

Содержание

- 1 Цель работы
- 2 Краткие теоретические сведения
- 3 Объекты и средства исследования
- 4 Рабочее задание
- 5 Контрольные вопросы

					<i>АКВТ.15.02.07.ЛР40.03. .</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Выполнил</i>					Исследование электромагнитных реле	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>						У	2	13
<i>Н. Контр.</i>						<i>гр. АБ-21</i>		
<i>Утвердил</i>								

1. Цель работы.

1.1. Познакомиться с конструкциями и методами испытаний электромагнитных реле.

2. Краткие теоретические сведения.

Реле — это коммутационный электрический аппарат, в котором при плавном изменении управляющего (входного) параметра до определенной наперед заданной величины происходит скачкообразное изменение управляемого (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 величины срабатывания $x_{ср}$ происходит переключение элемента и выходной параметр принимает значение y_{max} . При уменьшении входного параметра до величины $x_{отп}$ — выходная величина принимает исходное значение.

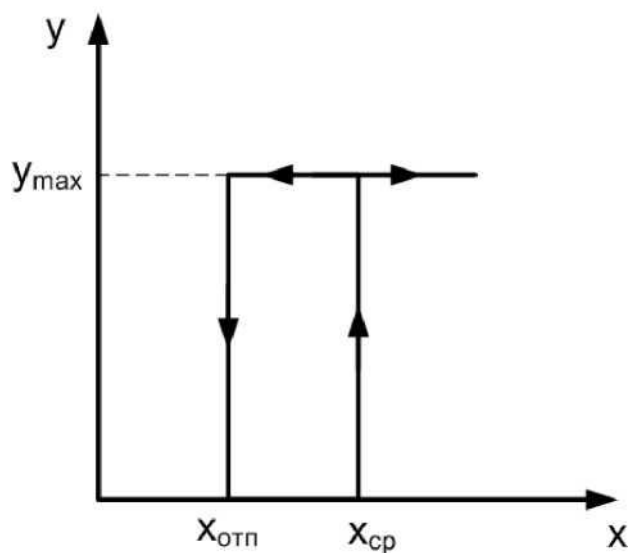


Рис. 1.1. Характеристика управления релейного элемента

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 изменения во времени электрической величины или вид энергии к удобному для сравнения виду;

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

АКВТ.15.02.07.ЛР40.03. .

Лист

3

- 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 определенном 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 сопротивление, 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.

					АКВТ.15.02.07.ЛР40.03. .	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		4

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 x (напряжения, тока и т.д.), при котором происходит переключение реле в состояние «включено». До тех пор, пока $x < x_{cp}$ (см. рис. 1.1), выходной параметр y равен нулю либо своему минимальному значению y_{min} (для бесконтактных аппаратов). При $x = x_{cp}$ выходной параметр скачком меняется от y_{min} до y_{max} . Происходит срабатывание реле.

Параметром отпускания реле называется значение входного параметра, при котором происходит возврат реле в исходное состояние. Если после срабатывания реле уменьшать значение входного параметра, то при $x < x_{omn}$ происходит скачкообразное изменение выходного параметра от значения y_{max} до 0 или y_{min} — 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 x по сравнению с x_{cp} , 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 $x_{ном}/x_{cp}$. Следует отметить, что с ростом коэффициента запаса возрастает вибрация контактов электромагнитного реле. Для ряда реле очень важно отношение x_{omn}/x_{cp} , 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.

					АКВТ.15.02.07.ЛР40.03. .	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		5

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 защиту

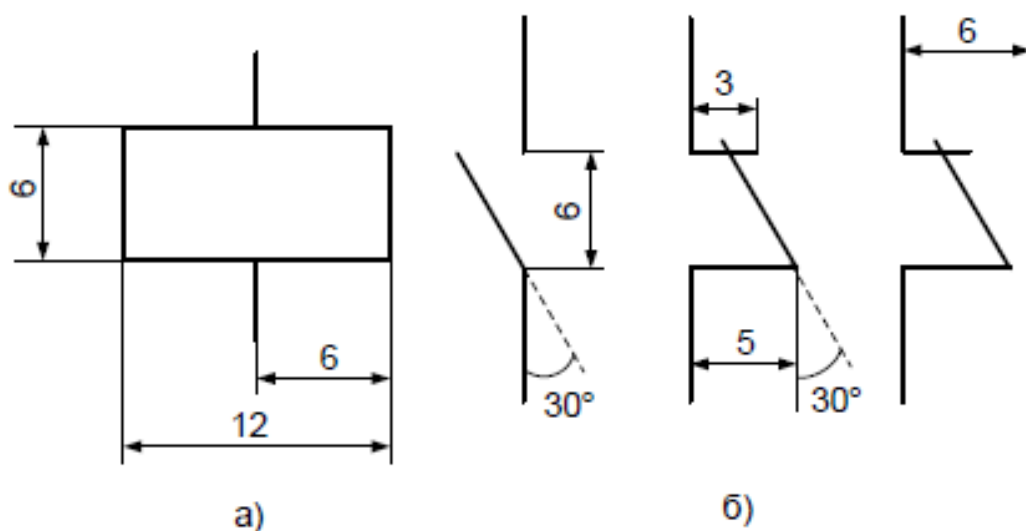


Рис. 1.2. Условные графические обозначения реле (а — обозначение катушки реле (воспринимающая часть), б — обозначение контактов реле)

по току и напряжению, а так же позволяют автоматизировать пуск, реверс, торможение и остановку электродвигателей.

Условные графические обозначения реле показаны на рис. 1.2.

Электромагнитные реле

Электромагнитное реле состоит из электромагнита и контактной системы. Принцип действия и устройство электромагнитного реле поясняет рисунок 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), коммутирующий 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.

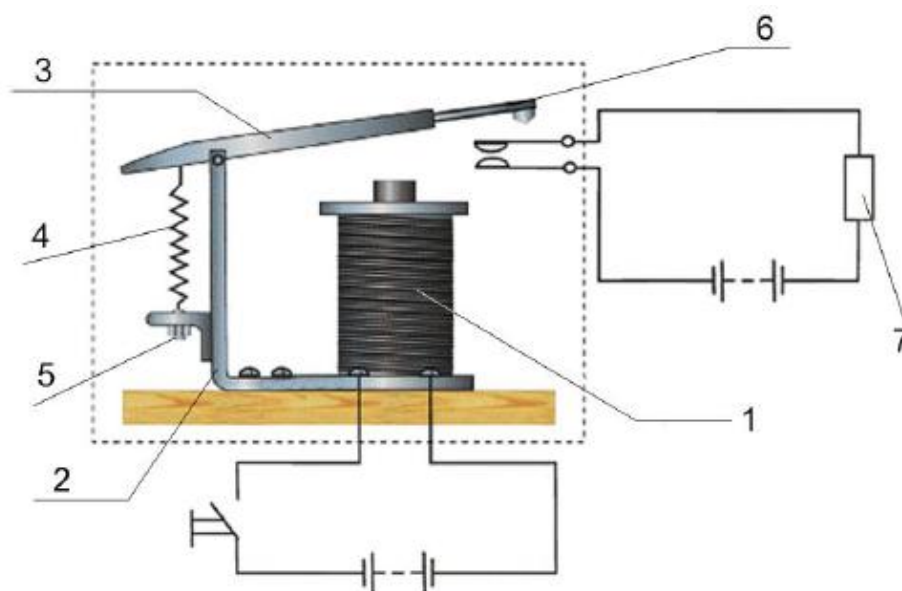


Рис. 1.3. К пояснению принципа действия электромагнитного реле

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 воспринимающей части.

Примеры конструктивных исполнений реле показаны на рисунке 1.4.



Рис. 1.4. Примеры исполнений электрических реле

Описание исследуемых в работе реле.

Исследуемые в данной работе промежуточные реле серии РП-21 применяются в цепях управления электроприводами переменного тока напряжением до 380 В частоты 50 и 60 Гц и в цепях постоянного тока напряжением до 220 В.

Промежуточные реле предназначены для усиления и размножения сигналов управления и, как правило, включаются в цепи управления более мощных реле или контакторов. Внешний вид исследуемых реле показан на рисунке 1.5. Технические характеристики реле серии РП-21 приведены в таблице 1.1.

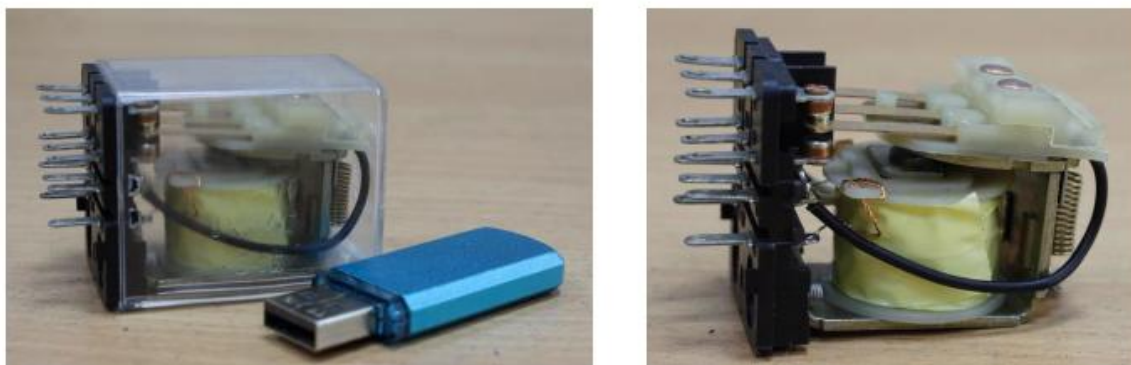


Рис. 1.5. Промежуточные реле РП-21

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

АКВТ.15.02.07.ЛР40.03. .

Технические характеристики реле серии РП-21

Номинальные напряжения включающей катушки, В	постоянный ток	24
	переменный ток 50Гц	24
Номинальное напряжение це- пей контактов, В	постоянный ток	12...220
	переменный ток	12...240
Номинальный ток контактов, А		5
Минимальный ток контактов, А		0,025
Количество переключающих контактов		3 или 4
Время срабатывания реле, мс, не более		30
Время возврата, мс, не более		30
Механическая износостойкость, млн. циклов		20
Потребляемая мощность, не более	на постоянном токе, Вт	
	реле с 3-мя контактами	2,0
	реле с 4-мя контактами	2,5
	на переменном токе, ВА	
	реле с 3-мя контактами	3,0
	реле с 4-мя контактами	3,5
Степень защиты	механизма	IP 40
	выводов	IP 00
Масса реле, кг, не более	реле с 3-мя контактами	0,07
	реле с 4-мя контактами	0,08

Условия эксплуатации:

высота размещения над уровнем моря до 2000 м; диапазон рабочих температур от -40 до +55°C;

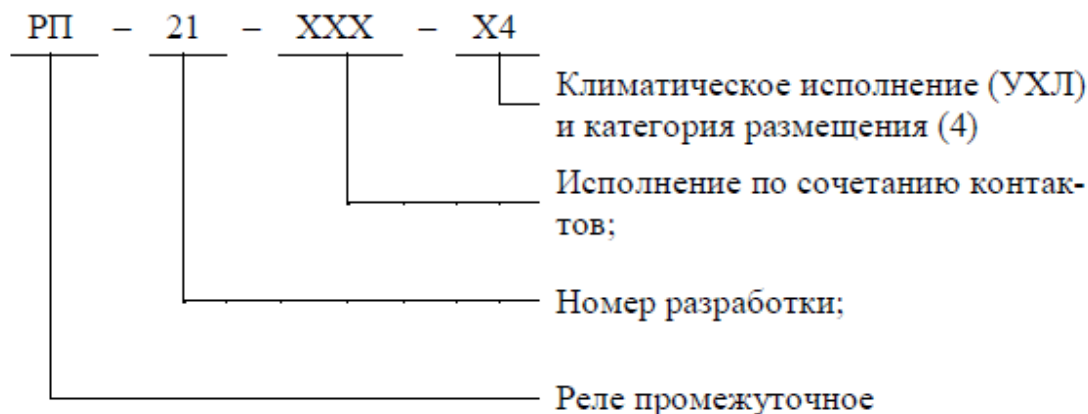
окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металлы.

Место установки реле должно быть защищено от попадания брызг воды, 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.

					АКВТ.15.02.07.ЛР40.03. .	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		9

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 1.2.

Таблица 1.2

Технические характеристики реле серии РН-01

Диапазон контролируемых напряжений (питания) по исполнениям, относительно номинального, В (50/60 Гц)	220	176–264
	110	88–132
	60	48–72
	24	19–30
Минимальный контролируемый диапазон напряжений по исполнениям, В	220	210–230
	110	105–115
	60	57–63
	24	23–25
Погрешность установки, %		5
Средняя основная погрешность, %		5
Погрешность от изменения температуры, на 1°С		0,1
Время срабатывания реле при отклонении контролируемого напряжения от допустимого диапазона, с, не более		0,2
Время повторной готовности, с, не более		2
Потребляемая мощность, Вт, не более		1,5
Масса, кг		0,15
Номинальные режимы коммутации на одну контактную группу (количество циклов срабатывания, не менее)	0,1 А = 12 В (не менее 5×10^5)	
	5 А = 30 В (не менее 9×10^4)	
	5 А ~ 220 В (не менее 9×10^4)	

Внешний вид реле показан на рисунке 1.6.



Рис. 1.6. Реле напряжения RH-01

Условия эксплуатации:

исполнение УХЛ;

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

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

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

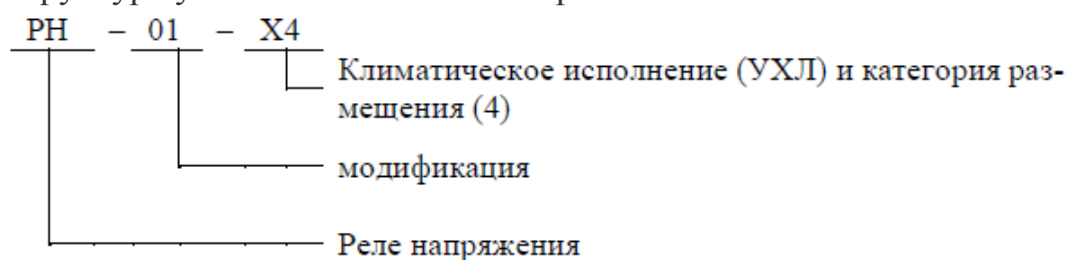
воздействие по сети питания импульсных помех, не превышающих двойную величину напряжения питания и длительностью не более 10 мкс;

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

Реле напряжения RH-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 RH-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



Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

АКВТ.15.02.07.ЛР40.03. .

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.

Таблица 1.3

Технические характеристики реле РТ-01

Диапазон контролируемых токов, А (50/60 Гц)	1–6
Максимальный допустимый ток, А, не более 1 минуты	10
Погрешность установки, %	5
Средняя основная погрешность, %	5
Погрешность от изменения температуры, на 1°С	0,1
Время срабатывания реле при превышении контролируемым током установленного значения, с, не более	0,05
Время повторной готовности, с, не более	0,2
Коэффициент возврата, не менее	0,9
Масса, кг	0,3
Номинальные режимы коммутации на одну контактную группу (количество циклов срабатывания, не менее)	0,1 А, \cong 12В (не менее 5x10 ⁵)
	5 А, = 30В (не менее 9x10 ⁴)
	5 А, ~ 220В (не менее 9x10 ⁴)

Внешний вид реле показан на рисунке 1.7.



Рис.1.7. Реле тока РТ-01

Условия эксплуатации:
исполнение УХЛ, закрытые производственные помещения с искусственно регулируемые климатическими условиями, категория размещения 4;

диапазон рабочих температур от +1 до +40°C;
воздействие вибраций с ускорением до 1 g с частотой до 100 Гц, до 2 g с частотой до 60 Гц;

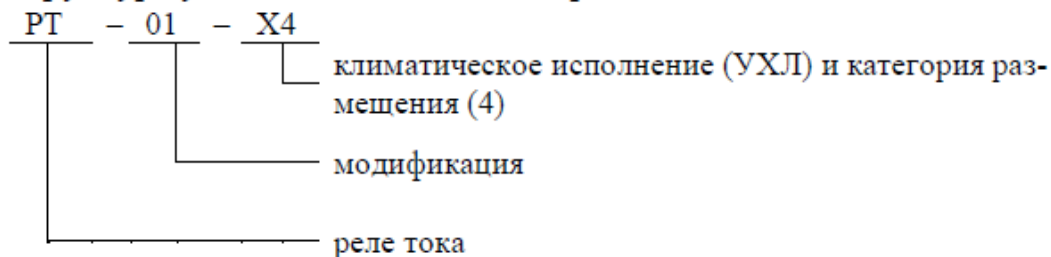
воздействие по сети питания импульсных помех, не превышающих двойную величину напряжения питания и длительностью не более 10 мкс;

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

Реле тока РТ-01 включается, если контролируемый ток превысит установленное значение. 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.

Структура условного обозначения реле РТ-01



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.

3. Экспериментальные исследования.

3.1 Исследование промежуточных реле.

1. Собрать схему для исследования электромагнитного реле типа РП21-003-УХЛ4-24 (рис. 1.8). **Монтаж схемы производить при отключенном питании.**

Порядок работы: установить выходное напряжение лабораторного автотрансформатора (ЛАТР) на 0, повернув его регулировочную ручку против часовой стрелки до упора, подать питание на схему лабораторного стенда, включив автоматический выключатель *QF1*; поднимая напряжение, увеличить ток нагрузки до значения, при котором сработает реле (индикаторы HL1, HL2 переключатся), зафиксировать величину тока срабатывания $I_{ср}$.

					АКВТ.15.02.07.ЛР40.03. .	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

Затем уменьшить величину тока до момента отпускания реле (индикаторы вновь переключатся). Зафиксировать ток отпускания $I_{отп}$ амперметром $PA1$ «Модуля измерительного». Напряжение контролировать по вольтметру $PV1$ «Модуля измерительного». Результаты занести в таблицу 1.4.

Рассчитать коэффициент возврата K_B и коэффициент запаса K_3 (за параметр x принять соответственно ток (I) или напряжение (U)).

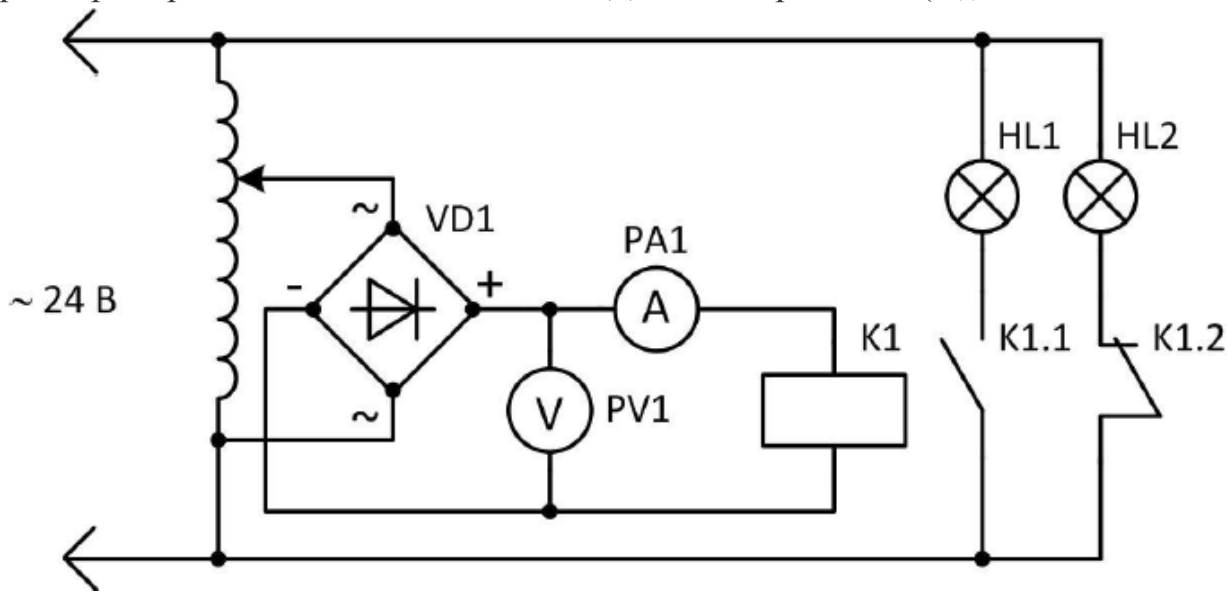


Рис. 1.8. Схема электрическая для исследования работы реле постоянного тока

2. Собрать схему для исследования электромагнитного реле типа РП21-003-УХЛ4-24~ (рис. 1.9). Порядок работы, такой же, как при исследовании реле типа РП21-003-УХЛ4-24. Результаты эксперимента занести в таблицу 1.4.

Таблица 1.4

Результаты экспериментального исследования промежуточных реле

№ опыта	РП21-003-УХЛ4-24							РП21-003-УХЛ4-24~						
	1	2	3	4	5	$x_{ср}$	ε_a	1	2	3	4	5	$x_{ср}$	ε_a
$U_{ср}$, В														
$I_{ср}$, мА														
$U_{отп}$, В														
$I_{отп}$, мА														
$U_{ном}$, В														
$I_{ном}$, мА														
$K_B (U)$														
$K_3 (U)$														
$K_B (I)$														
$K_3 (I)$														

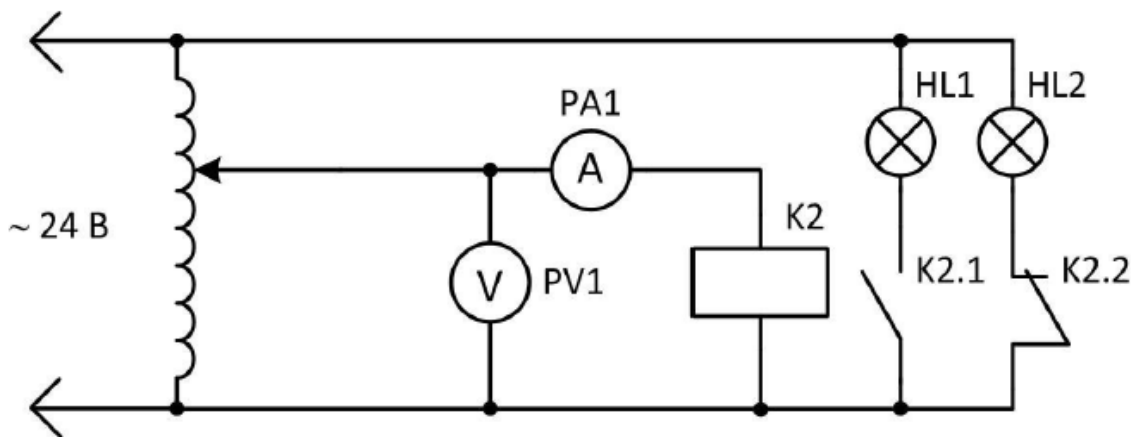


Рис. 1.9. Схема электрическая для исследования реле переменного тока

3. Обработать результаты экспериментов.

Истинное значение измеряемой величины P с принятой вероятностью α находится в пределах доверительного интервала:

$$x_{\text{ср}} - \varepsilon_{\alpha} < \mu < x_{\text{ср}} + \varepsilon_{\alpha},$$

где $x_{\text{ср}}$ — среднее арифметическое значение измеряемой величины, полученное в ходе n экспериментов, ε_{α} — абсолютная ошибка.

При этом средняя квадратичная ошибка

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{t_{\alpha} S}{\sqrt{n}}.$$

Здесь t_{α} — коэффициент Стьюдента, S — средняя квадратичная ошибка измерений, определяемая по выражению:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{\text{ср}} - x_i)^2}{n-1}}.$$

Значения коэффициента Стьюдента t_{α} для различных чисел измерений и различных уровней вероятности приведены в таблице приложения 1.

? Подумайте, почему коэффициент возврата всегда меньше единицы, а коэффициент запаса всегда больше единицы. Чем объясняется повышенный шум при работе реле переменного тока? Сравните коэффициенты возврата реле постоянного и реле переменного тока. Чем можно объяснить разницу величин этих коэффициентов?

Исследование реле напряжения

4. Исследование реле напряжения проводится по схеме рис. 1.10, где $K2$ — исследуемое реле напряжения РН-01. Монтаж схемы производить при отключенном питании.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

АКВТ.15.02.07.ЛР40.03. .

Лист

15

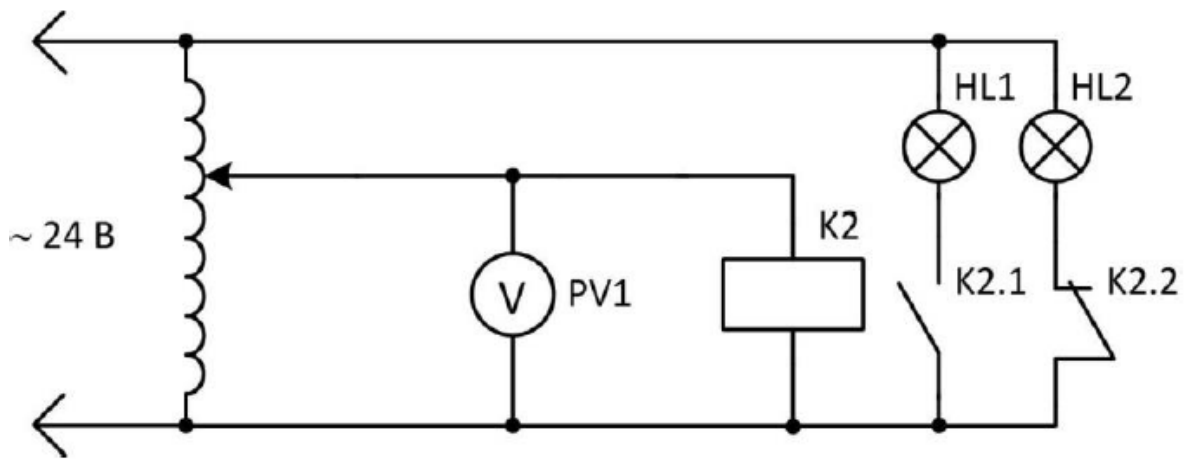


Рис. 1.10. Схема электрическая для исследования реле напряжения РН-01

Установить выходное напряжение ЛАТР на 0, повернув его регулировочную ручку против часовой стрелки до упора, подать питание на схему лабораторного стенда, включив автоматический выключатель *QF1*, 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 u_{exH} , далее увеличивать напряжение до загорания красного светодиода, зафиксировать величину напряжения верхнего порога u_{exB} . Напряжение контролировать по вольтметру *PV1* «Модуля измерительного». Результаты занести в таблицу 1.5.

5. Меняя u_{exB} , u_{exH} на панели реле напряжения провести 3-4 дополнительных эксперимента, выполняя работу по пункту 4. Результаты измере-

Таблица 1.5

Результаты экспериментального исследования реле напряжения

Уставка	Экспер.	$\Delta U_{\text{в}}, \text{В}$	$\varepsilon, \%$	Уставка	Экспер.	$\Delta U_{\text{н}}, \text{В}$	$\varepsilon, \%$
$U_{\text{устB}}, \text{В}$	$U_{\text{exB}}, \text{В}$			$U_{\text{устH}}, \text{В}$	$U_{\text{exH}}, \text{В}$		

ний занести в таблицу 1.5.

6. Оценить точность отработки реле заданных уставок. Для этого рассчитать абсолютные погрешности $\Delta u_{\text{в}}$, $\Delta u_{\text{н}}$ для каждого эксперимента:

$$\Delta U = U_{\text{уст}} - U_{\text{вх}}$$

Оценить относительную погрешность ε :

$$\varepsilon = \left(\Delta U / U_{уст} \right) \cdot 100\%.$$

Определить наибольшую погрешность. Указать возможные причины неточности отработки реле заданных уставок.

Исследование реле максимального тока

7. Исследование реле максимального тока проводится по схеме рис. 1.11, где K — 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 $QF1$, затем плавно и быстро увеличивать напряжение до момента срабатывания реле (индикаторы переключатся), зафиксировать величину тока срабатывания $I_{ср}$ по показаниям амперметра РА2.

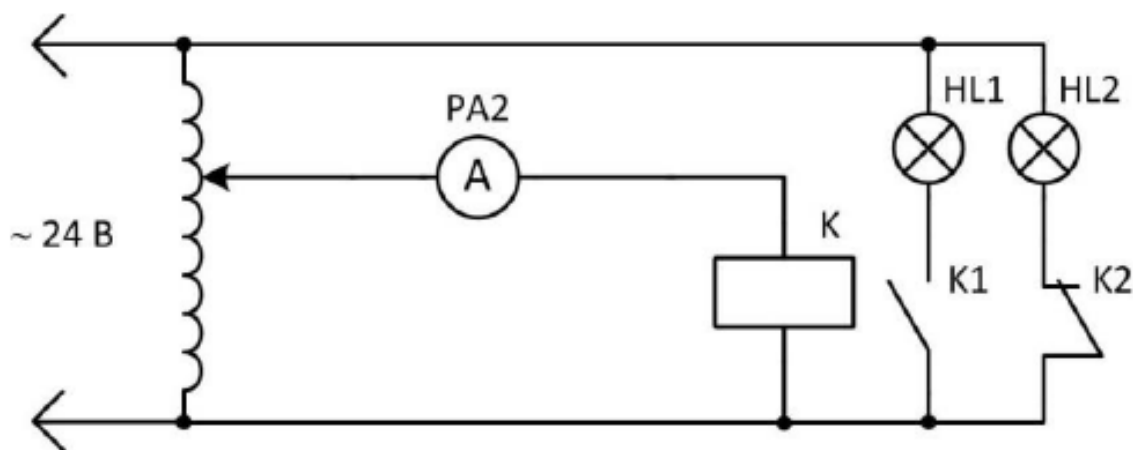


Рис. 1.11. Схема электрическая для исследования реле максимального тока РТ-01

Примечание. При значениях тока больше 2А напряжение поднимать быстрее, чем работает внутренняя защита ЛАТРа.

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.

8. Оценить точность отработки реле заданных уставок (см. пункт 6). Результаты занести в таблицу 1.6 .

Определить наибольшую погрешность. Указать возможные причины неточности отработки реле заданных уставок.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

АКВТ.15.02.07.ЛР40.03. .

Лист

17

Результаты экспериментального исследования реле тока

№ опыта	$I_{\text{н}}$, А	$I_{\text{ср}}$, А	ΔI , А	ε , %
1				
2				
3				
4				
5				

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.
10. Объясните вид характеристики управления электромагнитного реле.

