

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕ-
ЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МОРСКОЙ КОЛЛЕДЖ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**МДК.01.01.02 Техническая эксплуатация электрических систем автоматики и
контроля судовых технических средств**

специальность подготовки **26.02.06 Эксплуатация судового
электрооборудования и средств автоматики**

квалификация **техник-электромеханик**

Учебный год **2016-2017, 2017-2018, 2018-2019 учебный год**

Курс **3**

Группа **Ээ-314, Ээ-315, Ээ-325, Ээ-316, Ээ-326**

Севастополь 2017

Рассмотрено и рекомендовано:

на заседании ЦК «Электромеханических дисциплин»


Протокол № 6 от «16» сентября 2017 г.

Председатель ЦК «Электромеханических дисциплин»



А.В. Масалов

Разработал:



А.В. Масалов, преподаватель Морского колледжа, председатель
ЦК «Электромеханических дисциплин»

Согласовано:

Методист



В.В. Павлушина

«18» 02 2017 г.

Практическая работа

Тема: Исследование схем включения вторичных обмоток трансформаторов тока и напряжения

Цель: Изучить и усвоить различные схемы включения вторичных обмоток трансформаторов

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО и компетенций согласно МК ПДНВ (К-7, Кр-6)

К-7 Знание основ автоматики, автоматических систем и технологии управления
Кр-6 Начальное понимание: .3 основ автоматики, автоматических систем управления и технологии

Оборудование: методический материал для выполнения практической работы

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Схемы включения трансформаторов напряжения

В электроустановках необходимо измерять напряжения между фазами (линейные) и напряжения фаз по отношению к земле (фазные). В зависимости от этого применяют однофазные, трехфазные или группы однофазных трансформаторов, включаемых по соответствующим схемам, которые обеспечивают выполнение нужных измерений и работу защит.

На рисунке 1 приведены наиболее употребительные схемы включения трансформаторов напряжения.

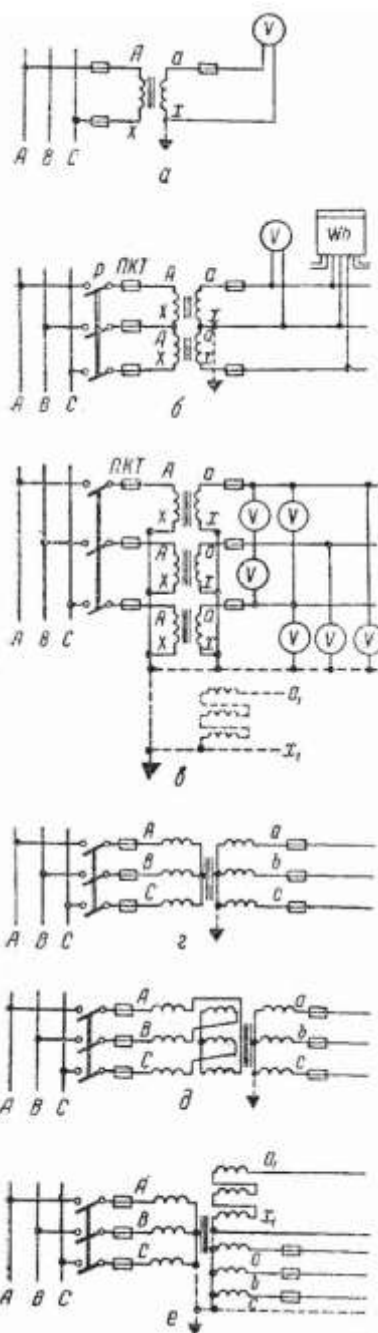
В схеме на рисунке 1, а использован один однофазный трансформатор. Схема позволяет измерять только одно из линейных напряжений.

На рисунке 1, б показаны два однофазных трансформатора, включенных по схеме неполного треугольника. Схема дает возможность измерять все три линейных напряжения.

В схеме на рисунке 1, в показано включение трех однофазных трансформаторов по схеме звезды с выведенной нулевой точкой и заземлением нейтрали первичных обмоток. Схема позволяет измерять все линейные и фазные напряжения и контролировать изоляцию в системах с изолированной нейтралью.

На схеме рисунок 1, г показано включение трехфазного трехстержневого трансформатора, который позволяет измерять только линейные напряжения. Этот трансформатор непригоден для контроля изоляции, заземление его первичной обмотки не допускается.

Дело в том, что при заземлении первичной обмотки, в случае возникновения замыкания на землю (в системе с изолированной нейтралью), в трехстержневом трансформаторе возникнут большие токи нулевой последовательности, а их магнитные потоки, замыкаясь по путям рассеяния (бак, конструкции и др.),



могут нагреть трансформатор до недопустимых температур.

На схеме (рисунок 1, д) показано включение трехфазного компенсированного трансформатора, предназначенного для измерения только линейных напряжений.

В схеме на рисунке 1, е показано включение трехфазного пятистержневого трансформатора НТМИ с двумя вторичными обмотками. Одна из них соединена в звезду с выведенной нулевой точкой и служит для измерения всех фазных и линейных напряжений, а также для контроля изоляции (в системе с изолированной нейтралью) при помощи трех вольтметров. В этом случае магнитные потоки нулевой последовательности не перегреют трансформатор, так как они будут свободно замыкаться через два боковых стержня магнитопровода.

Другая обмотка наложена на три основных стержня сердечника и соединена в разомкнутый треугольник. В эту обмотку включают реле для сигнализации о замыканиях на землю и приборы.

Нормально на концах дополнительной вторичной обмотки напряжение равно нулю, при замыкании же одной из фаз сети на землю напряжение повышается до $3U_0$ оно будет равно геометрической сумме напряжений двух неповрежденных фаз. Число витков дополнительной обмотки рассчитывают так, чтобы в этом случае напряжение было равно 100 В. Реле повышения напряжения, включенное в цепь разомкнутого треугольника, сработает и включит звуковую сигнализацию. Затем по трем вольтметрам устанавливают, в какой фазе произошло замыкание. Вольтметр заземленной фазы покажет нуль, два других - линейное напряжение.

В системе с изолированной нейтралью на сборных шинах всех напряжений устанавливают вольтметры контроля изоляции.

1.2 Основные схемы соединения трансформаторов тока

При осуществлении защиты применяются различные схемы соединения трансформаторов тока и обмоток реле в первую очередь схема полной звезды, схема неполной звезды и схема включения реле на разность токов двух фаз (рисунок 2).

В сельских электрических сетях наиболее часто используют схему неполной звезды. В дифференциальных защитах силовых трансформаторов и блоков генератор - трансформатор, а также в других защитах применяется схема включения трансформаторов тока в треугольник, реле в звезду.

Выбор той или иной схемы соединения определяется целым рядом факторов: назначением защиты, видами повреждений, на которые защита должна реагировать, условиями чувствительности, требованиями простоты выполнения и эксплуатации и т. д.

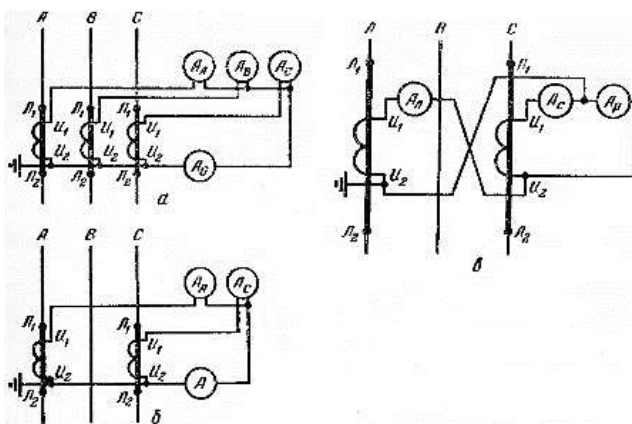


Рисунок 2 - Схемы соединения трансформаторов тока и реле: а - полная звезда; б - неполная звезда; в - включение одного реле на разность токов двух фаз.

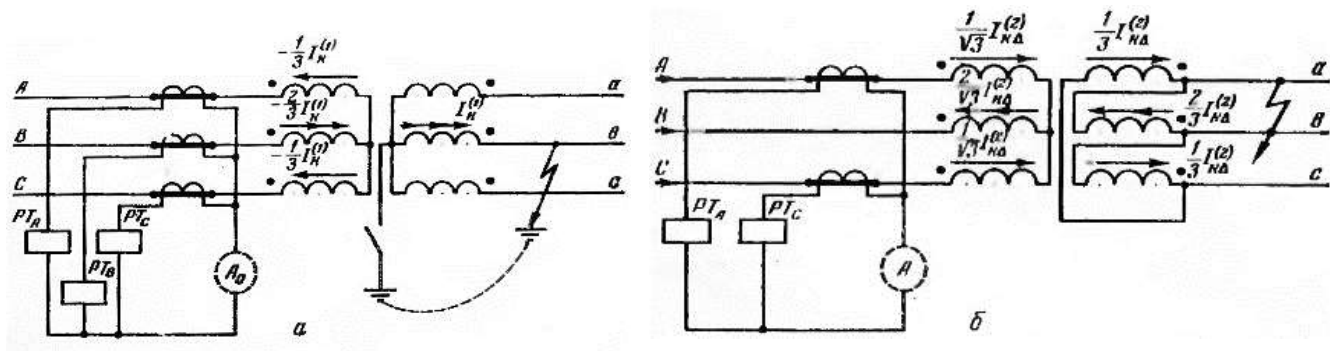


Рисунок 3 - Распределение токов в обмотках силового трансформатора при к.з. за ним: а - схема защиты - полная звезда, силового трансформатора - Y/Y-0; б - схема защиты - неполная звезда, силового трансформатора - Y/Δ.

На распределение токов в первичных цепях и работу различных схем защит оказывают влияние силовые трансформаторы с соединением обмоток Y/Δ и Y/Y-0.

На рисунке (2, а) показано токораспределение в первичных цепях при коротком замыкании фазы В за трансформатором с соединением обмоток Y/Y-0. При этом в месте короткого замыкания протекает ток только в поврежденной фазе, а со стороны питания - во всех трех фазах. В фазах А и С токи одинаково направлены, равны по значению и в 2 раза меньше тока в фазе В.

В этом и другом подобном случае при двухфазном к.з. за трансформатором с соединением обмоток Y/Δ (рисунок 2, б) схема неполной звезды может иметь пониженную чувствительность, а схема включения реле на разность токов двух фаз отказывает в действии (ток в реле равен 0).

Для замера наибольшего тока к.з. включают дополнительное реле в обратный провод схемы неполной звезды, чтобы повысить ее чувствительность.

При проверке чувствительности защит необходимо учитывать, что наибольший ток со стороны звезды при двухфазном к.з. на стороне треугольника в относительных единицах равен току трехфазного к.з. на стороне треугольника.

Схема включения трансформаторов тока и реле определяет нагрузку на трансформатор тока и его погрешности.

В системах с заземленной нейтралью однофазное замыкание на землю является коротким замыканием и может быть обнаружено по возросшему току в фазе. В сельских схемах электроснабжения однофазные к.з. наблюдаются в сетях с заземленной нейтралью напряжением 0,38 кВ, а простые замыкания на землю - в сетях 6-10, 20 и 35 кВ.

2 Контрольные вопросы

- 2.1 Привести и описать схемы включения трансформаторов напряжения.
- 2.2 Привести и описать схемы включения трансформаторов тока.
- 2.3 Привести основные определения основ автоматики (элементов) и систем автоматики.

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, 2015
- 4.2 Девочкин О.В. Электрические аппараты. – М.: Академия, 2015
- 4.3 Пантелеев В.Н. Основы автоматизации производства. – М.: Академия, 2015

Практическая работа

Тема: Понимание и знание схем работы электромагнитного реле переменного тока

Цель: Изучить и усвоить классификацию, назначение и работу электромагнитного реле переменного тока.

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО и компетенций согласно МК ПДНВ (К-7, Кр-6)

К-7 Знание основ автоматики, автоматических систем и технологии управления

Кр-6 Начальное понимание: 3 основ автоматики, автоматических систем управления и технологии

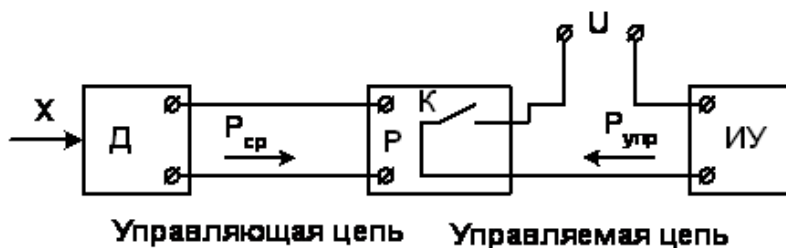
Оборудование: методический материал для выполнения практической работы

1 Краткие теоретические сведения

И Электромагнитные реле

В системах автоматики и телемеханики одним из наиболее распространенных элементов является реле. Реле – это устройство, которое автоматически осуществляет скачкообразное изменение (переключение) выходного сигнала под воздействием управляющего сигнала, изменяющегося непрерывно в определенных пределах.

Электрическое реле является промежуточным элементом, который приводит в действие одну или несколько управляемых электрических цепей при воздействии на реле определенных электрических сигналов управляющей цепи (рисунок 1).



Х - контролируемая величина; Д - датчик; Р - реле; ИУ - исполнительные устройства; К - контакт реле

Рисунок 1 – Схема включения реле

Свойства реле характеризуются следующими основными параметрами:

1) мощностью срабатывания $P_{ср}$ (Вт) – минимальной электрической мощностью, которая должна быть подведена к реле от управляющей цепи для его надежного срабатывания, т. е. приведения в действие управляемой цепи. Эта мощность определяется общими электрическими и конструктивными параметрами реле;

2) мощностью управления P_u (Вт) – максимальной величиной электрической мощности в управляемой цепи, при которой контакты реле еще работают надежно. Мощность управления определяется параметрами контактов реле, переключающих управляемую цепь. Выбор соответствующего типа реле производится на основании значений $P_{ср}$ и P_u , так как эти параметры постоянны для отдельных конструкций реле;

3) допустимой разрываемой мощностью P_r (Вт) – мощностью, разрываемой контактами при определенном токе или напряжении без образования устойчивой электрической дуги при данном напряжении;

4) коэффициентом управления – величиной, характеризующей отношение управляемой мощности к мощности срабатывания реле: $K_u = P_y / P_{ср} \geq 1$;

5) временем срабатывания $t_{ср}$ (с) – интервалом времени от момента поступления сигнала из управляющей цепи до момента начала воздействия реле на управляемую цепь. Допустимая величина $t_{ср}$ определяется необходимой быстротой передачи сигнала в управляемую цепь.

Существующие типы реле можно классифицировать по следующим основным признакам:

- по назначению: управления, защиты, сигнализации;
- принципу действия: электромеханические, электромагнитные нейтральные, электромагнитные поляризованные, магнитоэлектрические, электродинамические, индукционные, электротермические, электронные, фотоэлектронные и др.
- измеряемой величине: электрические (тока, напряжения, мощности, сопротивления, частоты, коэффициента мощности), механические (силы, давления, скорости, перемещения, уровня, объема и др.) тепловые (температуры, количества тепла), оптические (силы звука и др.), физических величин (времени, вязкости и др.).
- мощности управления: маломощные с мощностью управления $P_y \leq 1$ Вт, средней мощности с $P_y = 1-10$ Вт, мощные с $P_y > 10$ Вт.
- времени срабатывания: безынерционные $t_{ср} \leq 0,001$ с, быстродействующие $t_{ср} = 0,001-0,05$ с, замедленные $t_{ср} = 0,15-1$ с, реле времени $t_{ср} > 1$ с.

Наиболее распространенной группой являются электромеханические реле, в которых изменение входной электрической величины вызывает механическое перемещение подвижной части реле (якоря), приводящее к замыканию или размыканию контактов реле.

Следует отметить, что к группе электромеханических относятся реле, в основе действия которых лежат физические принципы аналогичных по названиям электроизмерительных приборов. Разница состоит в том, что в электроизмерительных приборах подвижная часть (стрелка) перемещается плавно и в больших пределах в зависимости от величины тока или напряжения, а в реле якорь совершает небольшое и обычно скачкообразное перемещение при определенных значениях входной величины (тока или напряжения).

1.2 Электромагнитные реле переменного тока

В тех случаях, когда основным источником энергии является сеть переменного тока, желательно применять реле, обмотки которых питаются переменным током. При подаче в обмотку реле переменного тока якорь будет притягиваться к сердечнику так же, как и при постоянном токе. При одинаковых конструктивных размерах реле и равных значениях максимальной индукции среднее значение электромагнитного усилия у реле переменного тока вдвое меньше, чем у реле постоянного тока.

Электромагнитное усилие меняется (пульсирует) с удвоенной частотой 2ω , обращаясь в нуль дважды за период питающего напряжения. Следовательно, якорь реле может вибрировать, периодически оттягиваться от сердечника возвратной пружиной, что вызывает дрожание якоря и, как следствие, износ оси якоря.

Реле переменного тока имеют худшие параметры, чем реле постоянного тока, так как при одинаковых размерах имеют меньшее электромагнитное усилие и менее чувствительны. Кроме того, они сложнее и дороже, поскольку необходимо иметь

шихтованный магнитопровод (набранный из отдельных листов, а также применять специальные меры для устранения вибрации якоря – явление, которое нежелательно, так как может привести к обгоранию контактов, прерыванию электрической цепи и др. поэтому для ослабления вибрации принимают специальные конструктивные меры.

Три способа устранения вибрации якоря реле переменного тока.

1. Применение утяжеленного якоря

Утяжеленный якорь благодаря большой инерции не может вибрировать с удвоенной частотой (2ω), т. е. он не успевает отходить от сердечника в те моменты времени, когда ток в обмотке реле переходит через нуль. Вибрация якоря в этом случае уменьшается. Однако применение утяжеленного якоря вызывает увеличение его размеров, что приводит к уменьшению чувствительности реле. Кроме того, габариты, вес и стоимость реле увеличивается. Этот способ находит применение в том случае, если исполнительный механизм, связанный с якорем реле, обладает большой инерцией.

2. Применение двухфазного реле

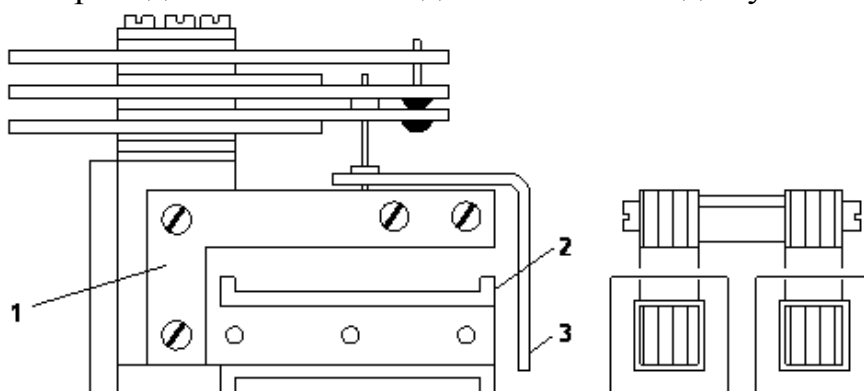
Двухфазное реле переменного тока (рисунок 2) имеет две обмотки, расположенные на двух сердечниках ЭМ1 и ЭМ2, имеющих общий якорь. Обмотки реле соединены параллельно относительно друг друга. В цепь одной из обмоток включен конденсатор С, благодаря чему токи в обмотках реле оказываются сдвинутыми по фазе на угол $\pi/2$. Так как токи в обмотках проходят через нуль в разные моменты времени, то результирующее тяговое усилие, действующее на якорь, никогда не обращается в нуль и имеет постоянное значение, т. е. не содержит переменной составляющей (при сдвиге токов в обмотках двух электромагнитов на угол $\pi/2$).

3. Применение короткозамкнутого витка (экрана)

Короткозамкнутый виток, охватывающий часть конца сердечника (расщепленный сердечник), является более эффективным способом.

На рисунке 3 изображена схема реле переменного тока с короткозамкнутым витком. Конец сердечника, обращенный к якорю, расщеплен (пропилен) на две части, на одну из которых надета короткозамкнутая обмотка – экран Э (один или несколько витков).

Магнитопровод выполнен из отдельных листов для уменьшения потерь.



1 – магнитопровод; 2 – катушка; 3 – якорь

Рисунок 2 – Двухфазное реле переменного тока

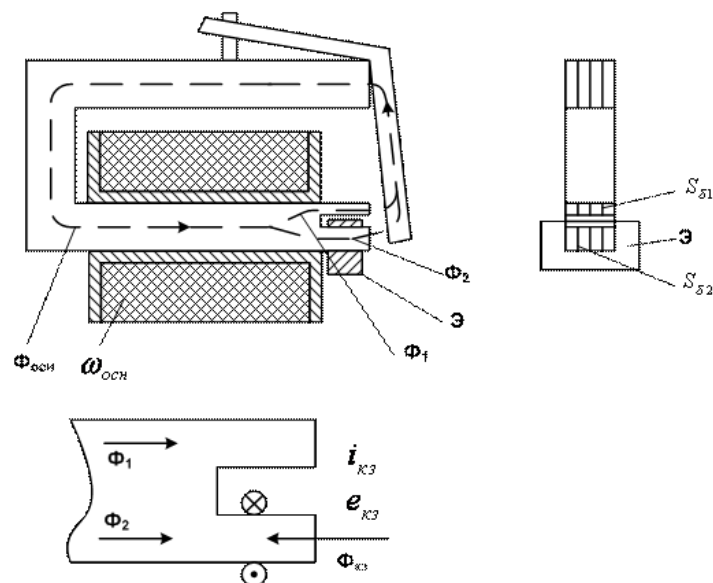


Рисунок 3 – Реле переменного тока с короткозамкнутым витком

Принцип работы реле заключается в следующем. Переменный магнитный поток $\Phi_{осн}$ основной обмотки $\omega_{осн}$, проходя через разрезанную часть сердечника, делится на две части. Часть потока Φ_2 проходит через экранированную половину полюса сечением $S_{\delta 2}$, в которой размещается короткозамкнутая обмотка, а другая часть потока Φ_1 проходит через неэкранированную половину полюса сечением $S_{\delta 1}$. Поток Φ_2 наводит в короткозамкнутом витке эдс(екз), которая создает ток $i_{кз}$. При этом возникает еще один магнитный поток $\Phi_{кз}$, который воздействует на магнитный поток Φ_2 и вызывает отставание этого потока по фазе относительно потока Φ_1 на угол $\varphi=60-80^\circ$. Благодаря этому результирующее тяговое усилие F_{δ} никогда не доходит до нуля, так как оба потока проходят через нуль в разные моменты времени.

2 Контрольные вопросы

- 2.1 Привести схему включения реле.
- 2.2 Параметры, характеризующие основные свойства реле.
- 2.3 Классификация реле по основным признакам.
- 2.4 Электромагнитные реле переменного тока, общие сведения.
- 2.5 Двухфазное реле переменного тока, описание и схема.
- 2.6 Реле переменного тока с короткозамкнутым витком, описание и схема.

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, 2015
- 4.2 Девочкин О.В. Электрические аппараты. – М.: Академия, 2015
- 4.3 Пантелеев В.Н. Основы автоматизации производства. – М.: Академия, 2015

Практическая работа

Тема: Понимание и знание работы элементов автоматики – датчики активного (реактивного) сопротивления

Цель: Изучить и усвоить назначение, конструкцию и работу датчиков сопротивления

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО и компетенций согласно МК ПДНВ (К-7, Кр-6)

К-7 Знание основ автоматики, автоматических систем и технологии управления

Кр-6 Начальное понимание: 3 основ автоматики, автоматических систем управления и технологии

Оборудование: методический материал для выполнения практической работы

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Конструирование и применение датчиков

Датчик (первичный преобразователь информации) – это устройство, преобразующее контролируемую и регулируемую величину в такой вид сигнала, который более удобен для воздействия на последующие элементы автоматики. В более общей формулировке прибор осуществляет операцию отображения множества сигналов на входе xOx в множество сигналов на выходе yOy , при этом указанное отображение должно быть однозначным.

В общем виде датчик можно представить в виде чувствительного элемента и преобразователя.

Чувствительный элемент в автоматике выполняет функции “органов чувств”. Он нужен для преобразования контролируемой величины в такой вид сигнала, который будет удобным для измерения.

В преобразователе происходит преобразование не электрического сигнала в электрический, например, давление в электроконтактном манометре сначала преобразуется с помощью чувствительного элемента в механическое перемещение стрелки, а затем в преобразователе преобразуется в изменение сопротивления.

На входе датчика могут регистрироваться как электрические сигналы, так и не электрические сигналы. С выхода обычно получают электрические сигналы. Это вызвано тем, что электрические сигналы проще усилить и передавать на различные расстояния.

1.2 Классификация электрических датчиков

В настоящее время наибольшее распространение в автоматике получили электрические датчики, которые можно разделить на две группы:

- параметрические;
- генераторные.

Параметрические датчики. Служат для преобразования не электрического регулируемого или контролируемого сигнала в параметры электрических цепей (сопротивление, индуктивность, емкость). Эти датчики делятся на датчики активного сопротивления (контактные, реостатные, потенциометрические, тензодатчики, терморезисторы) и датчики реактивного сопротивления.

Генераторные датчики. Служат для преобразования не электрических регулируемых или контролируемых сигналов в параметры ЭДС. Эти датчики не требуют посторонних источников энергии, так как сами являются источниками ЭДС.

К параметрическим и генераторным датчикам предъявляются следующие требования:

- непрерывная и линейная зависимость выходной величины от входной;
- высокая динамическая чувствительность;
- наименьшее влияние на регулируемую или измеряемую величину;
- надежность в работе;
- применимость к используемой измерительной аппаратуре и источникам питания;
- наименьшая себестоимость;
- минимальная масса и габариты.

Контактные датчики.

• это датчики, а которых механическое перемещение преобразуется в замкнутое или разомкнутое состояние контактов, управляющих одной или несколькими электрическими цепями.

При замыкании контактов сопротивление между ними изменяется от бесконечности до небольших значений, а при размыкании контактов оно изменяется в обратном направлении, то есть от небольшого значения до бесконечности.

Тахометрические датчики.

К ним относят тахогенератор, который представляет собой маломощную электрическую машину преобразующую механическое вращение в электрический сигнал.

Тахогенераторы нужны для получения напряжений пропорциональных частоте вращения и применяются в качестве электрических датчиков угловой скорости.

В зависимости от вида выходного напряжения и конструкции они делятся на тахогенераторы постоянного и переменного тока.

Тахогенераторы постоянного тока конструктивно представляют собой электрические генераторы постоянного тока и выполняются с возбуждением от постоянных магнитов.

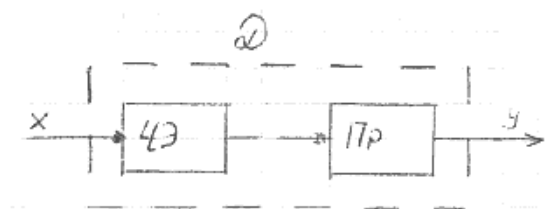
Тахогенераторы переменного тока можно разделить на два вида:

- синхронные;
- асинхронные.

Основными преимуществами тахогенераторов переменного тока, по сравнению с тахогенераторами постоянного тока, являются:

- отсутствие коллектора и щеток;
- синусоидальная форма выходной ЭДС;
- большая надежность;
- стабильность характеристик.

1.3 Датчики



Д – датчик

х – входное воздействие (не электрическая величина)

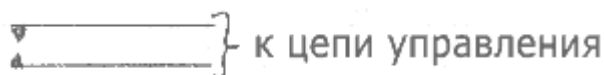
ЧЭ – чувствительный элемент

Пр – преобразователь

у – выходной сигнал датчика (ток или напряжение)

1.4 Параметрические датчики активного сопротивления

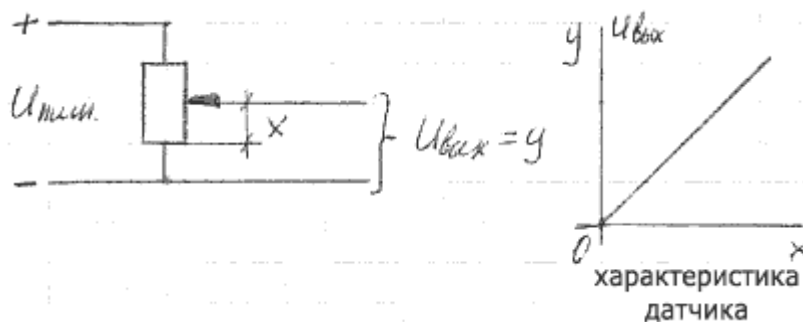
1.4.1 Контактный датчик



Достоинства: простота, низкая стоимость.

Недостатки: обгорание контактов, необходимость регулирования зазоров между контактами.

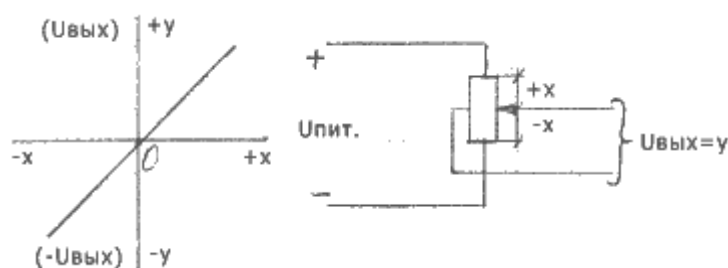
1.4.2 Датчик на основе реостатов



Достоинства: простота, дешевизна.

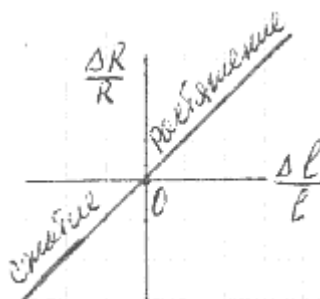
Недостатки: частота обслуживания, подвижные контакты подгорают.

1.4.3 Реверсивный реостатный датчик



1.4.4 Тензодатчик

Тензодатчики предназначены для измерения деформаций за счет изменения сопротивления электропроводника. Проводник под действием деформации увеличивается или уменьшается.



$\Delta R/R$ – относительное изменение сопротивления датчика

$\Delta l/l$ – относительное изменение длины проводника

Достоинства: низкая стоимость, прост по конструкции, легко изготавливается.

Недостатки: При больших деформациях датчик можно использовать только один раз.

1.4.5 Терморезисторы

Терморезисторами называют устройства сопротивление которых сильно зависит от температуры.

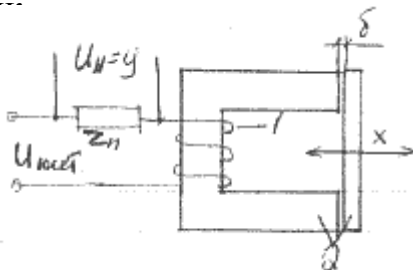
В качестве материалов могут использовать металлы, сплавы и полупроводники. Полупроводники работают в относительно узком температурном диапазоне не выше 300°.

Достоинства: долговечность, надежность, не требуют обслуживания.

Недостатки: тепловая инерционность.

1.5 Параметрические датчики реактивного сопротивления

1.5.1 Индуктивный датчик



$$L_K = W^2 \cdot S_B \cdot \mu / 2\delta$$

L_K – индуктивность катушки

W – число витков

S_B – площадь сечения воздушного зазора

μ – магнитная проницаемость

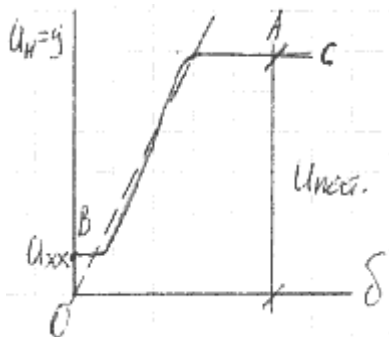
δ – длина воздушного зазора

x – перемещение подвижной части сердечника

u – напряжение нагрузки

1 – обмотка

2 – сердечник



Различие характеристик реального и идеального датчика заключается в следующем:

Реальный датчик при нулевом зазоре не имеет индуктивности равной бесконечности, поэтому при нулевом зазоре датчик имеет напряжение (XX).

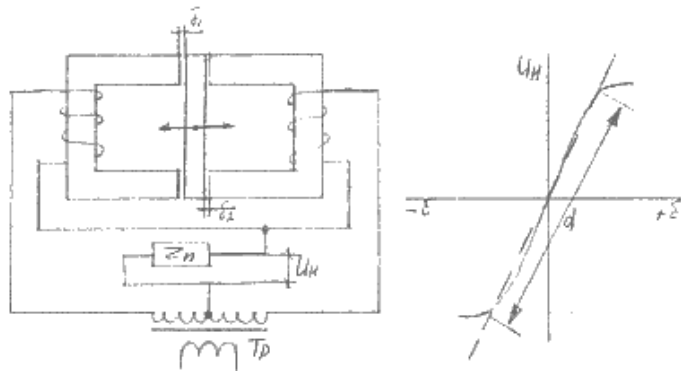
У идеального датчика при увеличении зазора напряжение все время растет. У реального датчика напряжение достигает некоторого значения (напряжение насыщения) и при любом зазоре оно не растет.

Это связано с тем, что сердечник катушки нельзя намагнитить до бесконечной величины.

Достоинства: высокая чувствительность, долговечность, относительная простота конструкции, не требует обслуживания.

Недостатки: наличие напряжения (XX), нелинейность характеристик реального датчика, возникновение больших усилий при зазорах близких к нулю.

1.5.2 Реверсивный индуктивный датчик

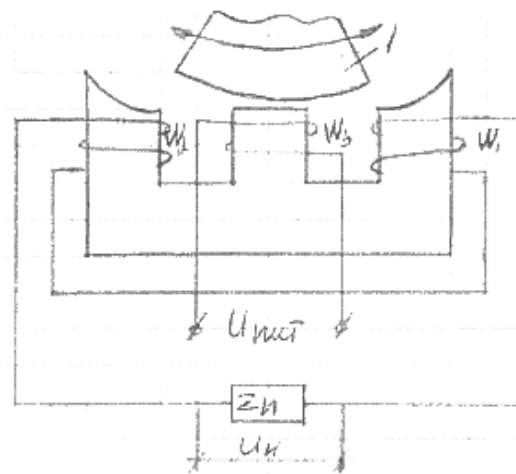


Достоинства: не имеет напряжения (XX), график длиннее чем у не реверсивного.

Недостатки: сложность регулировок

Датчики данного типа позволяют измерять перемещение от 0,001 мм до 1 мм.

1.5.3 Трансформаторный индуктивный датчик



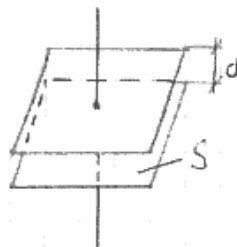
1 – подвижная часть сердечника (якорь)

Напряжение обмоток “W1” и “W2” вычитаются (+ k -)

Если якорь расположить симметрично относительно опор “W1” и “W2”, то напряжение в обмотках одинаковое, а напряжение на нагрузке равно нулю.

Если якорь поворачивать например влево, то напряжение в обмотке “W1” будет больше чем в обмотке “W2”. Напряжение на нагрузке не будет равно нулю и будет отрицательным.

1.5.4 Емкостные датчики



$$c = 0,088 \cdot (E \cdot S / d)$$

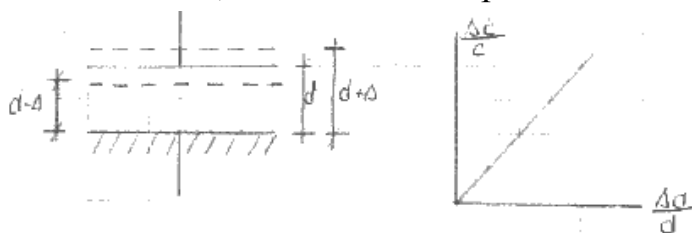
c – емкость

d – расстояние между пластинами

S – эффективная площадь пластины

E – относительная диэлектрическая проницаемость между пластинами

В общем случае емкостные датчики представляют собой конденсатор, емкость которого может изменяться или при изменении среды между пластинами, или при изменении эффективной площади, или изменения расстояния между пластинами.



$\Delta c/c$ – относительное изменение емкости

$\Delta d/d$ – относительное расстояние между пластинами



Достоинства: простота конструкции, небольшие размеры и масса, высокая чувствительность, отсутствие подвижных электроконтактов.

Недостатки: Низкий уровень сигнала, значительное влияние температуры и влажности окружающей среды на емкость датчика, источник питания должен иметь напряжение высокой частоты.

2 Контрольные вопросы

- 2.1 Конструирование и применение датчиков.
- 2.2 Классификация электрических датчиков
- 2.3 Параметрические датчики активного сопротивления.
- 2.4 Параметрические датчики реактивного сопротивления.

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 Акимов Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. – М.: Академия, 2015
- 4.2 Девочкин О.В. Электрические аппараты. – М.: Академия, 2015
- 4.3 Пантелеев В.Н. Основы автоматизации производства. – М.: Академия, 2015

Практическая работа

Тема: Ведение технической документации. Составление графиков ТО

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

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО

Оборудование: методический материал для выполнения практической работы

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Ведение и хранение электротехнической документации

1 Электромеханик (первый помощник механика по электрооборудованию) или лицо, его заменяющее, должны систематически вести следующую нормативно-техническую документацию:

- а) электротехнический журнал (при его отсутствии на судне записи производятся в вахтенном или едином вахтенном журнале);
- б) имеющиеся на судне формуляры по электрооборудованию;
- в) таблицу замеров величин сопротивления изоляции. При наличии на судне электротехнического журнала заполняется таблица, предусмотренная в нем;
- г) календарный график проведения планового технического обслуживания.

2 На судне, кроме указанной в п. 1, должна храниться и содержаться в надлежащем порядке следующая нормативно-техническая документация:

- а) отчетные чертежи и схемы электрооборудования;
- б) инструкции заводов-изготовителей по эксплуатации электроустановок и отдельных электротехнических устройств; описания и инструкции проектных организаций, а также отдельные инструкции по эксплуатации электрооборудования, согласованные или утвержденные Регистром.

3 Электромеханик судна должен фиксировать в журнале сведения о неисправностях электрооборудования. При отсутствии в штате электротехнического персонала указанную работу должен выполнять вахтенный персонал машинного отделения.

4 В имеющиеся на судне формуляры должны заносятся следующие сведения по конкретному электрооборудованию:

- а) неисправности, обнаруженные в процессе эксплуатации;
- б) производимые ремонтные работы;
- в) величина сопротивления изоляции после проведения ТО №2, ТО №3 и ремонта;
- г) число часов работы;
- д) другие сведения, предусмотренные формуляром.

5 Записи в журнале и формуляре являются основой при составлении ведомости ремонта.

6 Все изменения, произведенные в схемах, после ремонта или переоборудования должны отражаться в документации.

7 Электромеханик или лицо, его заменяющее, при уходе в длительный отпуск или при освобождении от работы обязаны передать находящиеся в заведовании инвентарь, инструмент, оборудование и материалы вновь назначенному работнику и составить акт о передаче.

Акт составляется в двух экземплярах, один остается на судне, второй направляется на предприятие, на техническом обслуживании которого находится судно. Акт должен быть утвержден капитаном судна.

1.2 Составление годового графика ТО (технического обслуживания) и ТР (технического ремонта) электрооборудования

Текущий ремонт выполняется в плановом порядке по графикам, утвержденным руководителем энергетической службы (электромеханик, ответственный механик). 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 смете эксплуатационных расходов.

Техническое обслуживание выполняется, как правило, на месте установки электрооборудования. Техническое обслуживание при подготовке к хранению, а также непосредственно после его окончания производится в случае, если период хранения продолжается более двух месяцев. Техническое обслуживание при использовании электрооборудования выполняется через установленные в эксплуатационной документации сроки по графикам, составленной службой главного энергетика хозяйства (электромеханик, ответственный механик),

Кроме работ по выполнению ТО электрооборудования персонал службы главного энергетика выполняет работы по устранению отказов электрооборудования, а также всякого рода отключения, переключения, включения и так далее (оперативное или внеплановое обслуживание).

При эксплуатации должен вестись учет и расследование всех нарушений нормальной работы электрооборудования с целью квалифицированного выяснения причин, вызвавших эти нарушения, и разработки технических и организационных мероприятий по их предупреждению.

Исходными данными для планирования потребности в материалах и запасных частях 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.

1.3 Как составить график ППР электрооборудования

Не для кого не секрет, что основным документом, по которому осуществляется ремонт электрооборудования, является годовой график планово-предупредительного ремонта электрооборудования, на основе которого, определяется потребность в ремонтном персонале, в материалах, запасных частях, комплектующих изделиях. В него

Для составления годового графика планово-предупредительного ремонта (графика ППР) электрооборудования нам понадобятся нормативы периодичности ремонта оборудования. Эти данные можно найти в паспортных данных завода-изготовителя на электрооборудование, если завод это специально регламентирует, либо использовать специальный справочник.

В заведовании имеется некоторое количество энергетического оборудования. Все это оборудование необходимо внести в график ППР. Но сначала немного общей информации, что из себя представляет годовой график ППР.

(наименование энергетического или технологического подразделения)

Наименование оборудования	Номер по схеме (штамп, номер)	Норматив ресурса между ре- монтами («числитель») и простой («знамена- тель»), ч					Дата последнего ремонта (число, месяц)				Условное обозначение ремонта («числитель») и время простоя в ремонте, ч («знаменатель»)												Годовой простоя в ремонте, ч	Годовой фонд рабочего времени, ч
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	K	K	T ₁	T ₂	T ₃	K	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

Предположим, что у нас есть:

2) электродвигатель насоса, асинхронный (обозначение по схеме Н-1), $P_H=125$ кВт;

Шаг 1. Вносим в пустую форму графика ППР наше оборудование.

[illegible]

Шаг 2. На этом этапе определяем нормативы ресурса между ремонтами и простоя:

а) Для нашего трансформатора: по справочнику (паспортным данным) находим описание оборудование, которое подходит к нашему трансформатору. Для своей мощности 1000 кВА выбираем значения периодичности ремонта и простоя при капитальном и текущем ремонтах, и записываем их в свой график.

б) Для электродвигателя по той же схеме.

Найденные нормативы в таблицах переносим в наш график ППР

№ п/п	Наименование оборудования	Деталь	Норматив ресурса между ремонтами (капитальный, час)		Норматив ресурса между ремонтами (текущий, год)		СЛУЖЕБНО-ОБЪЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА												Годовой срок службы (ремонт), ч	Годовая фактическая работа, часов, ч
			К		Т		январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
1	ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	22	23
1	Трансформатор 630 кВА	Т-1	103680	8640	25920															
2	Электродвигатель 125 кВт	Н-1	51840	54	4320															
3																				

Шаг 3. Для выбранного электрооборудования нам необходимо определиться с количеством и видом ремонтов в предстоящем году. Для этого нам необходимо определиться с датами последних ремонтов - капитального и текущего. Предположим, мы составляем график на 2011 год. Оборудование действующее, даты ремонтов нам известны. Для Т-1 капитальный ремонт проводился в январе 2005 года, текущий - январь 2008 года. Для двигателя насоса Н-1 капитальный - сентябрь 2009, текущий - март 2010 года. Вносим эти данные в график.

№ п/п	Наименование оборудования	Деталь	Норматив ресурса между ремонтами (капитальный, час)		Норматив ресурса между ремонтами (текущий, год)		СЛУЖЕБНО-ОБЪЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА												Годовой срок службы (ремонт), ч	Годовая фактическая работа, часов, ч
			К		Т		январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
1	ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	22	23
1	Трансформатор 630 кВА	Т-1	103680	8640	25920	01.2005	01.2008													
2	Электродвигатель 125 кВт	Н-1	51840	54	4320	09.2009	03.2010													
3																				

Определяем, когда и какие виды ремонта предстоят трансформатору Т-1 в 2011 году. Как мы знаем в году 8640 часов. Берем найденный норматив ресурса между капитальными ремонтами для трансформатора Т-1 103680 ч и делим его на количество часов в году 8640 ч. Производим вычисление $103680/8640 = 12$ лет. Таким образом, следующий капитальный ремонт должен проводиться через 12 лет после последнего капитального ремонта, а т.к. последний был в январе 2005 г., значит, следующий планируем на январь 2017 года. По текущему ремонту тот же принцип действия: $25920/8640=3$ года. Последний текущий ремонт производился в январе 2008, т.е. $2008+3=2011$. Следующий текущий ремонт в январе 2011 года, именно на этот год мы и составляем график, следовательно, в графе 8 (январь) для трансформатора Т-1 вписываем «Т».

№ п/п	Наименование оборудования	Деталь	Норматив ресурса между ремонтами (капитальный, час)		Норматив ресурса между ремонтами (текущий, год)		СЛУЖЕБНО-ОБЪЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА												Годовой срок службы (ремонт), ч	Годовая фактическая работа, часов, ч
			К		Т		январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
1	ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	22	23
1	Трансформатор 630 кВА	Т-1	103680	8640	25920	01.2005	01.2008	Т												
2	Электродвигатель 125 кВт	Н-1	51840	54	4320	09.2009	03.2010													
3																				

Для электродвигателя получаем; капитальный ремонт проводится каждые 6 лет и планируется на сентябрь 2015 года. Текущий проводится 2 раза в год (каждые 6 месяцев) и, согласно последнему текущему ремонту планируем на март и сентябрь

2011 года. *Важное замечание: если электрооборудование вновь монтируемое, то все виды ремонта, как правило, «плюсут» от даты ввода оборудования в эксплуатацию.*

Наш график приобретает следующий вид:

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ	№ по схеме	Норматив ресурса между ремонтами (числитель) и простоя (знаменатель), час.		Дата последнего ремонта (число, месяц, год)		УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕМОНТА												Годовой простоя в ремонте, ч	Годовой фонд рабочего времени, ч
			К	Т	К	Т	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	22	23
	ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ КОРП.541																			
1	Трансформатор 6/0,4	Т-1	103680/184	25920/8	01.2005	31.2008	T													
2	Электродвигатель 125 кВт	Н-1	51840/64	4320/10	09.2009	03.2010			F							T				
3																				

Шаг 4. Определяем годовой простой в ремонте. Для трансформатора он будет равен 8 часам, т.к. в 2011 году мы запланировали один текущий ремонт, а в нормах ресурса на текущий ремонт в знаменателе стоит 8 часом. Для электродвигателя Н-1 в 2011 году будет два текущих ремонта, норма простоя в текущем ремонте - 10 часов. Умножаем 10 часов на 2 и получаем годовой простоя равный 20 часам. В графе годового фонда рабочего времени указываем количество часов, которое данное оборудование будет находиться в работе за вычетом простоев в ремонте. Получаем окончательный вид нашего графика.

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ	№ по схеме	Норматив ресурса между ремонтами (числитель) и простоя (знаменатель), час.		Дата последнего ремонта (число, месяц, год)		УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕМОНТА												Годовой простоя в ремонте, ч	Годовой фонд рабочего времени, ч
			К	Т	К	Т	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	22	23
	ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ КОРП.541																			
1	Трансформатор 6/0,4	Т-1	103680/184	25920/8	01.2005	01.2008	T												8	8632
2	Электродвигатель 125 кВт	Н-1	51840/64	4320/10	09.2009	03.2010			T							T			20	8620
3																				

Не стоит забывать, что даты ремонтов необходимо согласовывать с механической службой, а также с капитаном судна (управляющей организацией), отвечающими за общее состояние и работоспособность судна.

2 Контрольные вопросы

2.1 Какую нормативно-техническую документацию должен вести электромеханик (первый помощник механика по электрооборудованию)?

2.2 Какие сведения должны заноситься в имеющиеся на судне формуляры по конкретному электрооборудованию?

2.3 Составление годового графика ТО и ТР электрооборудования общие сведения (пункт 1.2).

2.4 Что из себя представляет годовой график ППР?

2.5 Какие данные (откуда их брать, как рассчитывать) заносятся в график ППР?

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 Москаленко В.В. Справочник электромонтера. – М.: Академия, 2014

Практическая работа

Тема: Изучение устройств релейной защиты и автоматики, их ТО и норм периодичности ТО

Цель: Изучить и усвоить ТО и периодичность ТО устройств релейной защиты и автоматики

Задача: Освоение ОК и ПК согласно ФГОС СПО и компетенций согласно МК ПДНВ (К-7, Кр-6)

К-7 Знание основ автоматики, автоматических систем и технологии управления

Кр-6 Начальное понимание: .3 основ автоматики, автоматических систем управления и технологии

Оборудование: методический материал для выполнения практической работы

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Устройства релейной защиты и электроавтоматики

Вновь смонтированные устройства РЗА (релейной защиты и автоматики) перед вводом в работу подвергаются наладке и приемочным испытаниям с записью в паспорте оборудования или в специальном журнале. При проведении работ специализированной наладочной организацией их приемку производит персонал, обслуживающий данные устройства.

Разрешение на ввод устройства в работу оформляется записью в журнале РЗА с подписями представителей предприятия и наладочной организации, если последняя производила наладку этого устройства.

При сдаче в эксплуатацию устройств РЗА должна быть представлена следующая документация:

- проектная документация, скорректированная при монтаже и наладке (чертежи, пояснительные записки, кабельный журнал и т. д.) монтажной организацией;
- заводская документация (инструкции, паспорта электрооборудования, аппаратуры и т. д.);
- протоколы наладки и испытаний, исполнительные принципиально-монтажные (или принципиальные и монтажные) схемы.

На предприятии на каждое присоединение или устройство РЗА, находящееся в эксплуатации, помимо указанных выше должна иметься следующая техническая документация:

- Паспорт-протокол устройства;
- инструкция или программа по наладке и проверке (для сложных устройств по каждому типу устройства или его элементам), технические данные об устройствах в виде карт или таблиц уставок и характеристик (чувствительность и селективность).

Результаты периодических проверок заносятся в паспорт-протокол устройства (подробные записи по сложным устройствам РЗА при необходимости - в рабочем журнале).

1.2 Техническое обслуживание

Согласно действующим правилам и нормам устанавливаются следующие виды планового ТО устройств РЗА: проверка при новом включении (наладка), первый профилактический контроль, профилактический контроль, профилактическое восстановление (ремонт), тестовый контроль, опробование, технический осмотр. Кроме того, в

процессе эксплуатации могут проводиться внеочередная проверка и послеаварийная проверка.

Работы по каждому виду планового ТО устройств РЗА выполняются в соответствии с программами, приведенными в указанных Правилах, действующими инструкциями и методическими указаниями.

1.3 Нормативы периодичности технического обслуживания

1.3.1 Полный срок службы (ресурс) устройств РЗА составляет:

- для устройств РЗА на электромеханической элементной базе - 25 лет (216 000 ч);
- для устройств РЗА на микроэлектронной базе – 12 лет (103 680 ч).

Эксплуатация устройств РЗА сверх указанных сроков службы возможна при удовлетворительном состоянии аппаратуры и соединительных проводов этих устройств и при сокращении цикла технического обслуживания (Под циклом технического обслуживания для РЗА понимается период эксплуатации устройств между двумя профилактическими восстановлением, в течение которого выполняются в определенной последовательности установленные виды технического обслуживания).

1.3.2 Цикл ТО зависит от типа устройств РЗА и условий их эксплуатации в части воздействия различных факторов внешней среды и установлен от трех до двенадцати лет - для устройств РЗА электрических сетей 0,4-35 кВ и от трех до восьми лет - для устройств РЗА электростанций и подстанций 110-750 кВ.

1.3.3 Периодичность проведения ТО устройств РЗА приведена в таблицах.

Периодичность тестового контроля устройств РЗА электростанций и подстанций 110-750 кВ для устройств на микроэлектронной базе установлена не реже 1 раза в год.

Для устройств РЗА на микроэлектронной базе со встроенными средствами тестового контроля, как правило, должна предусматриваться тренировка перед первым включением в эксплуатацию. Тренировка заключается в подаче на устройство на 3–5 суток оперативного тока и (при возможности) рабочих токов и напряжений; устройство при этом должно быть включено на сигнал. По истечении срока тренировки следует произвести тестовый контроль устройства и при отсутствии каких-либо неисправностей перевести устройство на отключение. При невозможности проведения тренировки первый тестовый контроль должен быть проведен в срок до двух недель после ввода в эксплуатацию.

1.3.4 Периодичность опробований для устройств РЗА электростанций и подстанций 110-750 кВ определяется по местным условиям и утверждается решением главного инженера предприятия. Опробование устройств автоматического включения резерва (АВР) собственных нужд (СН) тепловых электростанций должно проводиться оперативным персоналом не реже 1 раза в 6 месяцев, а устройств АВР элементов питания СН - не реже 1 раза в год. Правильная работа устройств в период за 3 месяца до намеченного срока может быть засчитана за проведение внеочередного опробования.

1.3.5 Периодичность технических осмотров аппаратуры и вторичных цепей устанавливается в соответствии с местными условиями, но не реже 2 раз в год.

1.3.6 С целью совмещения проведения ТО устройств РЗА с ремонтом основного оборудования допускается перенос запланированного вида ТО на срок до одного года.

1.3.7 Ремонт РЗА проводится путем замены отдельных вышедших из строя элементов. Нормативы периодичности, продолжительности и трудоемкости не регламентируются.

Работы выполняются электромонтерами по ремонту аппаратуры РЗА, как правило, 5-6 разрядов.

2 Контрольные вопросы

2.1 Какая документация должна быть представлена (иметься в наличии) на каждое присоединение или устройство РЗА?

2.2 Виды планового ТО устройств РЗА.

2.3 Нормативы периодичности технического обслуживания.

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, 2015

4.2 Девочкин О.В. Электрические аппараты. – М.: Академия, 2015

4.3 Пантелеев В.Н. Основы автоматизации производства. – М.: Академия, 2015

**Периодичность проведения технического обслуживания устройств РЗА
электрических сетей 0,4–35 кВ**

Место установки устройств РЗА	Цикл ТО	Число часов и лет эксплуатации														
		0	1 8640	2 17280	3 25920	4 34560	5 43200	6 51840	7 60480	8 69120	9 77760	10 86400	11 95040	12 103680	13 112320	14 120960
В помещениях I категории (вариант 1) В помещениях I категории (вариант 2) В помещениях II категории (вариант 1)	12 6 6	Н	K1		—	0	—	K	—	0	—	K	—	B	—	0
		Н	K1		—	K	—	B	—	K	—	K	—	B	—	K
В помещениях II категории (вариант 2)	3	Н	K1		B		K	B		K	B		K	B		K

П р и м е ч а н и я.

1. Н – проверка (наладка) при новом включении, K1 – первый профилактический контроль, K – профилактический контроль, B – профилактическое восстановление, O – опробование.

2. В таблице указаны обязательные опробования. Кроме того, опробования рекомендуются производить в годы, когда не проводятся другие виды обслуживания. Если при проведении опробования или профилактического контроля выявлен отказ устройства или его элементов, то производится устранение причины, вызвавшей отказ, и, при необходимости, в зависимости от характера отказа – профилактическое восстановление.

**Периодичность проведения технического обслуживания устройств РЗА, дистанционного управления
и сигнализации электростанций и подстанций 110–750 кВ**

Устройство РЗА	Цикл ТО, лет	Число часов и лет эксплуатации															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Элементы подстанций 110 – 750 кВ																	
на электромеханической элементной базе	8	Н К1	–	–	–	К	–	–	–	В	–	–	–	К	–	–	В
на микроэлектронной элементной базе	6	Н К1	–	–	К	–	–	В	–	–	К	–	–	В	–	–	–
Элементы электростанций, установленных в помещениях:																	
I категории (ГЩУ, БЩУ, релейные щиты)	8	Н К1	–	–	–	К	–	–	–	В	–	–	–	К	–	–	В
II категории (КРУ, 6 кВ, РУСН 0,4 кВ)	6	Н К1	–	–	К	–	–	В	–	–	К	–	–	В	–	–	К
III категории (повышенная вибрация)	3	Н К1	–	–	В	–	–	В	–	–	В	–	–	В	–	–	В
Расцепители автоматов до 1000 В	6	Н К1	–	–	–	–	–	В	–	–	–	–	–	В	–	–	–

Примечания.

1. В объем профилактического контроля устройств РЗА входит в обязательном порядке восстановление реле серий РТ-80, РТ-90, РТ-40/Р, ИТ-80, ИТ-90, ЭВ-100, ЭВ-200, РПВ-58, РПВ-258, РТВ, РВМ, РП-8, РП-11, РП-18.
2. Замена электронных ламп в высокочастотных аппаратах линейных защит должна проводиться один раз в четыре года.
3. Обозначения – см. табл. 14.1.