах шин и проводов для предотвращения перегрева контактных соединений;
2. надежность заземления нетоковедущих частей аппаратов, монтируемых на лицевой стороне щита.

Ножи и губки выключателей (переключателей) рубящего действия при наличии на них оплавлений и борозд следует зачистить бархатным напильником, после чего все контактные поверхности протереть сухой ветошью.

При ТО трубчатых предохранителей следует обеспечить надежность контактов между плавкими вставками (элементами) и их держателями. Признаками плохого контакта могут быть потемнение контактных поверхностей и обугливание корпусов.

Запрещается заменять плавкие вставки (элементы) под напряжением. Если трубчатые предохранители не могут быть отключены выключателями, их следует снимать и устанавливать только при помощи специальных клещей или ручек.

Электроизмерительные приборы

Все электроизмерительные приборы должны быть исправны, опломбированы, иметь клеймо о поверке и паспорта.

Неисправные приборы должны быть сданы в ремонт. Снятие пломб, вскрытие и ремонт измерительных приборов в судовых условиях запрещаются. Из ремонта принимаются приборы, прошедшие государственную поверку и клеймение.

Щитовые и переносные электроизмерительные приборы должны предъявляться соответствующим контролирующим организациям для поверки и клеймения в установленные сроки.

Типовой перечень и периодичность работ, выполняемых при техническом обслуживании

Техническое обслуживание РУ (ПУ) должно производиться при полностью снятом с них напряжении, при этом шины должны быть закорочены перемычкой и заземлены. Если это невозможно по условиям эксплуатации, то РУ (ПУ) следует обесточить по секциям с заменой работающих потребителей резервными, при этом секционные АВ не должны быть взведены.

Наличие напряжения на элементах РУ (ПУ) при линейном напряжении до 220 В допускается проверять контрольными лампами, а при более высоком напряжении— только специальными индикаторами.

При ТО без разборки необходимо:

1. осмотреть и продуть РУ (ПУ) сухим сжатым воздухом давлением не более 0,2 МПа (2 кгс/см²);
2. заменить перегоревшие сигнальные лампы и очистить сигнальную арматуру;
3. проверить и затянуть доступные крепежные и контактные соединения;
4. проверить плавность хода и четкость фиксации рукояток АВ, пакетных выключателей и переключателей;
5. проверить соответствие плавких вставок (элементов) штатной номенклатуре и при необходимости заменить их;
6. проверить состояние имеющихся уплотнений.

При ТО с частичной разборкой необходимо выполнить работы в объеме, предыдущего пункта, и дополнительно:

1. очистить при необходимости РУ (ПУ) рекомендованным моющим средством;
2. заменить изношенные детали и аппараты;
3. выполнить ТО1 АВ;
4. проверить и при необходимости отрегулировать расцепители АВ, выполнить ТО пакетных выключателей (переключателей) и предохранителей в соответствии с ТО1;
6. проверить состояние амортизаторов и при необходимости заменить их;
7. проверить состояние заземлений;
8. проверить заделку жил кабелей, подключенных к РУ (ПУ);
9. просушить отдельные аппараты и довести сопротивление изоляции РУ (ПУ) до нормы; покрыть при необходимости лаком изоляционные панели и коммутационные провода;
10. подготовить РУ (ПУ) к действию и проверить в действии под нагрузкой.

Рекомендуемые периодичности ТО:

1. ТО без разборки ГРЩ, АРЩ и ПУ—не реже одного раза в 6 мес., РЩ—не реже одного раза в год;
2. ТО с частичной разборкой ГРЩ, АРЩ и ПУ—не реже одного раза в год; РЩ—не реже одного раза в 4 года.

1.3 Электрическая аппаратура. Техническое использование

Аппаратура регулирования напряжения, синхронизации и контроля нагрузки генераторов

Порядок ввода и вывода из действия аппаратуры самовозбуждения и АРН синхронных генераторов определяется для каждого типа генераторов в соответствии с инструкциями по эксплуатации и указаниями судовладельца.

При использовании аппаратуры самовозбуждения и АРН генераторов необходимо:

1. периодически производить осмотры аппаратуры;
2. содержать аппаратуру в чистоте;
3. следить за нормальной работой вентиляции в местах установки аппаратуры;
4. периодически проверять состояние токоведущих соединений, контактов и крепежа.

Визуальную проверку правильности действия средств автоматической синхронизации рекомендуется производить по лампам синхронизации или стрелочному синхроноскопу не реже одного раза в месяц при очередном включении генератора на параллельную работу.

Каждый случай возникновения больших бросков тока и понижения напряжения судовой сети в момент включения АВ генераторов по команде синхронизатора должен быть тщательно проанализирован. При обнаружении неисправности синхронизатора он должен быть отключен для ее устранения, а включение синхронных генераторов на параллельную работу следует временно производить одним из способов ручной синхронизации.

Включение устройства распределения активной нагрузки генераторов и регулирования частоты производится после ввода в действие генераторов для параллельной работы. При обнаружении неисправности устройства или системы регулирования устройство должно быть отключено для ее устранения, а распределение нагрузки следует временно производить вручную.

Для определения эффективности защиты генераторов от перегрузки путем отключения части потребителей устройствами токовой защиты необходимо в процессе эксплуатации определить фактические величины нагрузки, отключаемой защитой во всех режимах работы судна и в различных климатических условиях. В технически обоснованных случаях допускается по согласованию с судовладельцем изменять состав отключаемых потребителей для повышения эффективности защиты и предотвращения обесточивания.

При срабатывании защиты генераторов от перегрузки должны быть определены и устранены причины, вызвавшие срабатывание. При повторных срабатываниях защиты за короткий промежуток времени необходимо принять меры по проверке и регулировке устройств защиты, изменению состава работающих генераторов, изменению числа и очередности включения потребителей.

Пускатели, реостаты, командоаппараты и реле защиты электродвигателей от перегрузки

Для обеспечения нормальной работы пускателей (станций управления и т. п.) необходимо содержать их в надлежащей чистоте и периодически проверять:

1. правильность работы аппаратуры, четкость срабатывания контакторов и реле, отсутствие перегрева их катушек и ненормального гудения (особенно аппаратов переменного тока). Работа аппаратов без дугогасительных камер или с неисправными камерами запрещается;
2. крепление и исправность предохранителей;
3. отсутствие перегрева контактных и токоведущих соединений;
4. надежность защитных заземлений.

Заклинивание и работа контакторов и реле без немагнитных прокладок запрещаются. При отключении пускателей из-за срабатывания электротепловых реле защиты электродвигателей от перегрузки их повторное включение рекомендуется после самовозврата реле. При отсутствии самовозврата используются кнопки ускоренного ручного возврата.

Пусковыми реостатами допускается осуществление двух-трех пусков электродвигателей подряд с паузой после каждого пуска. После пуска необходимо убедиться в том, что пусковые резисторы полностью выведены. Использование пусковых реостатов для регулирования частоты вращения электродвигателей запрещается.

При регулировании частоты вращения электродвигателей пускорегулирующими реостатами запрещается переходить с регулировочных контактов на пусковые во избежание перегорания пусковых резисторов.

Температура нагрева кожухов введенных в действие реостатов не должна превышать 60°C. На кожухах реостатов не должны находиться какие-либо предметы, препятствующие их нормальному охлаждению или закрывающие выход нагретого воздуха.

Перевод рукояток (маховиков) командоаппаратов (командоконтроллеров, постов управления и т. п.) в рабочие положения следует производить через определенные, оговоренные в инструкциях по эксплуатации промежутки времени, соблюдаясь с изменением частоты вращения управляемых электродвигателей, плавными движениями, без рывков и излишних усилий.

При использовании командоаппаратов необходимо:

1. содержать их в чистоте;
2. следить за температурой нагрева контактных и токоведущих соединений, не допуская их перегрева;
3. не допускать нарушения герметичности уплотнений (особенно сальниковых уплотнений кабелей и осей рукояток командоаппаратов) .

При подготовке пускателей, (станций управления, реостатов, командоаппаратов) к действию после продолжительного нерабочего периода необходимо:

1. произвести внешний осмотр и убедиться в отсутствии посторонних предметов, влаги и пыли;
2. проверить целостность плавких вставок (элементов) предохранителей;
3. убедиться в наличии и правильной установке дугогасительных камер;
4. проверить состояние контактов контакторов и реле, их нажатия, провалы и растворы, одновременность касания;
5. убедиться в свободном перемещении рычагов блокировочных механизмов.

При использовании электроприводов необходимо:

1. определить по штатным амперметрам или токоизмерительными клещами максимальные фактические токи, потребляемые электродвигателями продолжительного режима работы, и занести полученные значения в журнал учета технического состояния;
2. сопоставить полученные значения фактических токов электродвигателей со значениями номинальных токов тепловых элементов электротепловых реле защиты электродвигателей от перегрузки.

Примечание. Номинальный ток тепловых элементов реле соответствует номинальному току несрабатывания (уставке) реле при нулевом (среднем) положении регулятора уставки;

Техническое обслуживание

Аппаратура регулирования напряжения и синхронизации генераторов

При ТО аппаратуры самовозбуждения и АРН генераторов необходимо выполнить осмотр, очистку, проверку состояния токоведущих соединений, контактов и крепежа и при необходимости регулировку аппаратуры и АРН после замены ее элементов или изменения их параметров вследствие старения.

При ТО средств синхронизации, а также после наладки, ремонта или замены регуляторов частоты вращения первичных двигателей необходимо выполнить осмотр, очистку, проверку состояния монтажа, контактов, штепсельных разъемов и произве-

сти контрольную синхронизацию.

Реле защиты электродвигателей от перегрузки

Если фактический ток электродвигателя, соответствующий максимально возможной в эксплуатации нагрузке электропривода, меньше номинального тока тепловых элементов электротепловых реле, рекомендуется соответственно уменьшить величину номинального тока несрабатывания (уставку) реле посредством регулятора уставки с учетом максимальной температуры воздуха, окружающего реле, технических возможностей и инструкции по эксплуатации реле.

Примечание. При изменении температуры воздуха, окружающего реле, на каждые $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ по отношению к 40°C для реле без температурной компенсации и 20°C для реле с температурной компенсацией уставка должна быть изменена на $\pm 5\%$ и $\pm(2,5*3)\%$ соответственно.

Если фактический ток электродвигателя больше номинального тока тепловых элементов реле, соответствующее увеличение номинального тока несрабатывания реле допускается в случаях, когда имеющееся несоответствие вызывает ложные срабатывания реле или срабатывания при пуске; при этом увеличенное значение тока несрабатывания реле не должно превосходить номинального тока электродвигателя.

После изменения величины номинального тока несрабатывания реле они должны быть проверены на несрабатывание при пуске электродвигателя с максимально возможной в эксплуатации нагрузкой электропривода.

Проверку электротепловых реле рекомендуется выполнять с нагретого состояния реле током, равным 150% номинального тока тепловых элементов реле; при этом время срабатывания не должно превосходить 2 мин. При проверке с холодного состояния и других кратностях тока допустимое время срабатывания должно определяться по времятоковым характеристикам реле. При проверке следует учитывать температуру воздуха, окружающего реле.

Примечание. Проверка реле должна, как правило, выполняться специализированной береговой организацией.

Типовой перечень работ, выполняемых при техническом обслуживании

При ТО без разборки необходимо:

1. осмотреть и очистить аппаратуру мягкой ветошью, волосяной кистью или пылесосом;
2. проверить состояние корпуса, уплотнений, пружин, рычагов у конечных выключателей, рукояток (маховиков) у командоаппаратов;
3. проверить легкость хода и смазать подвижные части, устранить заедания и перекосы контактных систем;
4. проверить и затянуть контактные соединения;
5. проверить состояние рабочих поверхностей контактов, удалить нагар, грязь и капли металла, зачистить контакты, сильно обгоревшие и поврежденные контакты заменить запасными; проверить правильность прилегания контактов, соответствие нажатий, провалов и растворов контактов величинам, указанным в инструкциях по эксплуатации;
6. проверить состояние внутренних поверхностей дугогасительных камер; в случае сильной законченности зачистить их шабером и протереть сухой ветошью, а при необходимости заменить запасными; после установки камеры на место убедиться в том, что контакты не заедают и они не касаются стенок камеры;
7. просушить при необходимости аппаратуру воздухом, нагретым до $80-85^{\circ}\text{C}$, и

довести сопротивление изоляции до нормы.

При ТО с частичной разборкой необходимо выполнить работы в объеме, ТО1, и дополнительно:

- .1. вскрыть аппаратуру и продуть ее сухим сжатым воздухом давлением не более 0,2 МПа (2 кгс/см²);
- .2. осмотреть катушки, при необходимости отремонтировать их, подновить лаковый покров и просушить либо заменить непригодные;
- .3. проверить состояние изоляционных деталей и отсутствие их повреждений; при необходимости заменить изношенные детали;
- .4. проверить состояние внутреннего монтажа и устранить обнаруженные неисправности;
- .5. произвести необходимую регулировку отдельных аппаратов;
- .6. восстановить маркировку клемм аппаратов;
- .7. в пусковых и пускорегулировочных реостатах проверить нажатие щеток на контакты и обеспечить требуемую плотность контактов; проверить отсутствие замыкания между витками и секциями проволочных резисторов; неисправные секции заменить.

При ТО с полной разборкой необходимо выполнить работы в объеме, определенном ТО1 и ТО2, и дополнительно:

- .1. демонтировать отдельные аппараты, отключив и промаркировав кабели и провода;
- .2. разобрать демонтированные аппараты, заменить изношенные и непригодные для использования детали и уплотнения;
- .3. отрегулировать углы поворота (перемещения) рычагов, рукояток, маховиков;
- .4. проверить заделку концов кабелей и устранить обнаруженные неисправности;
- .5. собрать аппараты; при необходимости подкрасить корпуса;
- .6. проверить состояние заземлений корпусов;
- .7. собрать и проверить аппаратуру в действии.

Применение специальных смазок для увеличения срока службы контактов контакторов, контроллеров и реле должно быть согласовано с судовладельцем.

Периодичность технического обслуживания

ТО электрической аппаратуры, как правило, следует производить одновременно с ТО технических средств, в состав которых входит данная аппаратура (генераторов, распределительных устройств, электроприводов и т. д.).

Рекомендуемые периодичности ТО пускателей, станций управления, реостатов и командоаппаратов в электрических приводах грузоподъемных устройств:

- .1. без разборки—после интенсивных грузовых операций;
- .2. с частичной разборкой—не реже одного раза в 6 мес;
- .3. с полной разборкой—не реже одного раза в 4.6 лет.

Конечные и путевые выключатели должны осматриваться не реже двух-трех раз в промежутках между ТО с частичной разборкой; при этом должна проверяться правильность срабатывания выключателей.

ТО электромагнитных дисковых тормозов электродвигателей в электрических приводах лифтов, грузоподъемных и якорно-швартовых устройств рекомендуется выполнять:

- .1. без разборки (только в электрических приводах грузоподъемных устройств) - после интенсивных грузовых операций;

.2. с частичной разборкой - не реже одного раза в 3.6 мес. в зависимости от интенсивности использования;

.3. с полной разборкой - не реже одного раза в год.

Проверку электротепловых реле защиты электродвигателей от перегрузки необходимо выполнять:

- .1. не реже одного раза в 4 года в электроприводах ответственных устройств;
- .2. после отказа электродвигателя вследствие перегрузки;
- .3. после замены электродвигателя другим с отличающимся номинальным током;
- .4. после изменения величины номинального тока несрабатывания реле.

Проверку цепей терморезисторов и аппаратов температурной защиты обмоток электрических машин необходимо выполнять не реже одного раза в 4 года в соответствии с инструкциями по эксплуатации.

2 Контрольные вопросы

1. При подготовке распределительных устройств и пультов управления после ТО2 необходимо?
2. ТО автоматических выключателей (пункты 1-10).
3. ТО пакетных переключателей.
4. ТО аппаратуры регулирования напряжения и синхронизации генераторов.
5. ТО1 электрической аппаратуры.
6. ТО2 электрической аппаратуры.
7. ТО3 электрической аппаратуры.

3 Оформление отчёта

- 3.1 Номер, тема, цель работы.
- 3.2 Ответы на контрольные вопросы (приложить все необходимые рисунки, схемы, графики).
- 3.3 Вывод о проделанной работе.

4 Литература

- 4.1 Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2017
- 4.2 Александровская А.Н. Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования. - М.: Академия, 2016
- 4.3 Москаленко В.В. Справочник электромонтера. - М.: Академия, 2014