**МДК01.01 Электрические машины и аппараты**

**Преподаватель: Бузина Татьяна Григорьевна**

**Ответы на задания отправлять на электронную почту: buzina-t.g-63@mail.ru**

***Практическая работа №2***

***Изучение электромагнитного реле тока и напряжения***

***Цель:***Познакомиться с конструкциями и методами испытаний электромагнитных реле.

Время выполнения: 2 часа

Оснащение: методическое указание

**Задание:**

- освоить знания по конструкции реле тока и напряжения

***1.2. Краткие теоретичееские сведения***

Реле — это коммутационный электрический аппарат, в котором при плавном изменении управляющего (входного) параметра до определенной наперед заданной величины происходит скачкообразное изменение управ-ляемого (выходного) параметра. Хотя бы один из этих параметров должен быть электрическим. На рисунке 1.1 показана типичная характеристика управления релейного элемента. При достижении входным параметром ве-личины срабатывания *хср*происходит переключение элемента и выходной параметр принимает значение *ymax*. При уменьшении входного параметра до величины *xотп*— выходная величина принимает исходное значение.



**Рис. 1.1. Характеристика управления релейногоэлемента**

Релейные элементы (реле) находят широкое применение в схемах управления и автоматики, так как с их помощью можно управлять большими мощностями на выходе при малых по мощности входных сигналах; выполнять логические операции; создавать многофункциональные логические устройства; осуществлять коммутацию электрических цепей; фиксировать отклонения контролируемого параметра от заданного уровня; выполнять функции запоминающего элемента и т. д.

Электрическое реле содержит следующие функциональные части:

- воспринимающую часть — часть, воспринимающую входные воздействующие величины и приводящую их к форме, удобной для дальнейшего преобразования;

преобразующую часть, которая преобразует род тока, характер изме- нения во времени электрической величины или вид энергии к удобному для сравнения виду;

- сравнивающую часть, осуществляющую сравнение преобразованных величин с заданными уставками;

- исполнительную часть, осуществляющую скачкообразные изменения состояния выходных электрических цепей;

- замедляющую часть, обеспечивающую требуемую выдержку времени;

- регулирующую часть, предназначенную для регулирования уставок.

В одном конструктивном элементе возможно совмещение нескольких частей реле.

По функциональному назначению можно выделить следующие типы реле:

1. Измерительные реле тока/напряжения срабатывают при определен- ном значении протекающего через катушку тока/приложенного напряжения (в реле, основанном на электромагнитном принципе). Такого рода устройства должны иметь минимальную мощность и иногда включаются в контролируемую цепь через измерительные трансформаторы.

2. Промежуточные реле применяются для выполнения логических операций, в качестве реле-повторителей, для одновременного замыкания или размыкания нескольких цепей.

3. Указательные реле служат для индикации состояния релейной защиты в целом или ее структурных элементов.

По принципу действия реле делятся на электромагнитные, тепловые, магнитоэлектрические, полупроводниковые и др.

В зависимости от входного параметра реле можно разделить на реле тока, напряжения, мощности, частоты и других величин. Реле может реагировать не только на входной параметр, но и на разность значений (дифференциальное реле), изменение знака или скорости изменения входного параметра.

По устройству исполнительного элемента реле подразделяются на контактные и бесконтактные (полупроводниковые, твердотельные). Выходным параметром бесконтактных реле является изменяющееся сопротивления, включаемое в управляемую цепь. Большое сопротивление управляемой цепи бесконтактного реле соответствует разомкнутому состоянию контактов контактного реле. Это состояние бесконтактного реле называется закрытым. Малое сопротивление в управляемой цепи бесконтактного реле соответствует замкнутому состоянию контактов контактного реле. Такое состояние бесконтактного реле называется открытым.

По способу включения различают первичные и вторичные реле. Первичные реле включаются в контролируемую цепь непосредственно, вторичные — через измерительные трансформаторы.

По количеству возможных состояний реле, определяемых воздействием входной величины, различают:

- одностабильные — реле, у которых осуществляется самовозврат в исходное состояние после устранения воздействия на входе;

- двухстабильные — реле, не осуществляющие самовозврата; для возврата в исходное положение требуется приложение другого воздействия;

- поляризованные — реле постоянного тока, изменение состояния которых зависит от полярности входной величины.

**Характеристика управления реле** представляет собой зависимость выходного параметра от входного. На рис. 1.1 показан пример характеристики управления реле с замыкающим контактом.

**Параметром (напряжением, током и т.д.) срабатывания реле** называется значение входного параметра *х* (напряжения, тока и т.д.), при котором происходит переключение реле в состояние «включено». До тех пор, пока *х* <*хср*(см. рис. 1.1), выходной параметр *у* равен нулю либо своему минимальному значению *уmin*(для бесконтактных аппаратов). При *х = хср*выходной параметр скачком меняется от *ymin*до *ymax*. Происходит срабатывание реле.

**Параметром отпускания рел**е называется значение входного парамет-ра, при котором происходит возврат реле в исходное состояние. Если по-сле срабатывания реле уменьшать значение входного параметра, то при *х ≤ хотп*происходит скачкообразное изменение выходного параметра от значения *ymax*до 0 или *ymin*— отпускание реле.

**Уставками по входному параметру** называют значения параметров срабатывания или отпускания, на которые отрегулировано реле.

**Временем срабатывания реле** называют время с момента подачи команды на срабатывание до момента начала возрастания выходного параметра. Это время зависит от конструкции реле, схемы его включения и входного параметра. Чем больше значение входного параметра *х* по сравнению с *хср*, тем быстрее срабатывает реле.

**Временем отключения реле** называют время с момента подачи команды на отключение до момента достижения выходным параметром минимального значения. Для контактных реле это время состоит из двух интервалов: времени отпускания и времени горения дуги.

**Коэффициентом запаса реле** называют отношение *хном*/*хср*. Следует отметить, что с ростом коэффициента запаса возрастает вибрация контактов электромагнитного реле. Для ряда реле очень важно отношение *хотп*/*хср*, называемое **коэффициентом возврата**.

К реле предъявляются требования селективности, быстродействия, чувствительности, надежности и др.

Селективностью называется способность реле отключать только поврежденный участок сети, обеспечивая таким образом полноценное функционирование остальных «неаварийных» элементов. По способу обеспечения селективности действия реле защиты подразделяются на два вида : устройства релейной защиты, зона действия которых не выходит за пределы защищаемого участка, и устройства, действующие в аварийном режиме как на защищаемом участке, так и за его пределами. Первые выполняются без выдержки времени и характеризуются абсолютной селективностью, которая в данном случае обеспечивается схемой включения устройства защиты. Для второй группы селективность обеспечивается подбором выдержек времени — при этом говорят об относительной селективности.

Быстродействие релейной защиты позволяет резко снизить последствия аварии, сохранить устойчивость системы при аварийных режимах, обеспечить высокое качество электроэнергии.

Чувствительность реле характеризуется минимальным значением входного параметра, при котором реле срабатывает.

Реле для защиты энергосистем должны иметь высокую надежность. В противном случае возможно развитие тяжелых аварий и недоотпуск большого количества электроэнергии.

Реле могут обеспечивать максимальную, минимальную и нулевую за- щиту по току и напряжению, а так же позволяют автоматизировать пуск, реверс, торможение и остановку электродвигателей. Условные графические обозначения реле показаны на рис. 1.2.

****

**Рис. 1.2. Условные графические обозначения реле (a — обозначение катушки реле (воспринимающая часть), б — обозначение контактов реле)**

**Электромагнитные реле**

Электромагнитное реле состоит из электромагнита и контактной системы. Принцип действия и устройство электромагнитного реле поясняет рсунок 1.3.

При протекании тока по обмотке (1) создается магнитное поле, силовые линии которого замыкаются по магнитопроводу, состоящему из следующих участков: скоба (2), якорь (3) и воздушный зазор между ними. Возникающая электромагнитная сила притягивает якорь к сердечнику, приводя в движение контакт (6), комутирующий цепь нагрузки (7). Для возврата якоря в исходное состояние после обесточивания катушки служит пружина (4), натяг которой регулируется винтом (5). Изменяя натяг возвратной пружины можно регулировать уставку реле. Управляемая цепь электрически никак не связана с управляющей. Это значит, что род тока управляемой цепи может отличаться от рода тока управляющей цепи, а величина тока управляемой цепи может существенно отличаться от величины тока управляющей цепи.



**Рис. 1.3. К пояснению принципа действия электромагнитного реле**

Электромагнитные реле изготавливают для работы на постоянном и переменном токе. Реле переменного тока срабатывают при подаче на их обмотки тока определенной частоты, то есть основным источником энергии является сеть переменного тока. Конструкция реле переменного тока аналогична конструкции реле постоянного тока, однако магнитная система реле переменного тока изготавливается из листов электротехнической стали для уменьшения потерь на вихревые токи. Для снижения вибрации якоря электромагнит реле переменного тока снабжают короткозамкнутым витком.

Иногда необходимо, чтобы реле при одном входном параметре управляло несколькими независимыми цепями. В этом случае используются промежуточные реле, имеющие необходимое число управляемых цепей.

Кроме того, промежуточные реле используются и тогда, когда мощности измерительного реле недостаточно для воздействия на управляемую цепь.

Некоторые электромагнитные реле оснащаются полупроводниковой воспринимающей частью, что делает их более гибкими в применении: такие реле имеют широкий диапазон изменения уставок, а некоторые реализуют алгоритмы работы неосуществимые при электромагнитной воспри-нимающей части.

**Реле РП - 21**

Исследуемые в данной работе промежуточные реле серии РП–21 при-меняются в цепях управления электроприводами переменного тока напря-жением до 380 В частоты 50 и 60 Гц и в цепях постоянного тока напряже-нием до 220 В. Промежуточные реле предназначены для усиления и раз-множения сигналов управления и, как правило, включаются в цепи управ-ления более мощных реле или контакторов. Внешний вид исследуемых ре-ле показан на рисунке 1.5. Технические характеристики реле серии РП–21 приведены в таблице 1.1.

****

окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металлы.

Место установки реле должно быть защищено от попадания брызг во-ды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации. Вибрация мест крепления реле с частотой до 100 Гц при ускорении не более 1 g, в диапазоне частот 5–15 Гц — до 3 g.

Рабочее положение — вертикальное или горизонтальное.

**Структура условного обозначения реле**



**Реле напряжения РН–01** предназначено для контроля величины напряжения сети переменного тока и применяется в схемах релейной защиты и автоматики электрических систем.

Технические характеристики реле серии РН–01 приведены в таблице



Условия эксплуатации:

исполнение УХЛ,

закрытые производственные помещения с искусственно регулируемыми климатическими условиями, категория размещения 4;

диапазон рабочих температур от +1 до +40°С;

воздействие вибраций с ускорением до 1g с частотой до 100 Гц, до 2 g с частотой до 60 Гц;

воздействие по сети питания импульсных помех, не превышающих двойную величину напряжения питания и длительностью не более 10 мкс;

степень защиты механизма реле — IP40, выводных зажимов — IP20, реле предназначены для монтажа на DIN-рейку или на плоскость.

Реле напряжения РН–01 имеет пластмассовый корпус. В верхней части размещены контактные зажимы для подключения напряжения питания, в нижней — контактные зажимы для подключения внешних коммутируемых цепей. На передней панели находятся потенциометры регулировки верхней и нижней уставок по контролируемому напряжению, а также индикатор состояния исполнительного реле.

Реле напряжения РН–01 включается, если контролируемое напряжение находится в требуемом диапазоне (цвет индикатора — зеленый). В противном случае — реле выключено (цвет индикатора — красный). Диапазон входного напряжения (верхнее и нижнее значения) устанавливается с помощью потенциометра на передней панели.

**Структура условного обозначения реле**



**Реле тока РТ–01** предназначено для контроля в цепях переменного тока и применяется в схемах релейной защиты и автоматики электрических систем. Технические характеристики реле РТ–01 приведены в таблице 1.3. Внешний вид реле показан на рисунке 1.7.

****

Условия эксплуатации:

исполнение УХЛ, закрытые производственные помещения с искусственно регулируемыми климатическими условиями, категория размещения 4;

диапазон рабочих температур от +1 до +40°С;

воздействие вибраций с ускорением до l g с частотой до 100 Гц, до 2 g с частотой до 60 Гц;

воздействие по сети питания импульсных помех, не превышающих двойную величину напряжения питания и длительностью не более 10 мкс;

степень защиты реле IP40, выводных зажимов — IP20; реле предназначены для монтажа на DIN-рейку или на плоскость.

В противном случае — реле выключено. Ток срабатывания реле устанавливается с помощью потенциометра на передней панели.

Реле тока размещено в пластмассовом корпусе. В верхней части имеются контактные зажимы для подключения внешней контролируемой цепи, в нижней — контактные зажимы для подключения внешних управляемых цепей. На передней панели находится потенциометр регулировки тока срабатывания реле.

Используемое оборудование:

- лабораторный модуль «Электромагнитные реле»;

- лабораторный модуль «Реле времени и напряжения»

- лабораторный модуль «Реле тока и тепловое реле»

- модуль «Секундомер, индикация и нагрузка»;

- «Модуль питания»;

- «Модуль измерительный»;

- соединительные проводники.

**Структура условного обозначения реле РТ–01**



**1.3. Методы испытаний реле**

1. Для испытаний электромагнитного реле типа РП21–003–УХЛ4–24 используют монтажную схему (рис. 1.8).
2. Монтаж схемы производить при отключенном питании.



**Порядок работы:** установить выходное напряжение лабораторного ав-тотрансформатора (ЛАТР) на 0, повернув его регулировочную ручку против часовой стрелки до упора, подать питание на схему лабораторного стенда, включив автоматический выключатель *QF*1; поднимая напряжение, увеличить ток нагрузки до значения, при котором сработает реле (ин-дикаторы*HL*1, *HL*2 переключатся), зафиксировать величину тока срабаты-вания*Iср*. Затем уменьшить величину тока до момента отпускания реле (индикаторы вновь переключатся). Зафиксировать ток отпускания *Iотп*ам-перметром*PA*1 «Модуля измерительного». Напряжение контролировать по вольтметру *PV*1 «Модуля измерительного».

**Исследование реле напряжения**

1. Для испытания реле напряжения проводится по схеме рис. 1.10 где *К*2 — исследуемое реле напряжения РН–01. Монтаж схемы производить при отключенном питании.



**Порядок работы**: Установить выходное напряжение ЛАТР на 0, повернув его регулировочную ручку против часовой стрелки до упора, подать питание на схему лабораторного стенда, включив автоматический выключатель *QF*1, выставить входное напряжение на уровне 15 В, при этом должен гореть красный светодиод реле, увеличивать напряжение до момента срабатывания реле (загорание зеленого светодиода), зафиксировать величину нижнего порога *UвхH*, далее увеличивать напряжение до загорания красного светодиода, зафиксировать величину напряжения верхнего порога *UвхB*Напряжение контролировать по вольтметру *PV*1 «Модуля измерительного».

**Исследование реле максимального тока**

Испытания реле максимального тока проводится по схеме рис. 1.11, где *К* — исследуемое реле максимального тока РТ–01. Монтаж схемы производить при отключенном питании.

**Порядок работы:** установить выходное напряжение ЛАТР на 0, повернув его регулировочную ручку против часовой стрелки до упора; подать питание на схему лабораторного стенда, включив автоматический выключатель *QF*1, затем плавно и быстро увеличивать напряжение до момента срабатывания реле (индикаторы переключатся), зафиксировать величину тока срабатывания *I*ср по показаниям амперметра РА2.



После срабатывания реле уменьшить величину тока до отпускания реле (индикаторы вновь переключатся). Регулятором на передней панели реле задать 3–4 различных значения тока уставки, провести аналогичные эксперименты. После каждого опыта делать перерыв 1–2 мин. для остывания защиты ЛАТРа.

**1.4. Контрольные вопросы**

1. Дайте определение электрического реле.

2. Опишите конструкцию электромагнитного реле.

3. Объясните принцип действия электромагнитного реле.

4. Опишите работу реле напряжения.

5. Опишите работу реле максимального тока.

6. В чем отличие электромагнитных реле переменного тока от реле постоянного тока?

7. Что называется временем срабатывания и временем отключения реле?

8. Что называется коэффициентом возврата, от каких параметров реле он зависит?

9. Назовите причины вибрации контактов электромагнитного реле.

***Практическая работа № 3
Изучение конструкций комплексно-распределительных устройств***

***Цель работы***: изучить конструкции, принцип компоновки оборудования ячейки комплектного распределительного устройства с анализом работы схемы управления работой фидера 10 кВ.

Время выполнения: 2 часа

Оснащение: методическое указание для проведения лабораторной работы, плакаты КРУ-10 кВ серии К-ХII. Паспортные технические данные выключателя ВМПЭ-10 и электромагнитного привода приведены в табл.1., компьютер – папка «ЭЛ» - папка КРУ (см теоретический материал)

Задание:

- ознакомиться с устройством и принципом компоновки оборудования в ячейке КРУ-10 и составить схему (эскиз) размещения секций (отсеков) ячейки.

- изучить размещение основного силового оборудования ячейки, составить схему главных электрических соединений ячейки КРУ-10 кВ серии К-ХII и привести ее в отчете по лабораторной работе. Объяснить назначение оборудования и приборов ячейки.

- привести тележку в испытательное положение. Изучить схему оперативных связей между приборным отсеком и элементами приводных устройств ячейки по схеме на лицевой панели стенда. Собрать схему управления работой выключателя ячейки и после проверки ее лаборантом опробовать в работе при операциях включения и отключения.

- по принципиальной схеме управления работой выключателя (рис. 4.1) ознакомиться с кодировкой используемого оборудования [2,4,5]. Составить спецификацию аппаратуры управления, сигнализации и защиты, изучить ее компоновку в приборном отсеке ячейки.

- по схеме, приведенной на рис.1, изучить работу функциональных блоков схемы [1,3]:

* при оперативном управлении работой выключателя;
* при отключении выключателя от защиты;
* сигнализации.

*Таблица.1*

**Основные паспортные данные выключателя ВМПЭ-10**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номинальное напряжение выключателя | кВ | 10 |
| Номинальный ток выключателя | А | 630 |
| Максимальный ток отключения | кА | 20 |
| Максимальный ток включения | кА | 52 |
| Время отключения (не более) | с | 0,1 |
| Время включения (не более) | с | 0,3 |
| Напряжение питания электромагнитного привода | В | 110 |
| Ток электромагнита включения | А | 180 |
| Ток электромагнита отключения | А | 5 |



**Рис.1. Схема управления, защиты и сигнализации фидера 10 кВ**

**В отчете привести схему управления работой выключателя с выделением оперативных цепей по функциональным блокам.**

***Контрольные вопросы***

    1. Каково назначение и конструктивное выполнение комплектных распределительных устройств высокого напряжения?

    2. Дайте характеристику комплектных распределительных устройств наружной и внутренней установки (КРУ, КРУН).

    3. Опишите принцип компоновки основного оборудования в ячейках КРУ (КРУН) и работу электрических и механических блокировок безопасности.

    4. Назовите основные принципы кодировки аппаратуры управления, защиты, сигнализации и условные ее обозначения [4].

    5. Охарактеризуйте работу схемы управления выключателя при оперативных операциях (включение, отключение).

    6. Опишите работу схемы управления при отключениях от защиты.

    7. Опишите работу схемы сигнализации.

    8. Проверьте свое умение оценивать возможные причины отключения выключателя по показаниям сигнальных приборов.

1. Поясните способы компоновки РУ из ячеек КРУ (КРУН).

***Содержание отчета***

1. Наименование и цель работы
2. Схему (эскиз) размещения секций (отсеков) ячейки.
3. Схему силовых цепей (однолинейную схему) ячейки.
4. Спецификацию аппаратуры управления защиты и сигнализации.
5. Схему управления работой выключателя с выделением оперативных цепей по функциональным блокам.
6. Выводы по выполненной работе.