

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Энергетика и технология металлов»

**ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ТИПА РТ-40**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы №2
по курсу «Релейная защита систем электроснабжения»
для студентов специальности 140211

Курган 2007

Кафедра: «Энергетика и технология металлов»

Дисциплина: «Релейная защита систем электроснабжения»
(специальность 140211)

Составил: доцент Шестаков Д.Н.

Утверждены на заседании кафедры «31» августа 2006 г.

Рекомендованы методическим советом университета
«19» 03 2007 г.

Лабораторная работа № 2

ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ТИПА РТ-40

Цель работы: ознакомление с устройством электромагнитных реле переменного тока типа РТ-40 способами регулирования параметров срабатывания; определение основных технических характеристик реле — коэффициента возврата, погрешности тока срабатывания.

Общие сведения

Максимальное реле тока РТ-40 применяется в устройствах релейной защиты и автоматики в качестве органа, реагирующего на увеличение тока в контролируемой цепи.

Конструкция реле поясняется рис. 1,а. Магнитная система реле состоит из П-образного шихтованного сердечника 1 и Г-образного якоря 3. На сердечнике расположены две катушки 2, концы которых выведены на зажимы цоколя реле. При прохождении тока по обмотке реле магнитный поток, создаваемый этим током, намагничивает подвижный якорь. Возникающая при этом электромагнитная сила, действующая на якорь, будет обуславливать вращающий момент, поворачивающий подвижную систему и связанный с осью контактный мостик 5. Замыкание цепи произойдет при соприкосновении подвижных контактов с неподвижными, приваренными к плоским бронзовым пружинам. На рис. 1,б пояснено выполнение крепления контактных пружин 8 и 9 к неподвижному держателю 10. Перемещению подвижной системы препятствует спиральная пружина 4, создающая противодействующий момент. Для надежного срабатывания реле необходимо, чтобы вращающий момент превосходил противодействующий момент пружины, а также моменты трения и инерции подвижной системы. Равенство моментов определяет граничное условие, т. е. условие срабатывания реле. Отсюда следует, что для реле подобного типа наиболее простым способом изменения тока срабатывания является изменение натяжения пружины. Если ослабить пружину, т. е. сдвинуть указатель 6 влево по шкале, то ток срабатывания реле уменьшится. У реле типа РТ-40 при перемещении указателя от крайнего левого в крайнее правое положение ток срабатывания увеличивается в 2 раза. Ток срабатывания реле можно также изменить переключением катушек с последовательного соединения на параллельное; в последнем случае ток, проходящий по каждой катушке, уменьшается в 2 раза и, следовательно, для получения той же намагничивающей силы, что и в первом случае (при последовательном соединении), потребуется в 2 раза больший ток в цепи реле. Таким образом,

ток срабатывания реле можно изменить в 4 раза относительно минимальной уставки.

Схема внутренних соединений реле представлена на рис. 1,в. Цифрами обозначена принятая маркировка зажимов. Для согласованного включения катушек реле должно быть включено в цепь крайними зажимами — 6 и 12. При последовательном соединении обмоток накладкой соединяются средние зажимы 8 и 10; при параллельном соединении используются две накладки — между зажимами 6—8 и 10—12. Цифра под дробью в марке реле, указанной на его щитке, обозначает максимальный ток срабатывания реле. Так, например, для реле РТ-40/10 диапазон уставок токов срабатывания будет 2,5—5 А при последовательном соединении обмоток и 5—10А при параллельном соединении. Учитывая, что шкала реле градуируется при последовательном соединении обмоток, во втором случае цифры уставок следует увеличивать в 2 раза.

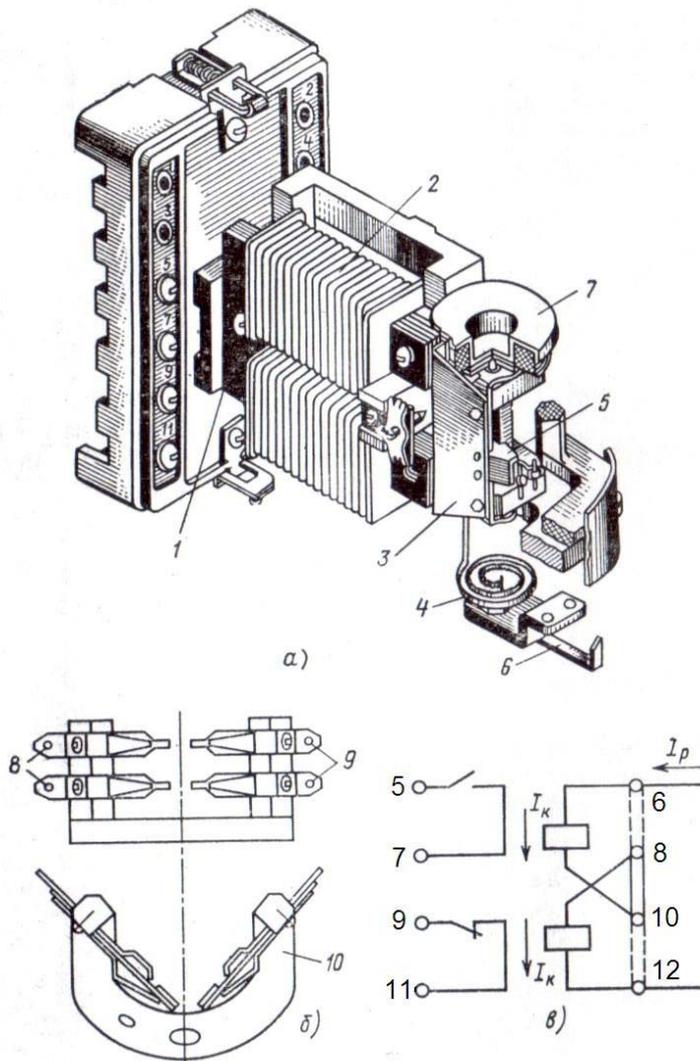


Рис. 1. Электромагнитное реле тока типа РТ-40:
 а – конструкция реле; б – крепление неподвижных контактов;
 в – схема внутренних соединений

При прохождении по обмотке реле переменного тока

$$i_p = I_{p \max} \sin \omega t \quad (1)$$

якорь реле притягивается с усилием

$$F = k^2 I_{p \max}^2 \sin^2 \omega t, \quad (2)$$

где k – коэффициент пропорциональности; ω – угловая частота переменного тока.

Так как

$$\sin^2 \omega t = 0,5 (1 - \cos 2\omega t), \quad (3)$$

то

$$F = k^2 [(I_{p \max} / \sqrt{2})^2 (1 - \cos 2\omega t)]; \quad (4)$$

следовательно,

$$F = k^2 I_p^2 - k^2 I_p^2 \cos 2\omega t. \quad (5)$$

Из этого выражения видно, что притяжение якоря обусловлено постоянным усилием

$$F_{=} = k^2 I_p^2, \quad (6)$$

и знакопеременным усилием

$$F_{\approx} = k^2 I_p^2 \cos 2\omega t. \quad (7)$$

Знакопеременное усилие с частотой, удвоенной по сравнению с частотой сети, вызывает вибрацию якоря и, следовательно, вибрацию связанной с ним контактной системы.

Для уменьшения вибрации контактов в конструкции реле РТ-40 предусмотрен совместный ход подвижного и неподвижного контактов и специальное устройство — гаситель вибрации 7 (рис. 1, а), представляющий собой барабанчик, заполненный хорошо просушенным кварцевым песком. При любом ускорении подвижной системы песчинки приходят в движение и часть сообщенной якорю энергии тратится на преодоление сил трения между песчинками.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством и электрической схемой испытуемого реле; указать его тип.

2. Составить эскиз реле и начертить схему внутренних соединений с указанием маркировки выводов.

3. В соответствии со схемой испытаний (рис. 2) и параметрами реле подобрать аппаратуру — измерительные приборы и регулирующие устройства; собрать схему, соединив обмотки реле последовательно.

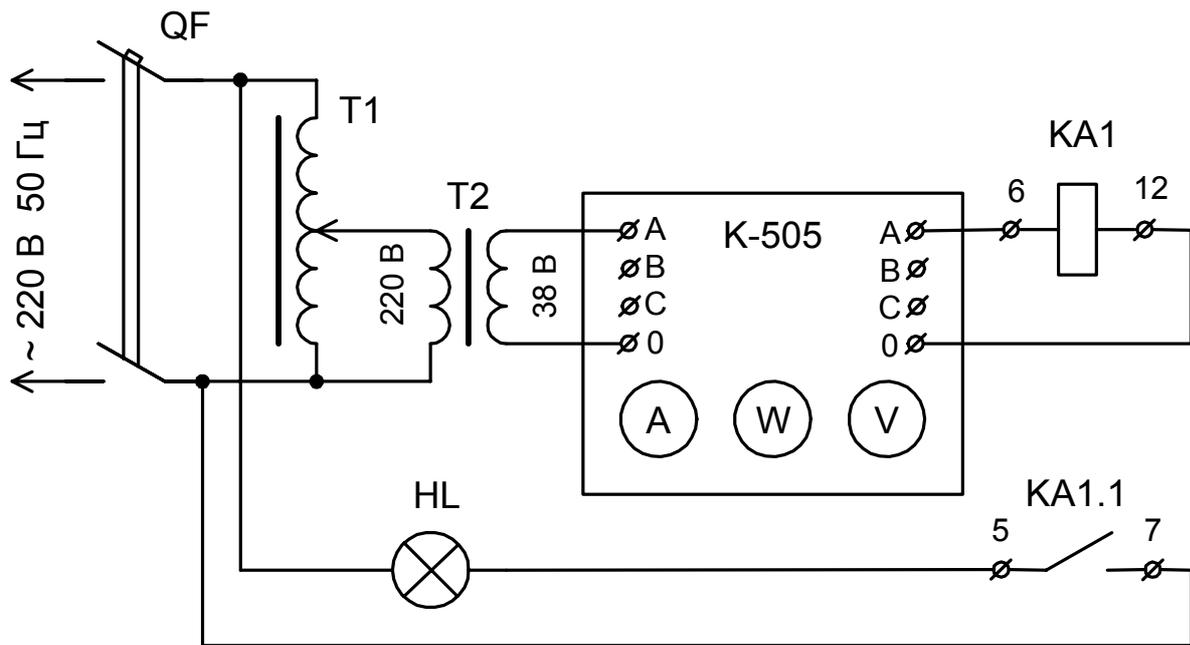


Рис. 2. Схема испытания реле тока

4. Для каждого оцифрованного деления шкалы путем плавного увеличения тока зафиксировать минимальное его значение, при котором контакты реле надежно замыкаются, т.е. ток срабатывания реле $I_{с.р.}$; уменьшая ток, зафиксировать максимальное его значение, при котором контакты надежно размыкаются, т. е. ток возврата реле $I_{в.р.}$

Надежность работы контактов контролируется неоновой лампой HL. Результаты испытаний занести в табл. 1.

5. Прodelать то же самое при параллельном соединении обмоток реле.

Таблица 1

$I_{уст.}, A$	$I_{с.р.}, A$	$I_{в.р.}, A$	k_B	Соединение обмоток

6. По данным опытов определить значение коэффициента возврата реле по выражению: $k_B = I_{в.р.} / I_{с.р.}$

Значение коэффициента возврата реле должно быть не ниже 0,85 на первой уставке и не ниже 0,8 на остальных.

7. Для одной рабочей уставки (указанной преподавателем) путем пятикратного измерения определить значение погрешности (отклонения) тока срабатывания реле относительно заданной уставки по выражению:

$$\gamma_{с.р.} \% = 100 (I_{с.р. ср.} - I_{уст.}) / I_{уст.}$$

Результаты измерений занести в табл. 2.

Таблица 2

$I_{уст.}, A$	$I_{с.р.1}, A$	$I_{с.р.2}, A$	$I_{с.р.3}, A$	$I_{с.р.4}, A$	$I_{с.р.5}, A$	$I_{с.р. ср.}, A$	$\gamma_{с.р.} \%$

Допустимое значение максимального отклонения для реле тока не должно превышать $\pm 5\%$.

8. Дать заключение о пригодности реле к эксплуатации, сравнив полученные результаты с техническими данными реле (коэффициент возврата, погрешность тока срабатывания). Учесть, что допустимое отклонение коэффициента возврата не должно превосходить значения $\pm 0,03$.

Контрольные вопросы

1. Какими способами регулируется ток срабатывания у реле типа РТ-40?

2. Допустимо ли обмотки реле тока РТ-40 включать между собой встречно-последовательно?

3. Каковы причины появления вибрации контактов электромагнитных реле переменного тока? Какие меры применены для уменьшения вибрации контактов у реле типа РТ-40?

4. Можно ли применять реле типа РТ-40 для контроля цепей постоянного тока? Сохраняется ли при этом уставка реле, отрегулированная для цепи переменного тока?

5. Поясните, почему у реле типа РТ-40 электромагнит набран шихтованным железом с изоляцией пакетов относительно друг друга.

6. Почему для максимальных реле тока коэффициент возврата меньше единицы, а для минимальных реле — больше единицы?

7. Почему с увеличением кратности тока в обмотке реле по отношению к току уставки у максимальных реле уменьшается время срабатывания?

8. Когда время срабатывания реле больше — при работе реле на размыкание или на замыкание? Объясните причину.

Список литературы

1. Плащанский Л.А. Основы электроснабжения. Раздел "Релейная защита электроустановок" – М.: Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2003. – С. 13-20.
2. Беркович М.А. и др. Основы техники релейной защиты. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – С. 51-63.
3. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высшая школа, 1991. – С. 64-76.
4. Реле защиты. – М.: Энергия, 1976. – С. 97-104.
5. Камнев В.Н. Практические работы по релейной защите и автоматике. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 31-34.
6. Барзам А.Б., Пояркова Т.М. Лабораторные работы по релейной защите и автоматике. – М.: Энергия, 1984. – С. 42-58.

Шестаков Дмитрий Николаевич

**ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ТИПА РТ-40**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы №2
по курсу «Релейная защита систем электроснабжения»
для студентов специальности 140211

Редактор Н. Л. Попова

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать трафаретная	Усл.печ.л. 0,75	Уч.-изд. л. 0,75
Заказ	Тираж 100	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.