

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Энергетика и технология металлов»

ИСПЫТАНИЕ ИНДУКЦИОННОГО РЕЛЕ ТОКА

Методические указания
к выполнению лабораторной работы № 4
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

« » _____ 2007 г.

Лабораторная работа № 4

ИСПЫТАНИЕ ИНДУКЦИОННОГО РЕЛЕ ТОКА

Цель работы: ознакомление с устройством и характеристиками индукционных реле переменного тока типа РТ-80, способами регулирования параметров срабатывания; определение основных технических характеристик реле — коэффициента возврата, погрешности тока срабатывания индукционного элемента.

Общие сведения

Индукционные реле типа РТ-80 (рис. 1) являются комбинированными, состоящими из трех элементов: индукционного с зависящей от тока выдержкой времени, электромагнитного мгновенного действия (отсечки) и указательного — сигнализирующего о срабатывании реле. Одно такое реле позволяет осуществлять защиту от КЗ и перегрузок. Основными органами являются электромагнит 1 с расположенной на нем обмоткой 19, постоянный тормозной магнит 6 и диск 3, расположенный между полюсами электромагнита, на которых имеются короткозамкнутые витки (медные кольца) 2.

При прохождении тока по обмотке реле в зазоре между полюсами создаются магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 , сдвинутые по фазе на некоторый угол φ вследствие наличия короткозамкнутых витков. Эти потоки пронизывают диск и, взаимодействуя с наведенными ими вихревыми токами в диске, создают вращающий момент

$$M_{\text{вр}} = k' \Phi_1 \Phi_2 \sin \varphi . \quad (1)$$

Так как потоки Φ_1 и Φ_2 пропорциональны току, проходящему через обмотку реле, а угол φ постоянен, то

$$M_{\text{вр}} = k I_p^2 , \quad (2)$$

где k — коэффициент пропорциональности.

При значительном увеличении тока происходит насыщение магнитопровода и прямая пропорциональность между потоками и током в обмотке нарушается; при дальнейшем увеличении тока поток перестает увеличиваться.

Вследствие этого вращающий момент, а значит, и частота вращения диска перестают возрастать и характеристика зависимости времени действия реле от тока $t = f(I)$ приобретает ограниченно зависимый характер (рис. 2). Независимая часть характеристики начинается примерно при восьмикратном токе срабатывания.

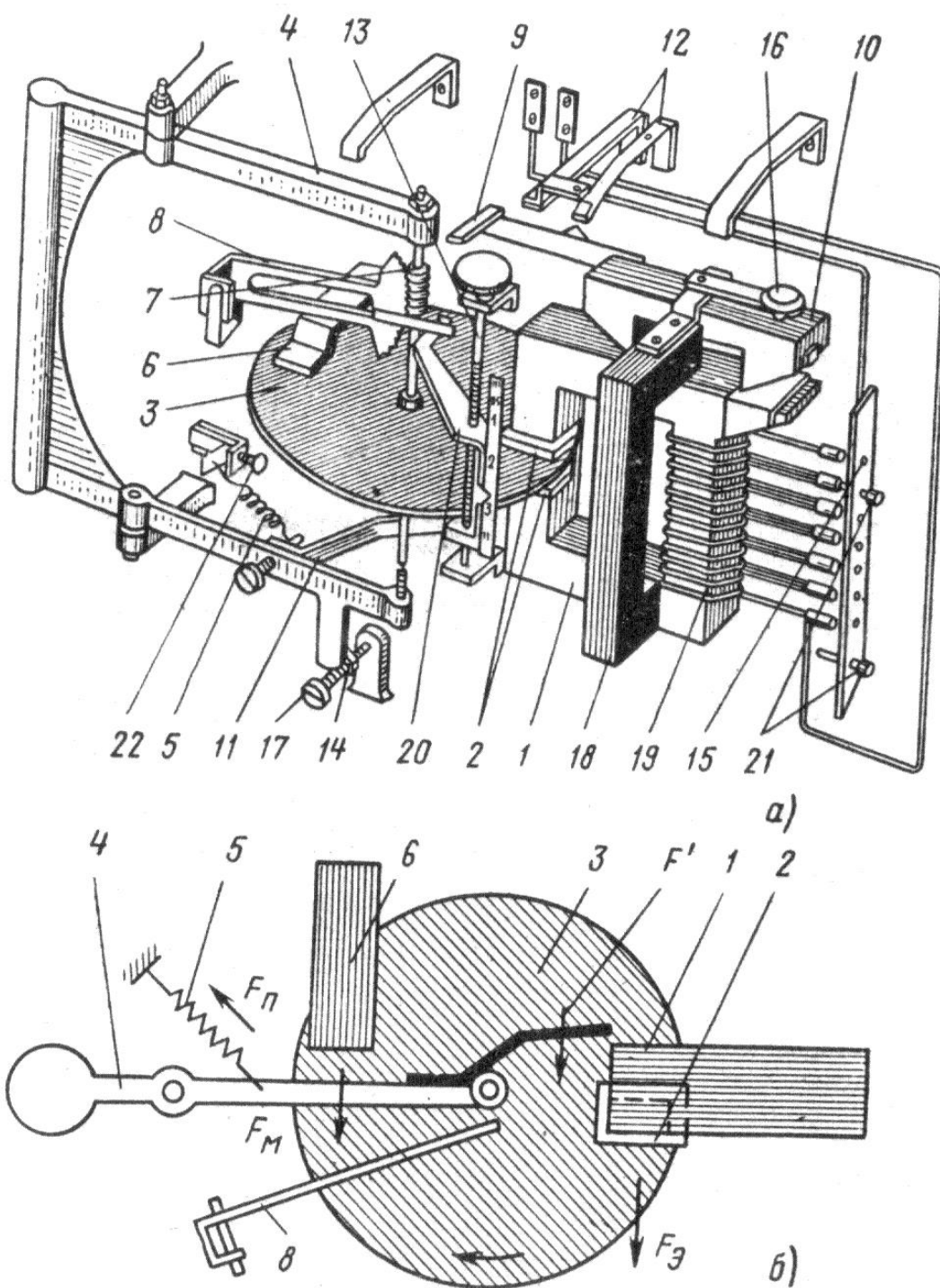


Рис. 1. Реле тока серии РТ-80:

а – конструкция; б – силы, действующие на подвижную систему; 1 – электромагнит; 2 – короткозамкнутые витки; 3 – алюминиевый диск; 4 – подвижная рамка; 5 – пружина; 6 – постоянный магнит; 7 – червяк; 8 – подвижный сегмент; 9 – коромысло; 10 – якорь отсечки; 11 – скоба; 12 – контакты; 13 – регулировочный винт; 14 – регулировочная гайка; 15 – контактная колодка; 16 – регулировочный винт отсечки; 17 – упорный винт; 18 – магнитопровод электромагнитного элемента; 19 – обмотка реле; 20 – движок; 21 – контактные винты; 22 – регулировочный винт пружины.

При вращении диска в поле постоянного магнита в диске возникают вихревые токи, которые, взаимодействуя с полем постоянного магнита, создают дополнительную силу, действующую на диск.

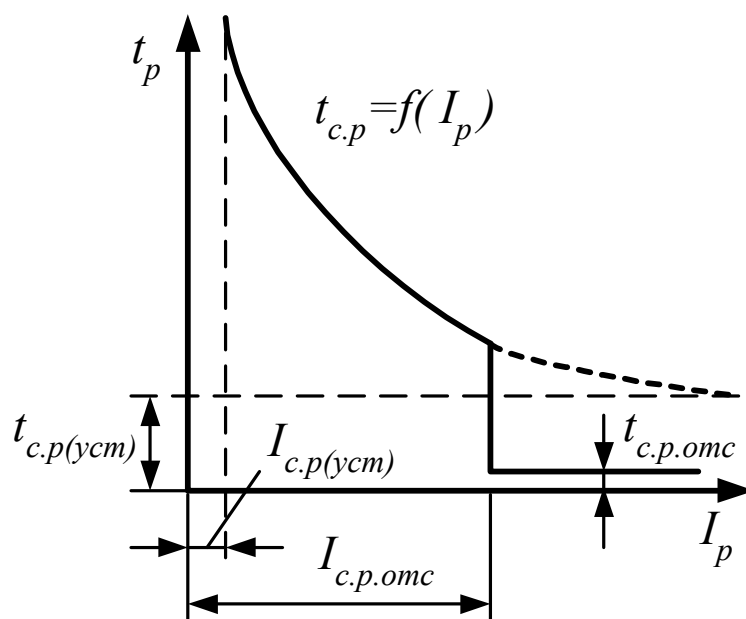


Рис. 2. Характеристика индукционного реле

При определенной частоте вращения, т. е. при определенном значении тока в обмотке, образуется результирующая двух сил $F_{\text{Э}}$ и $F_{\text{М}}$ (рис. 1, б), которая обуславливает вращающий момент, достаточный для поворота рамки 4 и зацепления зубчатого сегмента 8 с червяком 7, находящимся на одной оси с диском.

Регулировка тока срабатывания реле, т. е. тока, при котором происходит упомянутое сцепление, производится путем изменения числа витков обмотки электромагнита имеющей отпайки, выведенных на контактную колодку 15. Для увеличения тока срабатывания следует уменьшить число витков. Нужное значение устанавливается с помощью контактных винтов 21.

Время срабатывания реле зависит как от частоты вращения диска (а значит, и от тока), так и от хода (расстояния) подвижного сегмента от начального положения до контактного мостика 9 – 12. Первоначальное положение сегмента устанавливается регулировочным винтом 13 и движком 20. Цифры на вертикальной шкале против движка указывают время действия реле в независимой части характеристик (при токе, равном десятикратному значению тока уставки).

Работа реле РТ-80 в качестве мгновенно действующей отсечки с независимой от тока выдержкой времени обеспечивается электромагнитным элементом. Неподвижным сердечником является магнитопровод индукционного

элемента реле. Изменение тока срабатывания отсечки производится регулировочным винтом 16, изменяющим длину воздушного зазора между полюсным наконечником подвижного якоря 10 и полюсом неподвижного электромагнита. Цифры на лимбе винта указывают кратность тока срабатывания отсечки к току уставки срабатывания реле в начале зависимой части характеристики.

По сравнению с мощностью, потребляемой электромагнитным реле типа РТ-40, мощность обмоток индукционного реле типа РТ-80 и сопротивление обмоток имеют значительно большие значения. Если обмотка реле РТ-80 подключена к маломощному источнику тока, происходит искажение формы кривой тока настолько, что может произойти неправильное действие токовой отсечки. По этим причинам регулировка тока срабатывания электромагнитного элемента реле РТ-80 во время наладочных испытаний должна производиться при питании реле от мощного источника синусоидального тока.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством индукционного реле тока типа РТ-80. Начертить схему внутренних соединений испытуемого реле. Записать паспортные данные.

2. Собрать схему, представленную на рис. 3, для выполнения работ на учебном лабораторном стенде.

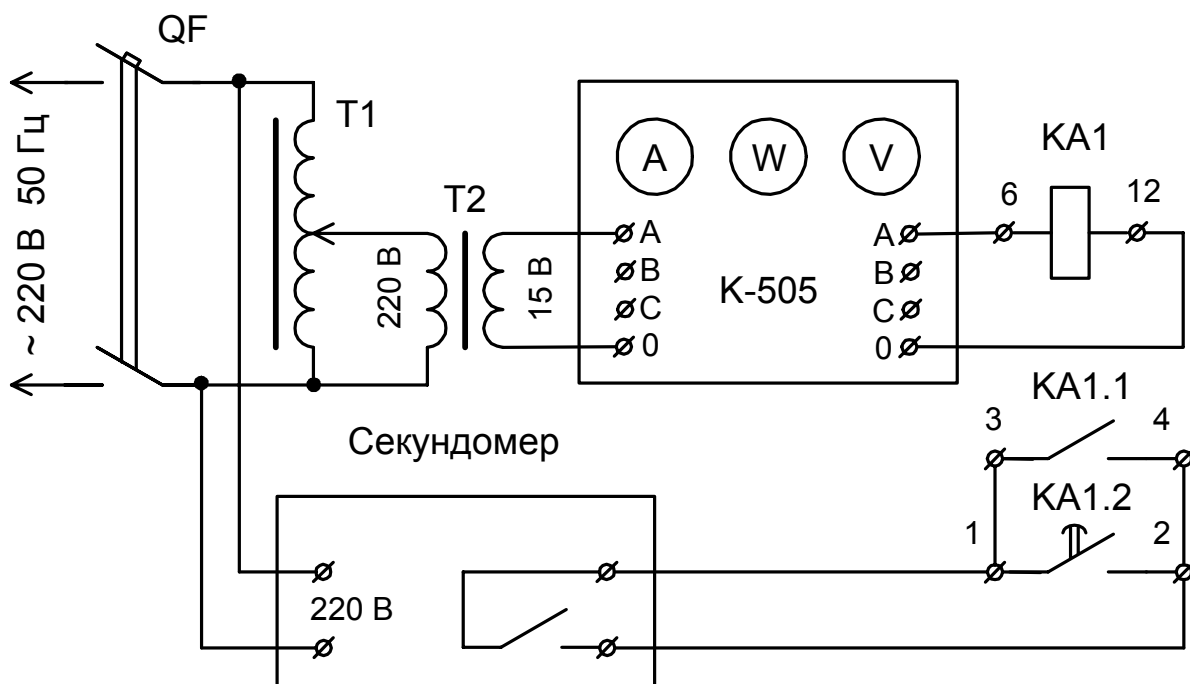


Рис. 3. Испытание индукционного реле тока на учебном лабораторном стенде

3. Для каждого значения уставки по шкале токов срабатывания $I_{уст}$ определить значение действительных токов срабатывания реле $I_{с.р.}$ и возврата $I_{в.р.}$. Отсечка при этом должна быть выведена (регулировочный винт 16 повернут до отказа против часовой стрелки), а уставку по шкале времени целесообразно принять наибольшей.

Изменение уставок реле путем переключения установочным винтом количества витков обмоток электромагнита должно производиться при отключенной обмотке реле.

Результаты измерений занести в табл. 1. Определить коэффициент возврата реле k_v по выражению: $k_v = I_{в.р.} / I_{с.р.}$. Коэффициент возврата реле должен быть не ниже 0,8.

Таблица 1

$I_{уст}, A$	$I_{с.р.}, A$	$I_{в.р.}, A$	k_v	Примечание

4. Для одной уставки (указанной преподавателем) проверить значение тока, при котором начинает вращаться диск. Ток начала свободного вращения диска не должен превышать 30% тока срабатывания индукционного элемента.

5. Для той же уставки путем пятикратного измерения тока срабатывания определить значения погрешности и разброса тока срабатывания 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 индукционного элемента реле тока не должно превышать $\pm 5\%$.

6. Установить на реле заданные преподавателем уставки тока срабатывания индукционного элемента и выдержки времени. Задаваясь кратностью тока по отношению к заданному току срабатывания $k_p = I_p / I_{с.р.}$ в пределах от 1 до 10, снять характеристику реле $t_{с.р.} = f(k_p)$. Результаты измерений занести в табл. 3.

Таблица 3

Уставки на реле: $I_{уст} = \dots \text{ A}; \quad t_{уст.} = \dots \text{ с}$										
Кратность тока $k_p = I_p / I_{с.р.}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ток реле $I_p, \text{ A}$										
Время срабатывания $t_{с.р.}, \text{ с}$										

7. По полученным результатам построить характеристику и сравнить ее с заводской.

8. Установить кратность тока срабатывания токовой отсечки по отношению к току уставки зависимого элемента, равную четырем. Снять характеристику $t_{с.р.} = f(k_p)$. Построить характеристику. Сравнить с характеристикой п. 7.

9. Сравнить полученные результаты опытов (коэффициент возврата реле, погрешность тока срабатывания) с данными, указанными в справочной литературе; сделать заключение о пригодности реле в эксплуатации.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные элементы реле РТ-80.
2. Объясните, как получается ограниченно зависимая характеристика реле РТ-80.
3. Объясните действие токовой отсечки в реле РТ-80.
4. Как регулируются параметры срабатывания реле РТ-80 в зависимой и независимой частях характеристик? Как производится изменение тока срабатывания токовой отсечки реле?
5. Назовите причины, приводящие к изменению характеристики реле РТ-80 при несинусоидальной форме кривой тока.
6. Когда время действия реле РТ-80, работающего в зависимой части характеристики, больше: при введенной или выведенной отсечке? Объясните причину изменения характеристики.
7. Почему характеристики реле РТ-80, заданные кривыми $t = f(I_p / I_{уст.})$, сохраняются неизменными при одной и той же кратности тока в цепи обмотки для разных уставок $I_{уст.}$?

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. 54-67.
3. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высшая школа, 1991. – С. 84-89.
4. Реле защиты. – М.: Энергия, 1976. – С. 125-175.
5. Камнев В.Н. Практические работы по релейной защите и автоматике. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 34-40.
6. Барзам А.Б., Пояркова Т.М. Лабораторные работы по релейной защите и автоматике. – М.: Энергия, 1984. – С. 71-77.

Шестаков Дмитрий Николаевич

ИСПЫТАНИЕ ИНДУКЦИОННОГО РЕЛЕ ТОКА

Методические указания
к выполнению лабораторной работы № 4
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.