

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»**

Кафедра «Электроснабжение»

В. Д. Елкин

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

ПРАКТИКУМ

**по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 1-43 01 03
«Электроснабжение (по отраслям)»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2016

УДК 621.317(075.8)
ББК 31.2я73
Е51

*Рекомендовано научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 1 от 29.09.2015 г.)*

Рецензенты: доц. каф. «Автоматизированный электропривод» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *Л. В. Веннер*;
начальник производств. лаб. диагностики энергооборудования
и качества электроэнергии филиала «Энергонадзор»
РУП «Гомельэнерго» *В. Н. Петренко*

Елкин, В. Д.
Е51 Электрически аппараты : практикум по выполнению лаб. работ для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» днев. и заоч. форм обучения / В. Д. Елкин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 57 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Даны методические указания по выполнению лабораторных работ предметом изучения которых являются электрические аппараты.

Для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.317(075.8)
ББК 31.2я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	4
Лабораторная работа 1 ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТОРОВ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	7
Лабораторная работа 2 ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАВКИХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ	12
Лабораторная работа 3 ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ	17
Лабораторная работа 4 ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЛЕ	20
Лабораторная работа 5 ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЕ МАКСИМАЛЬНОГО ТОКА	24
Лабораторная работа 6 ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ ВРЕМЕНИ....	27
Лабораторная работа 7 ИССЛЕДОВАНИЕ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ	32
Лабораторная работа 8 ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ...35	
Лабораторная работа 9 ИЗУЧЕНИЕ СХЕМ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	42
Лабораторная работа 10 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ И ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППА- РАТОВ.....	46
ЛИТЕРАТУРА.....	56

ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ

1. До выполнения лабораторной работы каждый студент должен самостоятельно изучить теоретические сведения, схему лабораторной установки по графику проведения лабораторных работ.

2. Вычертить схемы опытов и таблицы для записей их результатов.

ДОПУСК К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

1. Для выполнения первой лабораторной работы допускаются студенты изучившие цель, порядок выполнения работы и подготовившие схемы опытов и таблицы для записи результатов.

2. Для выполнения последующей работы студенты должны сдать преподавателю оформленный отчет по выполненной предыдущей работе и подготовиться к выполнению последующей работе по графику.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Перед выполнением работы необходимо распределить обязанности между членами бригады.

2. Ознакомиться со схемой лабораторной установки, приборами и аппаратами на стенде.

3. убедившись, что лабораторная установка отключена от электрической сети, приступить к сборке схем.

4. После окончания сборки схемы необходимо тщательно проверить соединения в соответствии со схемой лабораторной установки и схемой опыта.

5. Собранную схему следует предъявить преподавателю для получения разрешения на выполнения опытов.

6. Опыты следует производить в соответствии с порядком выполнения работы, приведенным в данном пособии.

7. При включении напряжения на стенд вводным выключателем необходимо следить за показаниями электроизмерительных приборов, которые помогают своевременно обнаружить неисправность. Отсутствие показаний вольтметра или амперметра указывают на неправильное их подключение или неправильное соединение элементов схемы.

8. При выполнении опытов необходимо следить, чтобы величины измеряемых параметров не выходили за пределы их номинальных данных.

9. После окончания опытов следует отключить вводной выключатель, но электрическую цепь не разбирать пока преподаватель проверит результаты опытов.

ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТОВ

1. Результаты опытов в виде таблиц и графиков должны быть проверены преподавателем.

2. После проверки и утверждения преподавателем полученных результатов лабораторная работа считается выполненной.

ОФОРМЛЕНИЕ И СДАЧА ОТЧЕТА

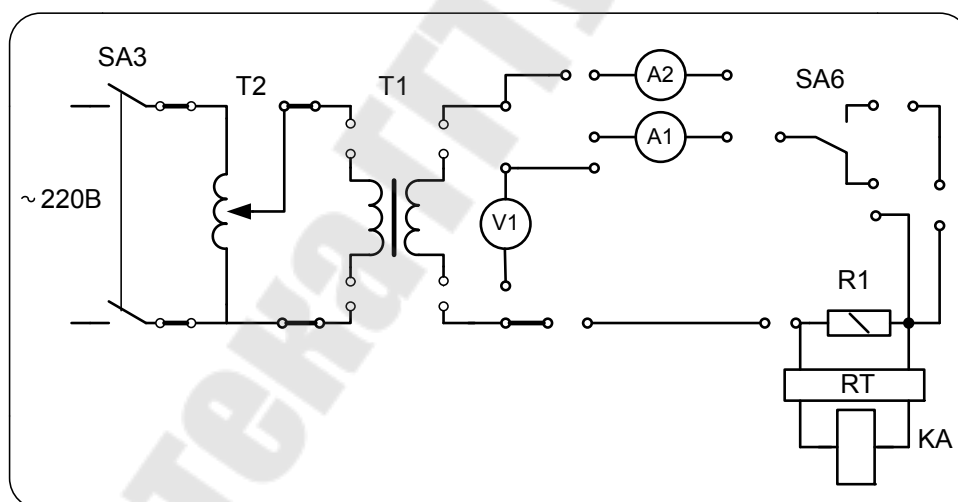
1. Отчет по лабораторной работе каждый студент выполняет в соответствии со структурой утвержденной преподавателем.

2. При защите отчета по лабораторной работе студенты должны пояснить цель работы, полученные данные результатов выполнения работы, ответить на контрольные вопросы.

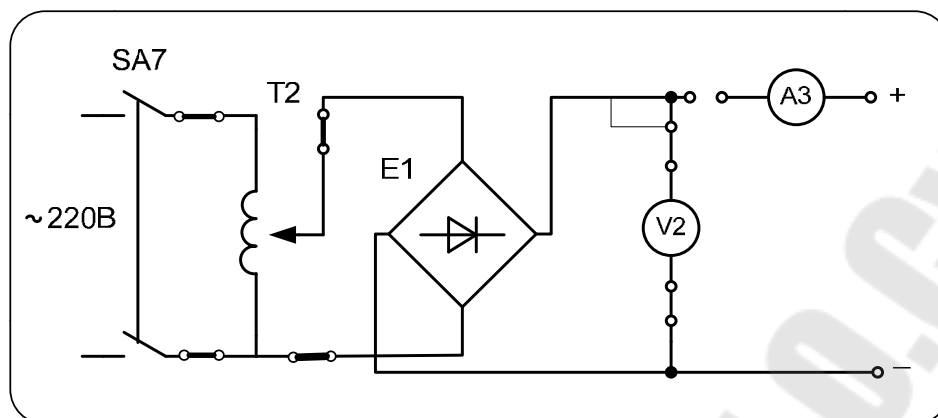
ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА

Лабораторная установка состоит из отдельных блоков:

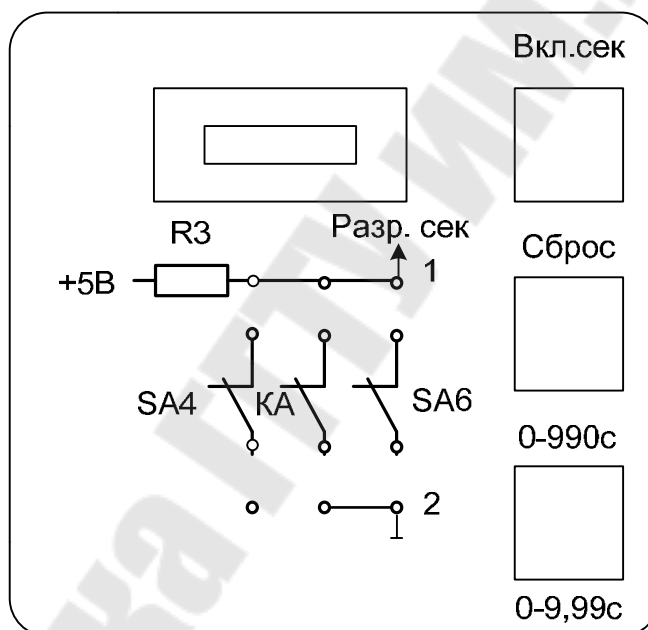
1. Блок испытания аппаратов на переменном токе



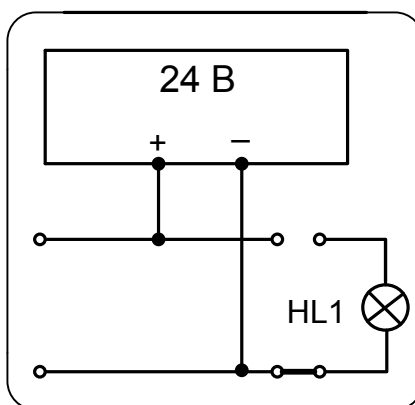
2. Блок испытания аппаратов на постоянном токе



3. Электрический секундомер



4. Блок сигнализации



Лабораторная работа 1

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТОРОВ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1.1. Цель работы

1.1.1. Ознакомиться с техническими данными и изучить конструкцию контакторов и магнитных пускателей переменного тока.

1.1.2. Исследовать магнитные пускатели переменного тока.

1.2. Основные теоретические сведения

Контакторы - это коммутационные аппараты, предназначенные для частых включений и отключений электрических цепей при нормальных режимах работы. Контакторы применяются в цепях напряжения до 500В переменного тока и 600В постоянного тока.

Контакторы подразделяют на:

электромагнитные, которые срабатывают при помощи электромагнита;

постоянного тока - линейные и ускорения;

переменного тока промышленной частоты;

переменного тока повышенной частоты (до 10 кГц).

Контакторы, служащие для замыкания или размыкания электрических цепей, называют линейными, а контакторы, служащие для закорачивания отдельных ступеней пускового реостата, - ускорения.

Основные узлы любого электромагнитного контактора:

электромагнитный механизм,

главные контакты,

дугогасительное устройство,

вспомогательные контакты.

Принцип действия контакторов заключается в следующем: при подаче напряжения на обмотку электромагнита якорь притягивается. Подвижный контакт, связанный с якорем, замыкает или размыкает главную цепь. Дугогасительная система обеспечивает быстрое гашение дуги. Вспомогательный блок-контакт используется для согласования работы контактора с другими аппаратами.

Тяговая характеристика электромагнита переменного тока близко подходит к противодействующей характеристике, в результате, контакторы переменного тока обладают высоким коэффициентом возврата (0,6...0,7), что дает возможность осуществить защиту объекта от падения напряжения.

Промышленностью выпускаются следующие основные серии контакторов переменного тока:

контакторы серии КТ на номинальные токи 75, 150, 300 и 600А и номинальные напряжения 380В и 500В.

контакторы серии КИ - предназначены в основном для установки в магнитных пускателях на токи 60, 100 и 150А и напряжением 380В.

Контакторы выполняют свои функции удовлетворительно, если напряжение на зажимах катушки:

$$U = (0,85...1.1)U_{ном} \quad (1.1)$$

Снижение напряжения ниже $0,85.U_{ном}$ уменьшает силу, удерживающую якорь, в результате чего при некотором напряжении отпадения, происходит отрыв якоря от полюсов. Наименьшее напряжение, при котором происходит включение контактора, называют напряжением срабатывания, а их отношение называют коэффициентом возврата.

$$Kв = \frac{U_{омн}}{U_{сп}}, \quad (1.2)$$

Механической характеристикой контактора называют зависимость механических противодействующих сил от величины рабочего зазора,

Противодействующие силы в электромагнитных контакторах создаются с помощью пружин.

Магнитный пускатель - это контактор переменного тока, предназначенный для дистанционного управления и защиты от понижения напряжения питающей сети асинхронных двигателей малой и средней мощности.

Основным узлом магнитного пускателя, как контактора, является электромагнит переменного тока, приводящий в действие систему с контактами.

Обычно в магнитных пускателях применяют трех полюсный контактор переменного тока, имеющий три главных замыкающих контакта и от одного до четырех вспомогательных, блокировочных контактов.

В кожух магнитного пускателя, кроме контактора, часто встраивается тепловое реле, выполняющее токовую защиту с выдержкой времени, зависящей от величины тока.

Выбор магнитного пускателя и контакторов производится:

по номинальному напряжению сети:

по току нагрузки;

по мощности двигателя исполнительного механизма;

по режиму работы;
по числу включений в час;
по номинальному напряжению контактов аппарата;
по времени включения и отключения.

1.3. План работы

1.3.1. Изучить устройство, назначение контакторов и магнитных пускателей и их систем.

1.3.2. Для исследования свойств магнитного пускателя переменного тока ПМЛ-110 с номинальным напряжением катушки 110В, 50Гц необходимо собрать схему согласно рис. 1.1.

Включить стенд, затем включить источник питания 24В и далее ЛАТР. Увеличивая величину подаваемого напряжения контролировать показания приборов и зафиксировать их в момент, когда якорь втянется в катушку. Зафиксировать величину резко изменившегося тока. Затем довести напряжение до номинальной величины 110В и вновь замерить ток в катушке. Затем уменьшать напряжение до момента отпускания якоря. Зафиксировать величину тока и напряжения в этот момент (в моменты переключения регулятора напряжения придерживать пальцем кнопку якоря пускателя, обеспечивая его притянутое положение на момент кратковременного обесточивания катушки). Данные занести в табл. 1.1. Повторить опыт несколько раз. Во избежание перегрева катушки пускателя не допускать длительной работы катушки с невтянутым якорем, а также необходимо делать паузу между опытами.

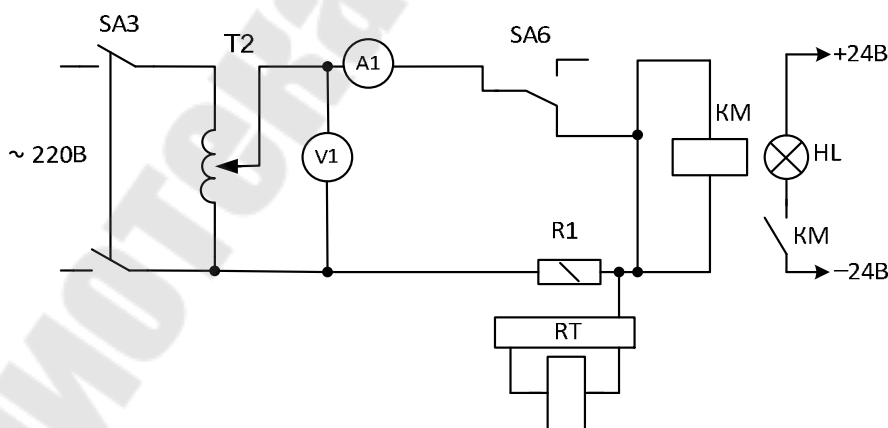


Рис. 1.1. Схема исследования электромагнитного пускателя с номинальным напряжением катушки 110 В

Результаты опыта

Напряжения срабатывания, В					
Ток при не втянутом якоре в опыте на включение, А					
Ток при втянутом якоре в опыте на включение, А					
Напряжение возврата, В					

1.3.3. Произвести расчет параметров пускателя:
 коэффициент возврата;
 кратность пускового тока к номинальному;
 номинальную активную мощность;
 номинальную полную мощность катушки;
 пусковая полная мощность катушки.

1.3.4. Для исследования свойств магнитного пускателя переменного тока ПМЛ с номинальным напряжением катушки 220 В, 50Гц необходимо собрать схему согласно рис. 1.2.

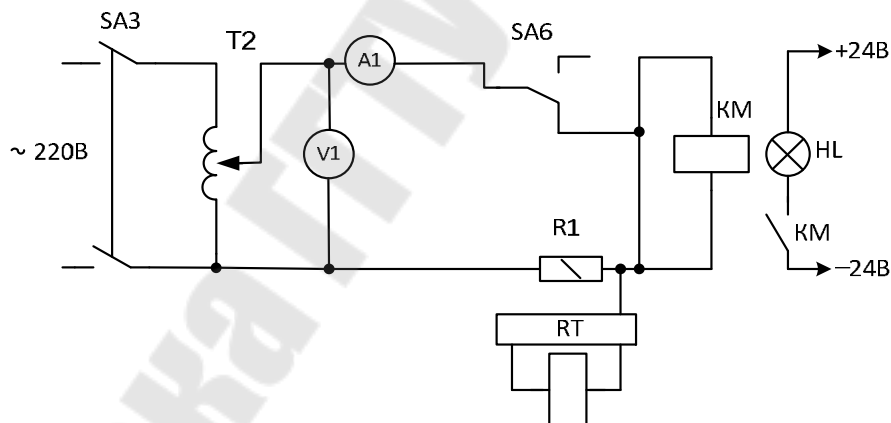


Рис. 1.2. Схема исследования электромагнитного пускателя серии ПМЛ с номинальным напряжением катушки 220В

Далее работа выполняется аналогично приведенной выше. Включить стенд, затем включить источник питания 24В и далее ЛАТР. Увеличивая величину подаваемого напряжения контролировать показания приборов и зафиксировать их в момент, когда якорь втянется в катушку. Зафиксировать величину резко изменившегося тока. Затем довести напряжение до номинальной величины 220В и вновь замерить ток в катушке. Затем уменьшать напряжение до момента отпускания якоря (в моменты переключения регулятора напряжения придерживать пальцем кнопку якоря пускателя, обеспечивая

его притянутое положение на момент кратковременного обесточивания катушки). Зафиксировать величину тока и напряжения в этот момент. Данные занести в табл. 1.1. Повторить опыт несколько раз. Во избежание перегрева катушки пускателя не допускать длительной работы катушки с не втянутым якорем, а также необходимо делать паузу между опытами. Результаты опыта занести в табл. 1.2. и произвести расчеты, как и в предыдущем опыте.

Таблица 1.2

Результаты опыта

Напряжения срабатывания, В					
Ток при не втянутом якорем в опыте на включение, А					
Ток при втянутом якорем в опыте на включение, А					
Напряжение возврата, В					

1.3.5. Для исследования свойств промежуточных реле постоянного тока с номинальным напряжением катушки 24В необходимо собрать схему согласно рис. 1.3.

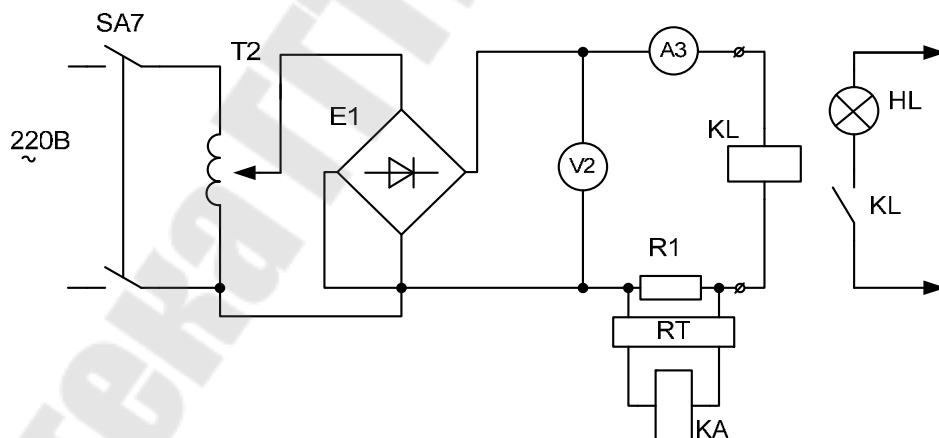


Рис. 1.3. Схема исследования электромагнитного реле РП-21

Далее работа выполняется аналогично приведенной выше (напряжение, подаваемое на катушку реле изменяется регулятором напряжения). Результаты измерений занести в табл. 1.3 и произвести расчеты, как и в предыдущем опыте (кроме номинальной и пусковой полной мощности).

Таблица 1.3

Результаты опыта

Напряжение срабатывания, В					
Ток при не втянутом якоре в опыте на включение, А					
Ток при втянутом якоре в опыте на включение, А					
Напряжение возврата, В					

1.3.6. Определить зависимость тока, потребляемого катушкой контактора, пускателя от величины воздушного зазора. Величина зазора меняется за счет немагнитных прокладок, помещаемых в рабочий зазор магнитной системы пускателя, контактора. Опыт провести для разных толщин немагнитных прокладок. Результаты опытов занести в таблицу 1.4.

Таблица 1.4

Результаты опыта

Толщина прокладки, мм						
Ток, потребляемый катушкой, А						

1.4. Контрольные вопросы

1. Назначение контакторов и магнитных пускателей.
2. Конструкции контакторов и магнитных пускателей.
3. Назначение теплового реле в магнитном пускателе.
4. Начертить схему управления пуском асинхронного двигателя с помощью магнитного пускателя.

Лабораторная работа 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАВКИХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

2.1. Цель работы:

1. Ознакомиться с конструкцией и техническими данными низковольтных предохранителей типов ПР-2, ПН-2, ПНД-2, ПРС, НПН-60.

2. Снять времятоковую характеристику плавкой вставки и сравнить с расчетной.

2.2. Основные теоретические сведения.

Плавкими предохранителями называют электрический аппарат, который при токе, большем заданной величины, размыкает электри-

ческую цепь путем расплавления плавкой вставки, непосредственно нагретой током до расплавления.

Предохранители можно классифицировать по степени закрытия плавкой вставки на:

предохранители с полузакрытым патроном;

предохранители с закрытым патроном, - в которых отсутствует выброс пламени дуги при перегорании плавкой вставки.

Предохранители с закрытым патроном могут быть с наполнителем и без него. В предохранителях с наполнителем дуга гасится в порошкообразном наполнителе, а в предохранителях без наполнителя вследствие высокого давления газов в патроне.

Материалы для плавких вставок должны иметь малое удельное сопротивление, небольшую температуру плавления и, кроме того, должны быть стойкими к окислению.

В современных предохранителях для плавких вставок обычно применяются медь, цинк, серебро.

Медь по сравнению с цинком имеет малое удельное сопротивление, что позволяет применять плавкие вставки небольшого сечения. Однако медь имеет весьма высокую температуру плавления (около 1083°C) и подвержена окислению.

Серебро, как и медь, имеет малое удельное сопротивление и, кроме того, не окисляется, что обуславливает высокую стабильность пограничных токов серебряных вставок. Температура плавления серебра - 961°C .

В предохранителях с медными или серебряными вставками при небольших токах перегрузки возможен значительный нагрев патрона предохранителя и его разрушение. Одним из способов снижения температуры плавления вставки является применение металлургического эффекта, когда на медную или серебряную вставку напаивают шарики из металла с низкой температурой плавления (олово, свинец). При нагреве от тока перегрузки шарик плавится и растворяет в себе металл вставки, что приводит в конечном счете к изменению сечения вставки и ее расплавлению в этом месте. Металлургический эффект способствует заметному снижению времени перегорания вставок при небольших токах перегрузки.

К достоинствам цинковых вставок следует отнести, помимо невысокой температуры плавления (419°C), неизменность их сечения при эксплуатации.

Основными параметрами предохранителей являются:

номинальный ток патрона - максимальный ток, при котором токоведущие и контактные части нагреваются не выше допустимой температуры;

номинальный ток вставки - длительный рабочий ток, при котором плавкая вставка не должна перегорать;

предельный ток отключения предохранителя.

Полное время отключения цепи предохранителем складывается из времени нагрева вставки до плавления, времени перехода из твердого состояния в жидкое (плавление) и времени горения (гашения дуги):

$$t_{откл} = t_{нагр} + t_{пл} + t_{дуги} \quad (2.1)$$

Зависимость полного времени отключения цепи плавким предохранителем от тока называют времятоковой характеристикой, или защитной характеристикой.

Предохранитель будет защищать объект лишь в том случае, если его защитная характеристика располагается несколько ниже защитной характеристики, защищаемого объекта при любом значении тока в цепи (рис. 2.1).

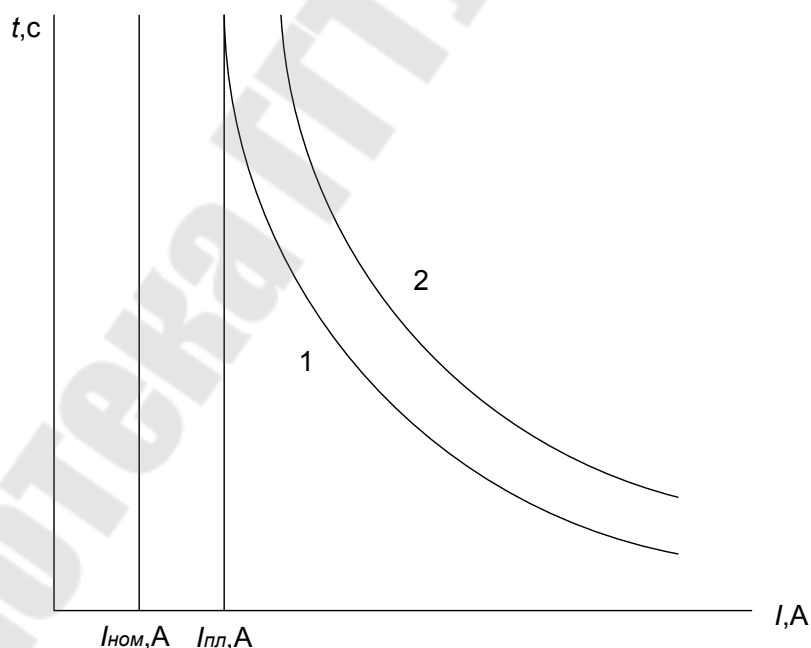


Рис. 2.1. Защитная характеристика плавкого предохранителя: 1 - характеристика предохранителя; 2 - характеристика объекта.

Крутизна защитной характеристики предохранителя определяет быстрдействие срабатывания предохранителя а, следовательно, надежность защиты.

Величина тока, при котором вставка предохранителя не перегорает в течение длительного времени, называют пограничным током.

Номинальный ток плавкой вставки должен быть меньше пограничного тока.

Для обычных предохранителей отключение 5-10 - кратного тока происходит примерно за время 0,5-0,1с, а 1,5-2 - кратного тока – за 20-50с.

Для цепей, требующих большего быстродействия защиты, созданы специальные быстродействующие предохранители (серия ПНБ), которые отключают 5-10 - кратный ток за время не более 0,01с, а 1,5-2 -кратный ток - за 10с.

В некоторых случаях требуется, наоборот, повышенная инерционность срабатывания предохранителя, например для защиты асинхронных двигателей с прямым пуском. Для таких цепей имеются специальные инерционные предохранители с двумя различными плавкими вставками, что обуславливает двухступенчатый вид защитной характеристики с различной крутизной.

Каждый тип предохранителя изготавливают на определенный номинальный наибольший ток, а плавкие вставки к нему, делают на несколько значений номинального тока. Так, например, предохранитель на номинальный ток 60А снабжают плавкими вставками на токи 15, 20, 25, 35, 45 и 60 А.

Выбор предохранителя производится:

по номинальному напряжению сети производится по условию:

по длительному расчетному току линии:

по условиям пуска асинхронных двигателей:

$$I_{\text{ном. пл. вст}} = \frac{I_{\text{пуск}}}{\alpha}, \quad (2.2)$$

где α - коэффициент, зависящий от условий пуска;

если предохранитель стоит в линии, питающей сразу несколько асинхронных электродвигателей пусковой ток

$$I_{\text{кр}} = I_{\text{пуск max}} + \sum I_{\text{ном гр}} \quad (2.3)$$

где - расчетный кратковременный ток группы электродвигателей, А

2.3. План работы

2.3.1. Изучить теоретические сведения и конструкции низковольтных предохранителей по имеющимся образцам, плакатам и справочной литературе.

2.3.2. Снять времятоковую характеристику медной круглой вставки для различных сечений вставок.

Для снятия данной характеристики необходимо собрать схему рисунок 2.2.

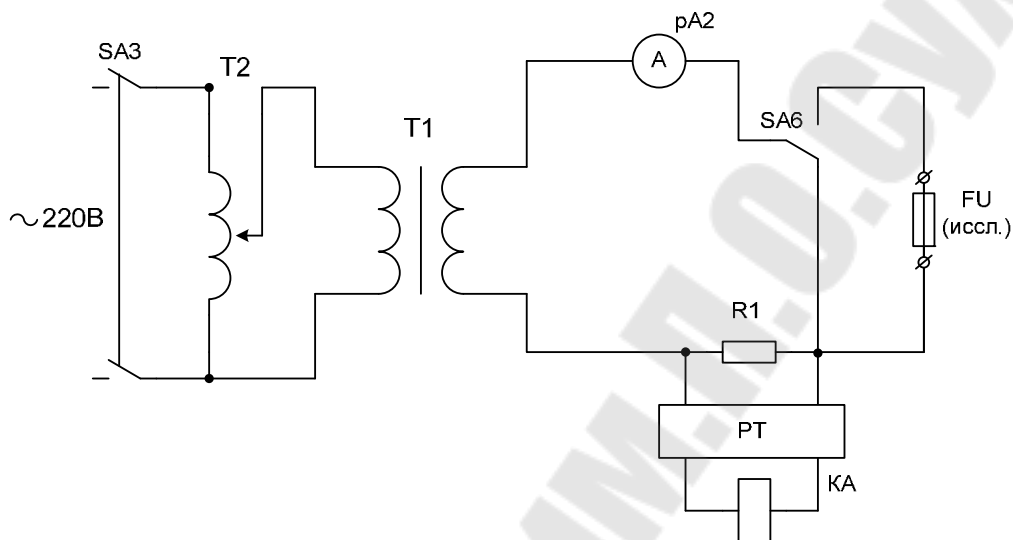


Рис. 2.2. Схема исследования плавкого предохранителя

В держатель предохранителя установить плавкую вставку на 0,5...1,0 А (при отсутствии последних рекомендуется напаять отрезки одножильного медного провода необходимого сечения, на неисправную плавкую вставку). Включить секундомер тумблером «Вкл. СЕК» При ненулевых показаниях секундомера произвести сброс одноименной кнопкой. Тумблер SA6 должен находиться в нижнем положении, при котором ток нагрузки через предохранитель не протекает. Включить тумблером ЛАТР и постепенно увеличивая напряжение, подаваемое на понижающий трансформатор Т1 установить необходимую величину тока. Зафиксировать показания приборов. Затем тумблером SA6 переключить цепь на исследуемый предохранитель Пр. Секундомер начнет отсчет и остановится при перегорании нити предохранителя. Записать показания секундомера и затем обнулить индикаторы кнопкой «Сброс». Повторить опыт при различных величинах тока.

Данные занести в табл. 2.1. и рассчитать температуру плавления по формуле:

$$t_{пл} = \frac{S^2}{I^2} 10^5, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.4)$$

где S - сечение вставки, мм²; I - значение устанавливаемого тока по шкале, А.

2.3.3. По данным опыта п.2.3.2 построить в одном масштабе времятоковые характеристики, сравнить их и сделать выводы.

Таблица 2.1

Результаты опыта

Ток нагрузки, А				
Показание секундомера, с				
Расчетная температура плавления, °С				

2.4. Контрольные вопросы

1. Назначение предохранителей.
2. Требования к материалу для плавких вставок.
3. Назначение металлургического эффекта в предохранителях.
4. Особенности работы предохранителя при "пограничном" токе.
5. Основные параметры предохранителей.
6. Схема включения предохранителей в защищаемую цепь

Лабораторная работа 3

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

3.1. Цель работы

1. Изучить устройство, конструкции и принцип действия автоматических выключателей, применяемых в системах электроснабжения и в электроприводах.

3.2. Основные теоретические сведения

Автоматический воздушный выключатель (автомат) - аппарат, предназначенный для автоматического размыкания электрических цепей.

Как правило, автоматические выключатели выполняют функции защиты при коротких замыканиях, перегрузках, снижении или исчезновении напряжения, изменения направления передачи мощности или тока.

Независимо от назначения, автоматы состоят из следующих основных узлов:

- контактной системы;
- дугогасительной системы;
- привода;
- механизма свободного расцепления расцепителей;
- коммутатора с блок-контактами.

Контактная система автоматов должна находиться под током не отключаясь весьма длительное время и быть способной выключать большие токи короткого замыкания. Широкое распространение получили двухступенчатые (главные и дугогасительные) и трехступенчатые (главные, промежуточные и дугогасительные) контактные системы.

Дугогасительная система должна обеспечивать гашение дуги больших токов короткого замыкания в ограниченном объеме пространства. Задача дугогасительного устройства заключается в том, чтобы ограничить размеры дуги и обеспечить ее гашение в малом объеме. Распространение получили камеры с широкими щелями и камеры с дугогасительными решетками.

Привод в автомате служит для включения автомата по команде оператора.

Отключение автоматов осуществляется отключающими пружинами.

Механизм свободного расцепления предназначен:

исключить возможность удерживать контакты автомата во включенном положении (рукояткой, дистанционным приводом) при наличии ненормального режима работы защищаемой цепи;

обеспечить моментальное отключение, т.е. не зависящую от операторов, рода и массы привода скорость расхождения контактов.

Механизм представляет собой систему шарнирно-связанных рычагов, соединяющих привод включения с системой подвижных контактов, которые связаны с отключающей пружиной. Механизм свободного расцепления позволяет автомату отключаться в любой момент времени, в том числе и в процессе включения, когда включающая сила воздействует на подвижную систему автомата.

При отключении автомата первыми размыкаются главные контакты и весь ток перейдет в параллельную цепь дугогасительных контактов с накладками из дугостойкого материала. На главных контактах дуга не должна возникать, чтобы они не обгорели. Дугогасительные контакты размыкаются, когда главные контакты расходятся на значительное расстояние. На них возникает электрическая дуга, которая выдувается вверх и гасится в дугогасительной камере.

Расцепители - элементы, контролирующие заданный параметр цепи и воздействующие через механизм свободного расцепления на отключение автомата при отклонении заданного параметра за установленные пределы.

В зависимости от выполняемых функций защиты расцепители бывают:

токовые максимальные мгновенного или замедленного действия;

напряжения - минимальное, для отключения автомата при снижении напряжения ниже определенного уровня;

обратного тока - срабатывает при изменении направления тока;

тепловые - работают в зависимости от величины тока и времени его протекания (применяются обычно для защиты от перегрузок)

комбинированные - срабатывают при сочетании ряда факторов.

Блокировочные контакты служат для производства переключения в цепях

Управления блокировки, сигнализации в зависимости от коммутационного положения автомата.

Вспомогательные контакты выполняются нормально открытыми (замыкающие) и нормально закрытыми (размыкающие).

Номинальный ток, защищающего от перегрузки электромагнитного теплового или комбинированного расцепителя автоматов выбирается по длительному расчетному току линии; ток срабатывания (отсечки) электромагнитного расцепителя I_{cp} определяется из соотношения:

$$I_{cp} = 1,25I_{кр}, \quad (3.1)$$

где $I_{кр}$ - максимальный кратковременный ток линии, который при отвлечении к одиночному электродвигателю равен его пусковому току.

Автоматические выключатели серии А3700 рассчитаны на напряжение до 440В постоянного тока и до 660В переменного тока и номинальную силу тока 160, 250, 400 и 630А. Уставки токов срабатывания выключателей составляют десятикратную величину их номинальных токов. Серийно изготавливаются также автоматические выключатели типов АЕ2000 на номинальный ток до 100А; АК63 на номинальный ток до 63А; А63 на номинальный ток до 25А и более новые серии ВА.

3.3. План работы

3.3.1 Для исследования свойств автоматического выключателя серии ВА необходимо собрать схему рис. 3.1. Автоматический выключатель с электромагнитным расцепителем.

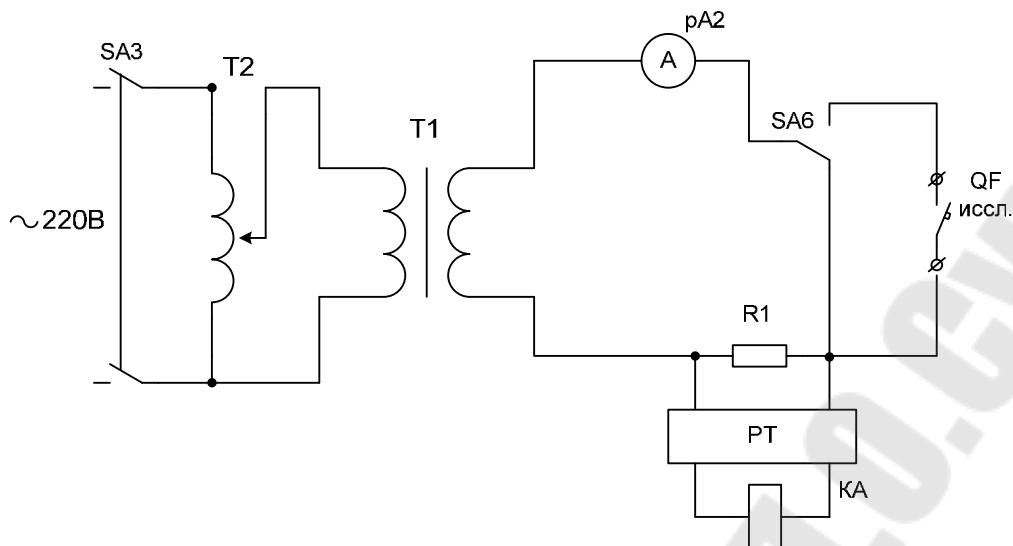


Рис. 3.1. Схема исследования автоматического выключателя серии ВА

3.3.2. Включить ЛАТР и плавно увеличивая ток нагрузки через автомат, добиться срабатывания максимальной защиты. Зафиксировать показания амперметра. Затем вернуть регулятор напряжения в положение MIN и установить рычаг выключателя в положение "0". Далее вновь включить автомат и повторить опыт несколько раз. Показания прибора А1 занести в таблицу 3.1.

Таблица 3.1

Результаты опыта

Значение тока уставки	Значение тока нагрузки, при котором срабатывает автомат							

3.4. Контрольные вопросы

1. Назначение воздушных выключателей.
2. Понятие о времени срабатывания автомата.
3. Основные узлы автоматов и их назначение.
4. Функции и виды расцепителей.
5. Принцип гашения дуги в автоматическом выключателе.
6. Вид характеристики теплового расцепителя.

Лабораторная работа 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЛЕ

4.1. Цель работы

1. Ознакомиться с конструкциями тепловых реле.

2. Изучить принцип действия тепловых реле.

4.2. Основные теоретические сведения

При незначительных длительных перегрузках в электродвигателях, электромагнитах и других токоприемниках, возникающих при возрастании момента сопротивления на рабочем органе машины или за счет витковых замыканий в обмотках, протекает ток, превышающий допустимое значение на 20...50%. Такой режим работы приводит к перегреву обмоток и электродвигателя в целом, а следовательно, к преждевременному выходу его из строя. Для защиты электрооборудования от таких перегрузок служат тепловые реле, которые включают последовательно в контролируемую цепь.

Тепловые реле работают в цепях переменного и постоянного тока. Их используют как самостоятельно, так и в составе магнитных пускателей.

Основным элементом теплового реле является биметаллическая пластина.

Нагрев биметаллического элемента может производиться за счет тепла, выделяемого в пластине током нагрузки. Очень часто нагрев биметалла производится от специального нагревателя, по которому протекает ток нагрузки.

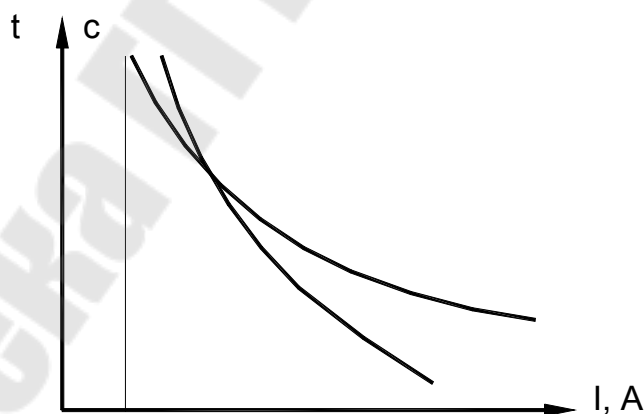


Рис. 4.1. Время-токовая характеристика электротеплового реле

Лучшие характеристики получаются при комбинированном нагреве, когда пластина нагревается за счет тепла, выделяемого специальным нагревателем, также обтекаемым током нагрузки.),

Прогибаясь, биметаллическая пластина своим свободным концом воздействует на контактную систему, обеспечивая срабатывание реле.

Основной характеристикой теплового реле является зависимость времени срабатывания от тока нагрузки (времятоковая характеристика имеющая вид на рис. 4.1).

Для обеспечения надежной защиты времятоковая характеристика реле должна проходить во всем диапазоне изменения токов перегрузки ниже время-токовой характеристики защищаемого оборудования, что достигается правильным выбором теплового реле по току.

Реле изготавливают одно-, двух- и трехфазного исполнения (типов РТ, ТРВ, ТРА, ТРН, ТРП и РТЛ) на различные токи от 0,5 до 600А. Номинальный ток теплового реле является его максимально допустимым током, а сменные тепловые элементы позволяют получить для каждого типоразмера реле от 4 до 12 номинальных токов уставки. При этом для каждого теплового элемента его ток уставки может изменяться (уменьшаться) специальным регулятором до 30% от номинального значения, а некоторые типы реле (ТРН) имеют предел регулирования.

Тепловые реле выбираются по номинальному току теплового элемента и номинальному току двигателя:

для двигателей, работающих в длительном режиме работы.

для двигателей, работающих в кратковременном режиме, тепловая защита нецелесообразна.

4.3. План работы.

4.3.1. В качестве исследуемого применяется реле ТРН-10 с номинальной уставкой тока 0,8 А. Для исследования необходимо собрать схему на рис. 4.2.

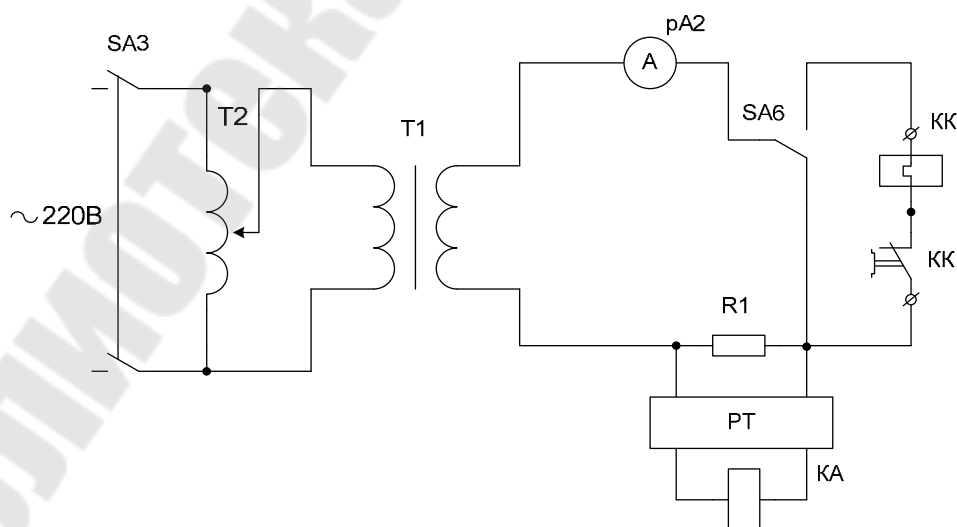


Рис. 4.2. Схема исследования электротеплового реле

Так как время срабатывания реле измеряется десятками секунд или минутами, то можно в качестве секундомера использовать наручные часы (при этом часть схемы с секундомером не нужна). Работу начинают с включения ЛАТРа и регулятором устанавливают необходимую величину тока нагрузки. Затем отключают ЛАТР, обнуляют показания секундомера и после паузы, необходимой для остывания теплового элемента реле вновь включают. Секундомер начинает отсчет и останавливается после срабатывания реле. Во избежание перегрева теплового элемента реле ЛАТР следует сразу отключить.

Перед повтором эксперимента необходимо сделать паузу для полного остывания теплового элемента реле и затем вернуть его в исходное состояние нажатием возвратной кнопки. Затем устанавливают другую величину тока нагрузки и повторяют выше приведенные действия. Данные, полученные по показаниям приборов, заносят в таблицу и строят зависимость времени срабатывания теплового реле от тока нагрузки.

Допускается дополнить схему лабораторной работы, встроив контакт магнитного пускателя с рабочим напряжением катушки 220В между выходом регулятора напряжения и первичной цепью понижающего трансформатора, а его катушку запитать от гнезд 220В в блоке ТРН через размыкающий контакт теплового реле (при этом SA2 нужно будет включить). Тем самым достигается автоматическое отключение нагрузки при срабатывании теплового реле. В цепь же секундомера взамен контакта теплового реле включается замыкающий контакт пускателя.

4.3.2. Снять времятоковую характеристику медной круглой вставки для различных сечений вставок.

4.3.3. По данным опыта п.4.3.2 построить в одном масштабе времятоковые характеристики, сравнить их и сделать выводы.

Таблица 3.1

Результаты опыта

Ток нагрузки, $I_{ном}$, А				
Показание секундомера t , с				
Расчетная температура плавления $t_{пл}$, °С				

4.4. Контрольные вопросы

1. Какие виды биметаллических пластин применяются в тепловых реле?
2. Как регулируется ток срабатывания теплового реле с непосредственным и косвенным нагревом?
3. Как зависит величина прогиба пластины от ее длины и толщины?

Лабораторная работа 5 ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЕ МАКСИМАЛЬНОГО ТОКА

5.1. Цель работы

1. Ознакомиться с конструкциями электромагнитного реле максимального тока.

2. Произвести проверку и снятие основных характеристик реле максимального тока.

5.2. Основные теоретические сведения

Плавкие предохранители - простые, но не совершенные аппараты защиты. Изменение уставки срабатывания возможно только ступенчатое путем замены патронов, а регулирование времени срабатывания вообще невозможно. В этом отношении более совершенным аппаратом токовой защиты электрических приемников и цепей являются максимальные токовые реле.

Максимальным токовым реле называют реле, реагирующее на увеличение тока в защищаемой цепи. С помощью таких реле осуществляются максимальные токовые защиты, отключающие электроустановки при сверхтоках, возникающих при перегрузках и коротких замыканиях.

Устройство одного из видов реле максимального тока представлено на рис. 5.1.

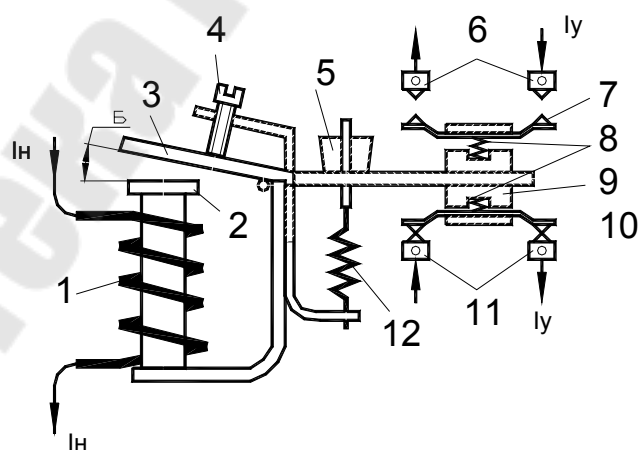


Рис. 5.1. Схема реле максимального тока

Катушку 1 включают последовательно в контролируемую цепь с током нагрузки I_n . Когда этот ток достигает величины заданного тока срабатывания, при котором электромагнитная сила в зазоре становится

ся выше противодействующей силы пружины 12, якорь 3 притягивается к полюсному наконечнику 2. Происходит размыкание контактов 10 - 11 и замыкание контактов 6,7. Подвижные контакты 7 и 10 закреплены на якоре 3 с помощью пластмассовых колодок 9. Сила нажатия в контактах создается пружинами 8.

Ток срабатывания электромагнитного реле можно регулировать изменением числа витков катушки 1. Силу натяжения возвратной пружины 12 изменяют с помощью гайки 5 и рабочего воздушного зазора, который устанавливают с помощью винта 4. Диапазон регулирования тока срабатывания таких реле достигает четырех и настраивается бесступенчато, что весьма важно для достижения высокой точности работы. Время срабатывания электромагнитного токового реле обычно не превышает 0,03с при и 0,1с при. На таком принципе работают и реле минимального ток, а также реле минимального и максимального напряжения. Максимальные токовые релеэлектромагнитного принципа действия могут работать в цепях как переменного, так и постоянного тока.

Минимальный ток, при котором срабатывает реле, называют током срабатывания

Максимальный ток, при котором якорь реле возвращается в исходное положение, называют током возврата $I_{в}$.

Отношение тока возврата к току срабатывания реле называют коэффициентом возврата

$$K_{в} = \frac{I_{уст}}{I_{ср}}, \quad (5.1)$$

Коэффициент возврата всегда меньше единицы: чем ближе $K_{в}$ к единице, тем выше чувствительность максимальной токовой защиты.

К группе электромагнитных токовых реле относится токовое реле типа РТ-40. Все реле РТ-40 имеют один замыкающий и один размыкающий контакты. У реле серии РТ-40 коэффициент возврата не менее 0,85 на первой уставке (минимальной) и не менее 0,8 на остальных уставках шкалы.

Время срабатывания при токе в катушках реле равно и 0,03с при и выше.

Потребляемая мощность при токе находится в пределах 0,2...0,8 ВА. Причем меньшую величину имеют реле с уставкой до 2А, большую величину – реле с уставкой до 200А.

При защите асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором ток уставки реле максимального тока выбирается по пусковому току двигателя:

$$I_{уст} = (2,25 \dots 2,5) I_{ном дв.} \quad (5.2)$$

Схема включения токовых электромагнитных реле приведена на рис. 5.2.

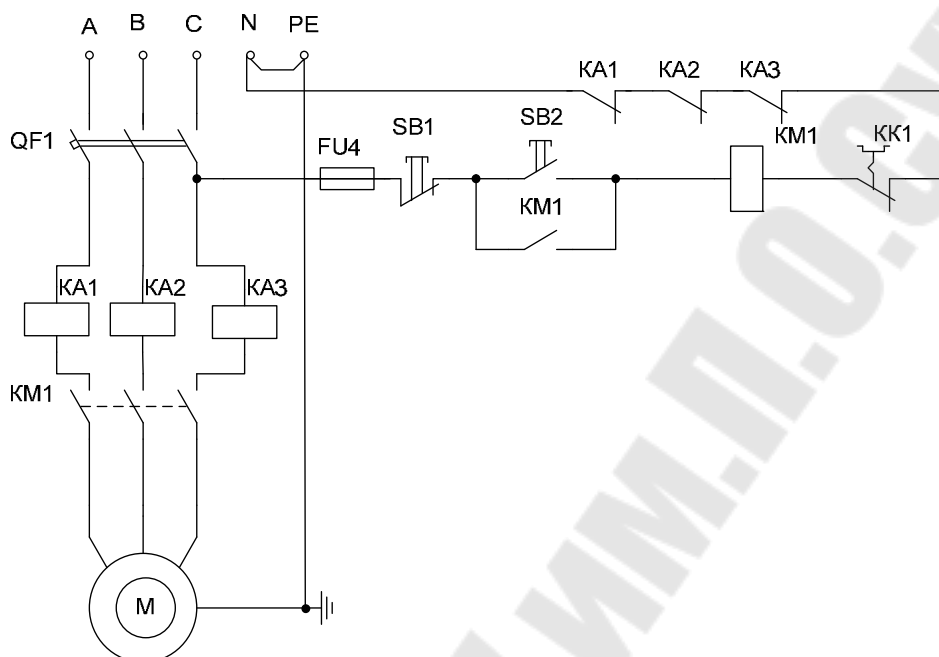


Рис. 5.2. Схема включения электродвигателя в сеть с токовым реле

5.3. План работы

5.3.1. Собрать схему для исследования реле максимального тока типа РТ-40 (рис. 5.3.).

Установить требуемую величину тока уставки $I_{уст.}$, перемещая регулятор реле. Включить стенд, затем включить источник питания 24В одноименным тумблером. Включить регулятор напряжения и увеличивать ток нагрузки до момента срабатывания реле максимального тока (индикатор погаснет), зафиксировать величину тока срабатывания. Затем уменьшить величину тока до момента отпускания реле (индикатор вновь загорится). Зафиксировать показания амперметра. Повторить опыт несколько раз при одном значении тока уставки и затем также при других величинах тока уставки. Данные занести в табл. 5.1. Вычислить среднее значение тока срабатывания и тока возврата и определить коэффициент возврата.

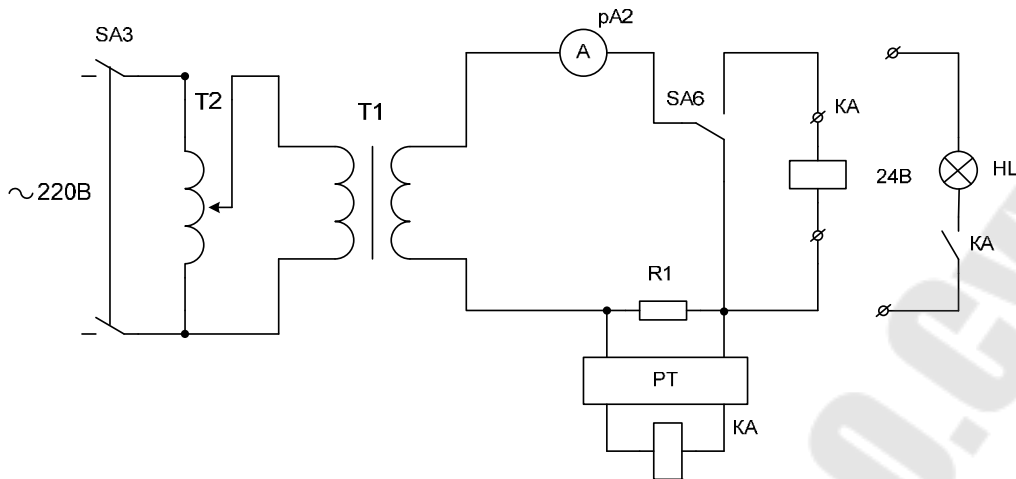


Рис. 5.3. Схема исследования токового реле

Таблица 5.1

Результаты опыта

$I_{уст}$	$I_{сп.}$			$I_{сп.сп.}$			$I_{воз.}$			$I_{воз.сп}$	K_B	%
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			

5.4. Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены максимальные токовые реле?
2. Каким образом регулируется ток срабатывания у электромагнитных максимальных токовых реле?
3. Почему коэффициент возврата у реле меньше единицы?
4. Рассказать принцип действия реле максимального тока.
5. Рассказать принцип действия схемы включения реле максимального тока для защиты асинхронного двигателя от токов короткого замыкания.

Лабораторная работа 6

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

6.1. Цель работы

1. Изучить конструкцию и принцип действия электромагнитного реле времени.
2. Освоить способы настройки реле времени на заданную выдержку времени.
3. Исследовать влияние напряжения на работу реле времени.

6.2. Основные теоретические сведения.

Электромагнитное реле времени обеспечивает выдержку времени с момента подачи сигнала управления на реле времени и моментом замыкания или размыкания его контактов.

Временем срабатывания электромагнитного реле времени называют время, проходящее с момента замыкания цепи катушки до полного притяжения якоря или, наоборот, с момента отключения катушки от сети до полного отпадания якоря. В первом случае время срабатывания называют временем срабатывания на включение, а во втором случае - временем срабатывания на отключение.

Время срабатывания как при включении, так и при отключении состоит из двух составляющих:

первая составляющая, называемая временем трогания, определяет собой: при включении - время, протекающее с момента замыкания цепи катушки до начала трогания якоря; при отключении - время, с момента размыкания цепи катушки до начала отпускания якоря;

вторая составляющая - время движения якоря до полного его притяжения (при включении) или до полного отпадания (при отключении).

Замедленное срабатывание электромагнита, как при включении, так и отключении от сети может быть осуществлено увеличением времени трогания или движения. В первом случае замедление достигается с помощью магнитного демпфирования, во втором - с помощью механического демпфирования.

Для притяжения или отпускания якоря электромагнитного реле необходимо наличие в магнитной системе определенной величины магнитного потока. Необходимая величина потока достигается не сразу после включения или отключения реле от сети, а через определенный промежуток времени. Замедляя нарастание (при включении) или спад (при отключении) магнитного потока, можно изменять время притяжения или отпускания якоря. Способы воздействия на скорость изменения магнитного потока в магнитопроводе при включении или отключении реле и носят название магнитного демпфирования.

Все способы магнитного демпфирования основаны на использовании магнитных потоков, создаваемых вихревыми токами, которые появляются в массивных деталях магнитной системы реле при изменении основного магнитного потока. При включении они будут уменьшать скорость возрастания потока в магнитопроводе, а при отключении - скорость спадания потока.

Очевидно, эффективность этого метода будет тем больше, чем больше абсолютная величина основного потока. Поэтому метод магнитного демпфирования дает заметное замедление при отключении

электромагнита, когда воздушные зазоры малы и величина основного потока велика.

С целью усиления магнитного демпфирования электромагниты, предназначенные для получения выдержек времени, дополняются специальными, короткозамкнутыми катушками, охватывающими магнитопровод. Короткозамкнутая катушка, называемая демпфирующей, обычно исполняется в виде массивной гильзы (медной или алюминиевой) или отдельных коротких втулок, которые насаживаются на магнитопровод.

Применение коротких втулок позволяет получать различные выдержки времени при включении в зависимости от их места расположения на сердечнике. Так, при расположении демпфирующих втулок у торца сердечника (вблизи рабочего воздушного зазора) выдержка времени при включении будет больше, чем при их расположении у основания сердечника. Это объясняется тем, что в первом случае в первоначальные моменты времени после включения электромагнита втулки будут охватываться практически полным магнитным потоком и в них будут наводиться большие вихревые токи. Во втором же случае (расположение втулок у основания сердечника) вначале после включения магнитный поток будет замыкаться через якорь по воздуху от корпуса к сердечнику, минуя замедляющую втулку со всеми вытекающими из этого последствиями - малыми вихревыми токами и, следовательно, малыми выдержками времени. При отключении электромагнита месторасположение втулок не имеет большого значения, так как и в том и в другом случае втулки охватываются одинаковым магнитным потоком.

Грубое ступенчатое регулирование выдержки времени можно производить путем изменения толщины немагнитной прокладки, установленной на торце якоря. Толщина прокладки, не сказываясь практически на величине установившегося магнитного потока при замкнутом якоре, изменяет индуктивность системы и тем самым влияет на скорость изменения потока. С увеличением толщины прокладки скорость изменения потока возрастает и выдержка времени уменьшается и, наоборот, с уменьшением толщины прокладки скорость изменения потока уменьшается, а выдержка времени возрастает. Толщина прокладки берется от 0,1 мм и выше.

Плавный способ регулирования выдержки времени заключается в изменении натяжения отжимной пружины.

Оба способа позволяют изменять выдержку времени от нескольких десятых долей секунды до нескольких секунд с относительной погрешностью не более 10%.

Реле времени ВЛ выпускают:
напряжение 36, 110, 127, 220, 240, 380, 400, 440, 500В (50Гц или 60Гц);

ток, коммутируемый контактами, до 4А;

диапазон регулирования выдержки времени от 0,4 до 180 с;

разброс характеристик 15%;

мощность, потребляемая катушкой 40 ВА;

количество и исполнение контактов в зависимости от исполнения реле.

6.3. План работы

6.3.1. Изучить конструкцию и принцип действия реле времени ВЛ-69.

6.3.2. Для исследования свойств реле времени ВЛ-69 необходимо собрать схему согласно рис. 6.1. Тумблер SA4 служит для одновременного запуска электронного секундомера и самого реле времени.

После включения стенда схема готова к пуску. Произвести включение схемы тумблером SA4. Секундомер будет производить отсчет времени до момента срабатывания реле времени. Занести показания секундомера в табл. 6.1, выключить тумблер SA4, обнулить показания секундомера и повторить опыт при различных уставках времени (устанавливается переключателями на лицевой панели реле времени ВЛ-69).

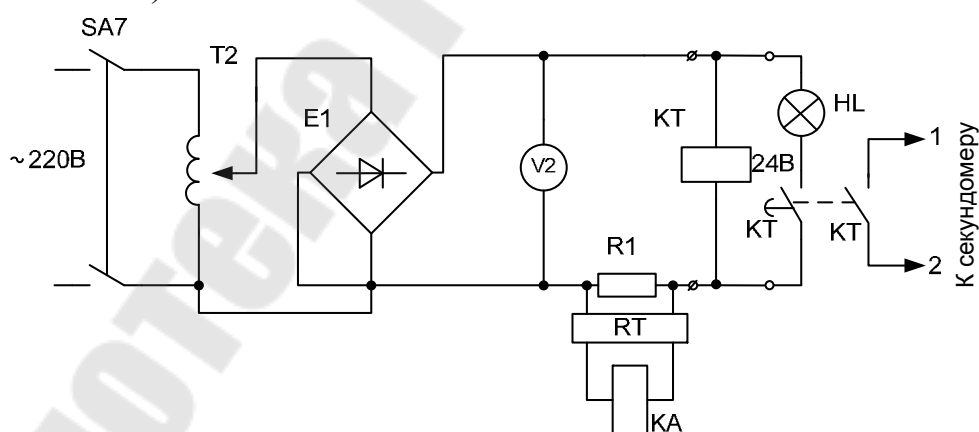


Рис. 6.1. Схема исследования электронного реле времени серии ВЛ-69

Таблица 6.1

Результаты опыта

Уставка времени, с					
Время срабатывания, с					
Погрешность срабатывания, с					
Относительная погрешность, %					

6.3.3. По результатам измерений произвести расчет погрешности срабатывания реле времени по выражению:

$$\Delta t = t_{уст} - t_{ср} \quad (6.1)$$

Рассчитать относительную погрешность по формуле:

$$\Delta = \frac{t_{ср}}{t_{уст}} 100, \% \quad (6.2)$$

Определить среднюю относительную погрешность по формуле:

$$\Delta_{ср} = \frac{t_{ср}}{n} \quad (6.3)$$

где n - число измерений.

6.3.4. Произвести измерения и расчеты по п.п. 6.3.2 и 6.3.3 при пониженном напряжении питания катушки реле времени ВЛ. Данные измерений занести в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Результаты опыта

Уставка времени, с					
Время срабатывания, с					
Погрешность срабатывания, с					
Относительная погрешность, %					

6.4. Контрольные вопросы

1. Что такое время трогания электромагнита?
2. В чем заключается принцип магнитного демпфирования?
3. С какой целью магнитопровод реле времени изготовлен цельным из материала с малым удельным сопротивлением и малой

коэрцитивной силой?

4. Каково назначение массивной гильзы?

5. Каким образом можно регулировать выдержку времени срабатывания реле времени?

Лабораторная работа 7

ИССЛЕДОВАНИЕ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

7.1. Цель работы

1. Изучить принцип действия тиристорных регуляторов напряжения.

2. Исследовать схему управления тиристорного регулятора напряжения.

3. Исследовать свойства тиристорного как электрического аппарата.

7.2. Основные теоретические сведения

Схема тиристорного регулятора напряжения приведена на рис.

7.1.

Силовая часть представляет собой тиристорную пару, в которой тиристоры включены встречно. Управление величиной напряжения на нагрузке (вольтметр $V1$), а следовательно и током нагрузки (амперметр $A1$) достигается управлением угла отпирания тиристоров. При этом осциллограмма, снимаемая с нагрузки, имеет вид, представленный на рис. 7.2. При $\alpha = \pi$ тиристоры практически закрыты и на нагрузке нет напряжения, а при α равно нулю полностью открыты и напряжение на нагрузке имеет вид полных полуволн и соответствует максимальному значению, получаемому от выпрямителя.

Управление углом отпирания тиристоров осуществляет схема управления, формирующая синхронизированные с сетевым напряжением импульсы управления, передаваемые на управляющие электроды тиристоров через импульсные трансформаторы, позволяющие произвести гальваническую развязку силовых цепей преобразователя от цепей управления. Синхронизация импульсов управления с сетевым напряжением достигается путем формирования в блоке ГОИ из пониженного синусоидального напряжения импульсов пилообразной формы (рис. 7.3).

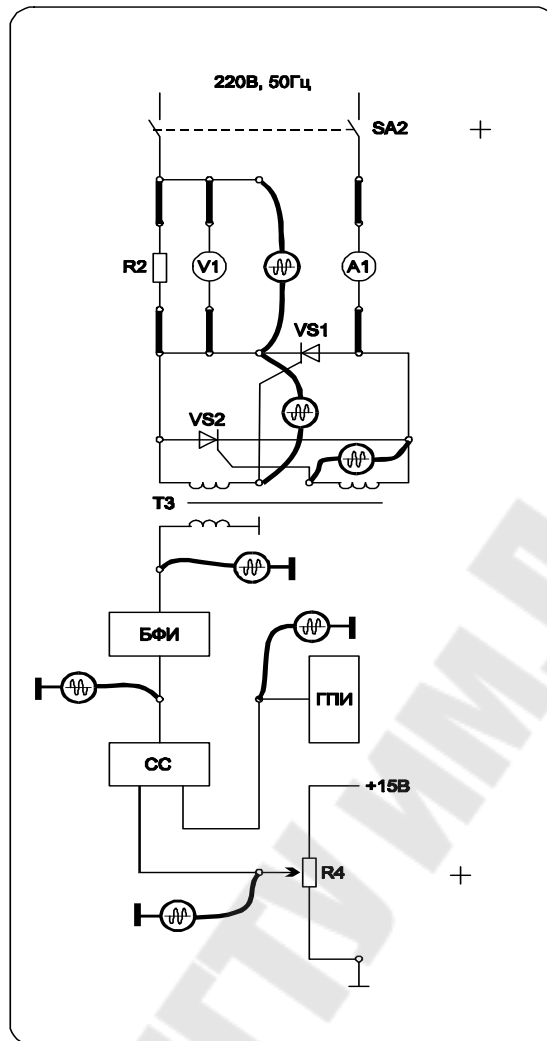


Рис. 7.1. Схема исследования тиристорного регулятора напряжения

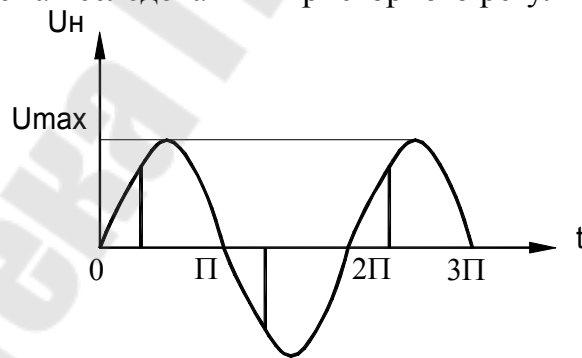


Рис. 7.2. Осциллограмма на нагрузке

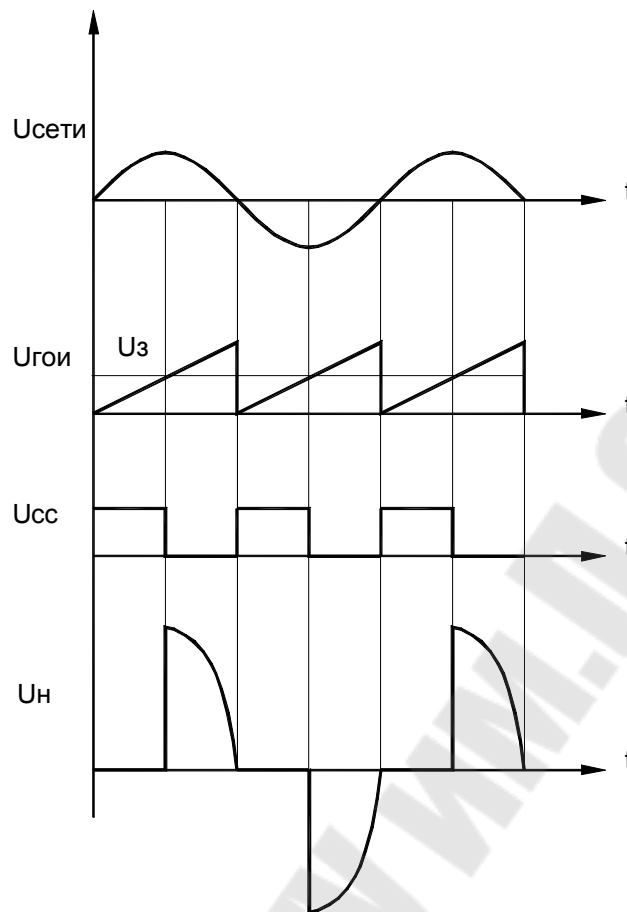


Рис. 7.3. Осциллограмма тиристорного регулятора напряжения

Последние поступают в блок сравнения СС, равно как и напряжение задания, снимаемое с потенциометра R4. В результате сравнения этих величин блок СС формирует прямоугольные импульсы, скважность которых зависит от положения движка потенциометра R4, что показано на рис. 7.3. Последние и управляют углом отпирания тиристорov, преобразуясь в блоке БФИ для передачи через обмотки импульсного трансформатора ТЗ.

7.3. План работы

7.3.1. Соберите схему согласно рис. 7.1.

7.3.2. Включите сетевой выключатель SA1, проверьте наличие напряжения в сети по свечению индикаторной лампы. Затем включите напряжение питания ТРН тумблером SA2.

7.3.3. Снять осциллограммы сигналов на выходе блоков ГОИ, СС, БФИ и на нагрузке в нескольких положениях потенциометра R4, в том числе при минимальном и максимальном напряжении на нагрузке (точки подключения осциллографа показаны на рис.7.1, подключение осциллографа к нагрузке следует производить через делитель напряжения). Напряжение на движке R4 измерять тестером либо

осциллографом. По осциллограммам определите соответствующие углы отпираания тиристорov.

7.3.4. Снимите регулировочную характеристику тиристорного регулятора напряжения $U_{ном} = f(U_3)$.

7.3.5. Для 2-3-х значений U_3 по двум точкам снимите выходные характеристики $U_{ном} = f(I_{ном})$.

7.3.6. По окончании опыта отключить тумблер SA2 и сетевой выключатель SA1.

7.4. Контрольные вопросы

1. Рассказать принцип действия тиристорного регулятора напряжения.

2. Рассказать принцип действия системы управления тиристорным регулятором напряжения.

3. С какой целью применяется гальваническая развязка силовых и управляющих цепей?

4. Для чего необходима синхронизация управляющих импульсов с сетевым напряжением?

Лабораторная работа 8

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

8.1. Цель работы

1. Изучить устройство, конструкцию и принцип действия дифференциального выключателя (устройства защитного отключения УЗО).

2. Исследовать дифференциальный выключатель (УЗО) с применением прибора MRP-120

8.2. Основные теоретические сведения

Устройства защитного отключения (УЗО) следует применять в электроустановках зданий и сооружений, включая жилые и общественные здания в качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током в случае прямого прикосновения к токоведущим частям, либо металлическим корпусам электроустановок, оказавшихся под потенциалом относительно «земли». Устройство защитного отключения предназначается для защиты от косвенного прикосновения, когда человек касается корпуса электроприемника, оказавшегося под напряжением вследствие повреждения изоляции; защиты от прямого прикосновения, когда человек непосредственно

касается фазного провода источника питания; защита от пожара, который может возникнуть из-за чрезмерных токов утечки.

На основании [11] защита от поражения электрическим током следует применять в электроустановках зданий и сооружений, включая жилые и общественные здания, УЗО в качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током в случае прямого прикосновения к токоведущим частям, либо металлическим корпусам электроустановок, оказавшихся под потенциалом относительно «земли». Устройство защитного отключения предназначается для защиты от косвенного прикосновения, когда человек касается корпуса электроприемника, оказавшегося под напряжением вследствие повреждения изоляции; защиты от прямого прикосновения, когда человек непосредственно касается фазного провода источника питания; защита от пожара, который может возникнуть из-за чрезмерных токов утечки.

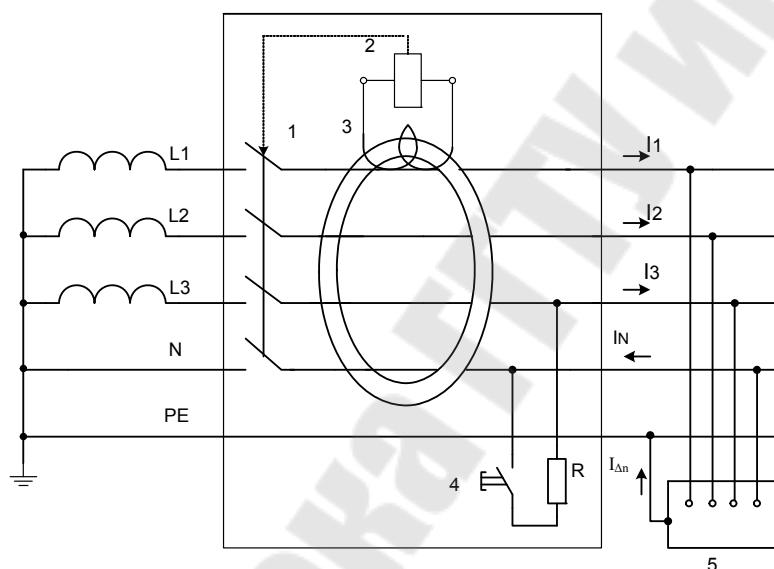


Рис. 8.1. Схема включения УЗО в сеть TN-S:

1 – исполнительный механизм; 2 – блок управления (усилитель); 3 – датчик дифференциального тока (дифференциальный трансформатор); 4 – кнопка тест-контроль;

Согласно стандарта, нормируются следующие параметры УЗО:

Номинальное напряжение ($U_{ном}$) – действующее значение напряжения, при котором обеспечивается работоспособность УЗО

$$U_{ном} = 220, 380 \text{ В}$$

Номинальный ток нагрузки ($I_{нагр}$) – значение тока, которое УЗО может пропускать в продолжительном режиме работы

$$I_{\text{нагр}} = 6; 10; 16; 25; 40; 63; 80; 100; 125 \text{ А}$$

Номинальный отключающий дифференциальный ток ($I_{\Delta\text{НОМ}}$) – значение дифференциального тока, которое не вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации

$$I_{\Delta\text{НОМ}} = 0,006 \text{ А (6 мА); } 0,01 \text{ А (10 мА); } 0,03 \text{ А (30 мА); } \\ 0,1 \text{ А (100 мА); } 0,3 \text{ А (300 мА); } 0,5 \text{ А (500 мА).}$$

Номинальный неотключающий дифференциальный ток ($I_{\Delta\text{НОМ}0}$) – значение дифференциального тока, которое не вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации

$$I_{\Delta\text{НОМ}0} = 0,5 \cdot I_{\Delta\text{НОМ}} \quad (8.1)$$

Предельное значение неотключающего сверхтока ($I_{\text{м}}$) (сверхток – любой ток, который превышает номинальный ток нагрузки) – минимальное значение неотключающего сверхтока при симметричной нагрузке двух и четырехполюсных УЗО или несимметричной нагрузке четырехполюсных УЗО

$$I_{\text{м}} = 6 \cdot I_{\text{НОМ}} \quad (8.2)$$

Выбор номинального отключающего дифференциального тока

Первое условие, которое необходимо учитывать при проектировании дополнительной дифференциальной защиты от поражения электрическим током [14] это значение номинального неотключающего дифференциального тока $I_{\Delta\text{НОМ}0}$, т.е. такого дифференциального тока, при котором и ниже которого УЗО не срабатывает равно $0,5 I_{\Delta\text{НОМ}}$. Тогда зона уверенного срабатывания УЗО будет находиться в диапазоне от $0,5 I_{\Delta\text{НОМ}}$ до $1,0 I_{\Delta\text{НОМ}}$.

Второе условие связано с необходимостью отстройки отключающего дифференциального тока $I_{\Delta\text{НОМ}}$ от естественных (фоновых) токов утечки, величина которых не должна превышать $\frac{1}{3} I_{\Delta\text{ин}}$, т.е. значение фонового тока утечки не должно приближаться к порогу срабатывания УЗО – $0,5 I_{\Delta\text{НОМ}}$ [5].

Исходя из этих двух условий, можно вычислить предельное значение расчетного тока нагрузки, при котором для дополнительной защиты электрических сетей допустимо применять УЗО с $I_{\Delta\text{НОМ}} = 30 \text{ мА}$.

Для электрической сети токарного станка с током нагрузки 31,5 А рассчитаем параметры и произведем выбор УЗО.

Согласно второму условию фоновый ток утечки не должен превышать значение $\frac{1}{3} I_{\Delta \text{ном}} = \frac{1}{3} \cdot 30 = 10 \text{ мА}$.

Расчетное значение фонового тока утечки от тока нагрузки равно

$$0,4 \cdot 31,5 = 12,6 \text{ мА}$$

Следовательно при токах нагрузки более 31,5 А фоновый ток утечки превысит значение 10 мА, что при уставке отключающего дифференциального тока 30 мА не допустимо.

Выбираем устройство защитного отключения на номинальный ток 31,5 А с током номинальным дифференциальным 30 мА.

8.3. Описание прибора MRP-120

Измеритель напряжения прикосновения и параметров устройства защитного отключения MRP-120 предназначен для измерения параметров УЗО, работающих на дифференциальном токе, а также измерение напряжения переменного тока.

Измеритель предназначен для работы на переменном напряжении 230В.

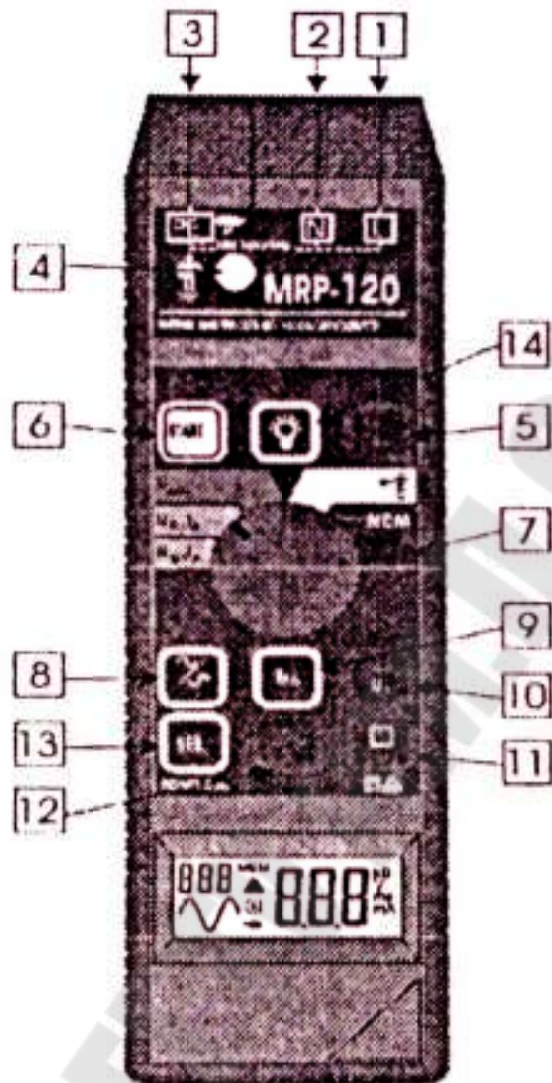


Рис. 8.1. Лицевая панель прибора MRP-120

- 1 – измерительное гнездо L ;
- 2 – измерительное гнездо N ;
- 3 – измерительное гнездо PE ;
- 4 – электрод;
- 5 – клавиш включения и выключения питания;
- 6 – клавиша начало цикла измерения;
- 7 – переключатель функций:
 R, t – измерение сопротивления и времени отключения УЗО;
 U, I – измерение напряжения прикосновения и тока отключения УЗО;
- 8 – клавиша выбор фазы дифференциального тока;
- 9 – клавиша выбор номинального значения дифференциального тока измеряемого УЗО;
- 10 – клавиша выбор значения безопасного напряжения;

11 – клавиша выбор измерения УЗО общего типа или селективного;

12 – клавиша внесение результатов измерения в память или очистка памяти;

13 – клавиша считывание очередного компонента результатов измерения.

8.4. Порядок измерения

8.4.1. Измерение напряжения прикосновения и тока отключения УЗО

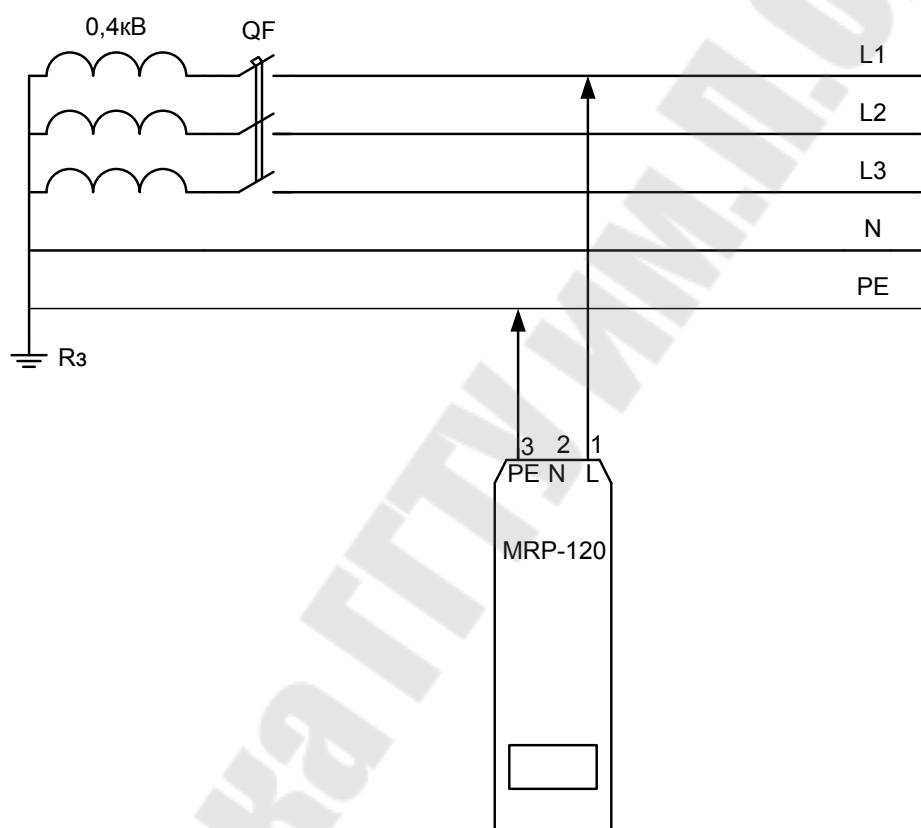


Рис. 8.2. Схема подключения прибора для измерения оборудования оснащенного УЗО

выполнить подключение L , N и PE электрооборудования в соответствии с рис. 8.2;

при помощи переключателя выбрать функцию измерения U_B , I_A ;

при помощи клавиши 11 выбрать селективный или неселективный выключатель УЗО;

при помощи клавиши 10 выбрать значение безопасного напряжения;

при помощи клавиши 9 выбрать номинальное значение выключателя дифференциального тока УЗО;

при помощи клавиши 8 выбрать начальную фазу тестового тока;
 при нажатии клавиши 6 производится измерение U_B результат выводится на основное считывающее поле;

при повторном нажатии клавиши 6 производится измерение тока I_A . При отключении УЗО в основном поле будет высвечено значение тока отключения.

Опыт проделать три раза с перерывом в 5 минут, результаты записать в таблицу 8.1.

Таблица 8.1

Результаты опыта

Номер	1	2	3
Напряжение, В			
Ток, А			

8.4.2. Определение правильности подключения защитного проводника PE

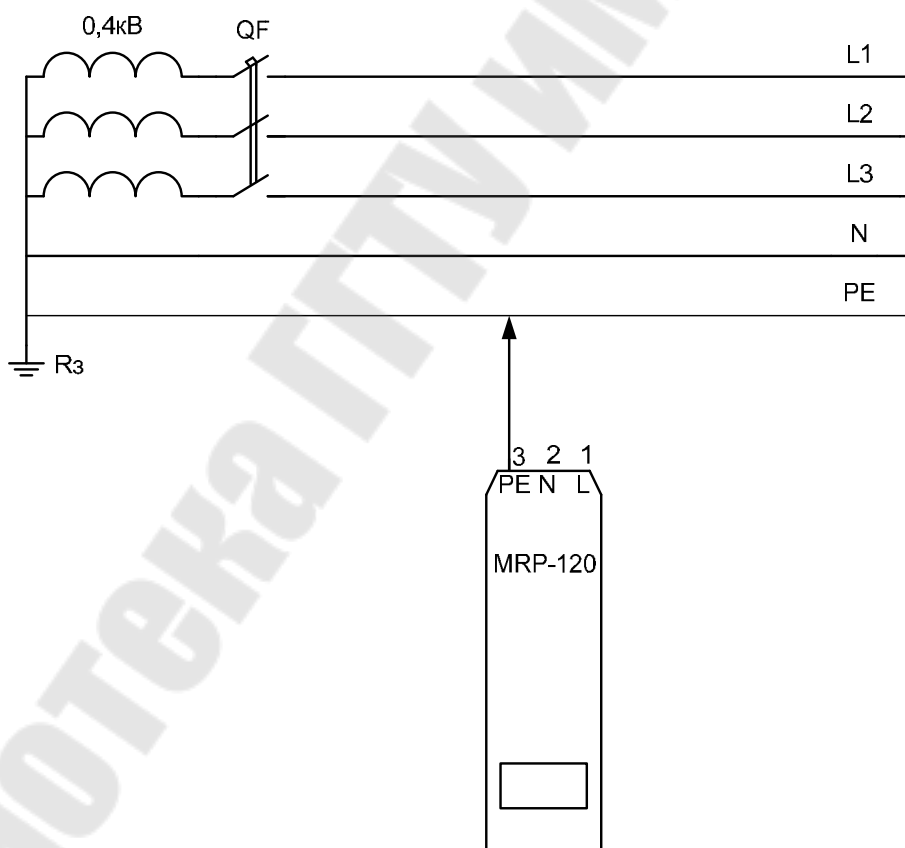


Рис.8.3. Схема определения правильности подключения защитного проводника

- выполнить соединение в соответствии с рис. 8.3;
- установить переключатель 7 в позицию 1;

- напряжение на РЕ менее 50 В прибор высвечивает 0 (подключение правильное);
- напряжение на РЕ больше 50 В прибор высвечивает символ РЕ (ошибка в оборудовании);
- опыт проделать три раза результаты измерения записать в таблицу 8.1.

8.4. Контрольные вопросы

1. Назначение устройства защитного отключения.
2. Понятие о времени срабатывания УЗО.
3. Основные узлы УЗО и их назначение.
4. Как выбрать УЗО по номинальному дифференциальному току?
5. Чем отличается дифференциальный выключатель от УЗО?
6. Вид защитной характеристики дифференциального выключателя.
7. Основные параметры УЗО.

Лабораторная работа 9

ИЗУЧЕНИЕ СХЕМ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

9.1 Цель работы

1. Изучить конструкцию, принцип действия электромагнитных пускателей.
2. Изучить назначение и схемы дистанционного управления с помощью электромагнитных пускателей.

9.2. Теоретические сведения

Электромагнитный пускатель (малогобаритный контактор). Коммутационный аппарат, предназначенный для управления и защиты электродвигателей переменного тока, разработанный на базе контакторов.

Электромагнитные пускатели с прямоходовой подвижной системой серии ПМЛ, ПМ12, ПМ15 широко применяются при управлении электродвигателями станков, механизмов и машин.

Электромагнитные пускатели имеют различное исполнение: не-реверсивные и реверсивные, с тепловым реле и без них, открытого, защищенного или пылебрызгозащищенного исполнения.

Электромагнитный пускатель должен устойчиво работать и не отключать установку при напряжении $0,85 \cdot U_{\text{ном}}$.

Структура условного обозначения электромагнитных пускателей серии ПМЛ

ПМЛ-1 2 3 4 5 6 7 8

ПМЛ – пускатель электромагнитный;

1 – Величина пускателя по номинальному току (1 – 10 А; 2 – 25 А; 3 – 40 А; 4 – 63 А; 5 – 80 А; 6 – 125 А; 7 – 200 А);

2 – Исполнение пускателей по назначению и наличию теплового реле (1 – нереверсивный без теплового реле; 2 – нереверсивный с тепловым реле; 5 – реверсивный без теплового реле с электрической и механической блокировками; 6 – реверсивный пускатель с тепловым реле с электрической и механической блокировками; 7 – пускатель «звезда – треугольник»);

3 – Исполнение пускателя по степени защиты и наличию кнопок;

4 – Количество контактов вспомогательной цепи;

5 – Сейсмическое исполнение пускателей;

6, 7 – Климатическое исполнение и категория размещения;

8 – Исполнение по износостойкости.

Пускатели предназначены для применения в качестве комплектующих изделий в схемах управления электроприводами, главным образом для применения в стационарных установках для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором при напряжении до 660 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц.

При наличии теплового реле пускатели осуществляют защиту управляемых электродвигателей от перегрузки недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз.

Для увеличения количества вспомогательных контактов пускатели допускают установку контактных приставок с набором замыкающих и размыкающих контактов.

Структура условного обозначения пускателей серии ПМ12

ПМ12-123 4 5 6 7 8 9

ПМ12 – обозначение серии;

123 – цифры, указывающие величину магнитного пускателя по номинальному току;

4 – исполнение по назначению и наличию теплового реле:

1 – нереверсивный без теплового реле;

2 – нереверсивный с тепловым реле;

5 – реверсивный без тепловых реле;

6 – реверсивный с тепловым реле;

- 5 – исполнение по степени защиты и наличию кнопок;
- 6 – количество и вид контактов вспомогательной цепи;
- 7 – климатическое исполнение;
- 8 – категория размещения;
- 9 – исполнение по износостойкости.

Схемы дистанционного управления асинхронными электродвигателями с помощью электромагнитных пускателей представлены на рис. 9.1 и 9.2.

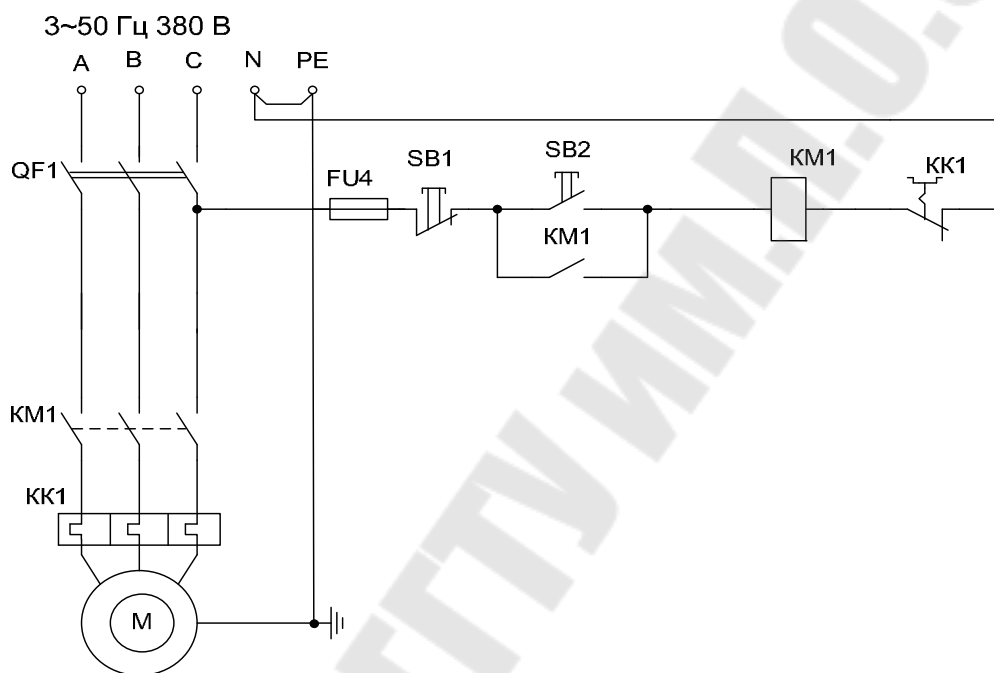


Рис. 9.1. Схема электрическая принципиальная управления асинхронным электродвигателем

Напряжение сети включается выключателем QS1, тем самым подается напряжение сети на силовую часть схемы и цепи управления.

Для включения электродвигателя необходимо нажать кнопку SB2. При этом катушка электромагнитного пускателя получает питание, пускатель срабатывает – замыкаются главные (силовые) контакты, которые подают напряжение сети на обмотку статора электродвигателя. Электродвигатель начинает вращение. Одновременно замыкаются вспомогательные замыкающие контакты, включенные параллельно контактам кнопки SB2, которые блокируют пусковую кнопку SB2 в результате катушка пускателя будет получать питание через замыкающие контакты пускателя KM1.

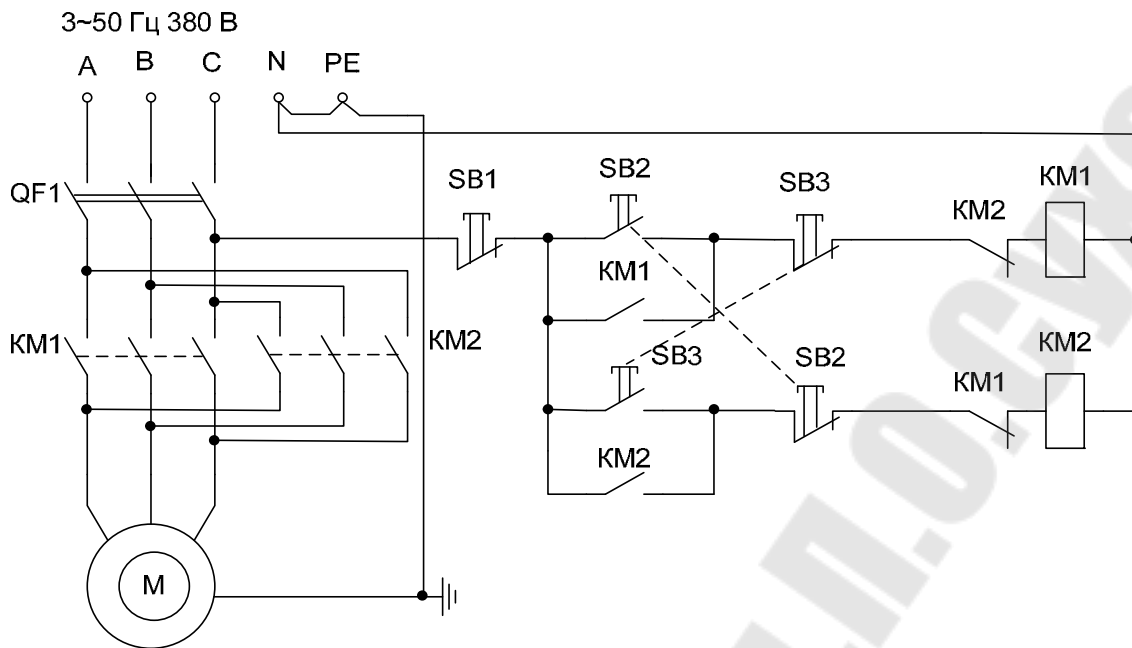


Рис. 9.2. Схема электрическая принципиальная реверсивного управления асинхронным электродвигателем

Для останова электродвигателя достаточно нажать стоповую кнопку SB1. Катушка электромагнитного пускателя теряет питание и пускатель отключается и отключает электродвигатель от сети.

Реверсивное управление асинхронными электродвигателями осуществляется изменением чередования фаз трехфазной электрической сети. Для реализации реверсивного управления потребуются два электромагнитных пускателя один из которых KM1 подключает напряжение сети к обмотке статора электродвигателя с чередованием фаз А-В-С, а второй KM2 изменяет чередование фаз в последовательности С-В-А.

9.3. Порядок выполнения работы

1. Собрать схему дистанционного управления асинхронным электродвигателем (рис. 9.1).
2. Включить автоматический выключатель QF1 и кнопками управления «пуск», «стоп» опробовать схему управления.
3. Проверить нулевую защиту, создав ситуацию исчезновения напряжения, а затем восстановления напряжения сети, произведя отключение автоматического отключения, а затем включение.
3. Собрать схему реверсивного управления асинхронным двигателем (рис. 9.2).
4. Включить автоматический выключатель QF1. Кнопкой управления SB2 включить электродвигатель в сеть с вращением вала ротора по часовой стрелке. Кнопкой управления «стоп» SB1 отключить

электродвигатель от сети. Кнопкой управления SB3 включить электродвигатель с вращение вала двигателя против часовой стрелки, выполнив режим реверсивного управления. Кнопкой SB1 «стоп» отключить электродвигатель от сети.

5. Показать на схеме блокировки, используемые в схеме реверсивного управления.

9.4. Контрольные вопросы

1. Назначение электромагнитных пускателей.
2. Для каких целей выполняется нулевая защита?
3. Какими элементами схемы управления реализуется нулевая защита?
4. Какие блокировки устраиваются в схемах реверсивного управления?
5. Что обеспечивает электрическая взаимная блокировка в схеме реверсивного управления?

Лабораторная работа 10

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ И ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

10.1. Цель работы

1. Изучить условия выбора электрических аппаратов.
2. Произвести расчет параметров и выбрать аппараты управления и защиты.

10.2. Теоретические сведения

Защита электроприемников и электрической сети

Согласно [1] для защиты электродвигателей от коротких замыканий (КЗ) должны применяться предохранители или автоматические выключатели. Номинальные токи плавких вставок предохранителей или автоматических выключателей должны выбираться таким образом, чтобы обеспечивалось надежное отключение КЗ на зажимах электродвигателя и вместе с тем, чтобы электродвигатели при номинальных для данной установки толчках тока (пиках технологических нагрузок, пусковых токах, токах самозапуска и т.п.) не отключались этой защитой. С этой целью для электродвигателей механизмов с легкими условиями пуска отношение пускового тока электродвигателя к номинальному току плавкой вставки должна быть не более 2,5, а для электродвигателей механизмов с тяжелыми условиями пуска (большая длительность разгона, частые пуски и т.п.) это отношение должно быть равным 1,6...2,0.

Электродвигатели должны иметь аппараты, защищающие их при междуфазном коротком замыкании, однофазном замыкании на корпус, перегрузке, понижении или исчезновении напряжения.

При защите электроприемников необходимо учитывать защиту и электрической сети. Согласно [1] электрические сети распределяются на две группы: 1) защищаемые от токов перегрузки и токов короткого замыкания; 2) защищаемые только от токов короткого замыкания.

Защита от коротких замыканий выполняется обязательно для всех электродвигателей (электроприемников) и электрических сетей.

Защита от перегрузки выполняется для электродвигателей продолжительного режима работы, за исключением случаев когда такая перегрузка маловероятна (электродвигатели вентиляторов, насосов и т. п.).

Для электродвигателей, работающих в повторнократковременном режиме, например, грузоподъемные механизмы, защита от перегрузки не выполняется.

Защите от перегрузки подлежат сети:

внутри помещений, проложенные открыто незащищенными изолированными проводниками и с горючей оболочкой;

внутри помещений, проложенные защищенными проводниками в трубах, в негораемых строительных конструкциях и т. п.;

осветительные в жилых, общественных и торговых помещениях, служебных, бытовых помещениях промышленных предприятий, включая сети бытовых и переносных электроприемников, а также в пожароопасных производственных помещениях;

в промышленных предприятиях, в жилых и общественных зданиях, в торговых помещениях, когда по условиям технологического процесса или режиму работы сети может возникать длительная перегрузка проводов и кабелей;

всех видов во взрывоопасных наружных установках независимо от условий технологического процесса или режима работы сети.

Все остальные сети не требуют защиты от перегрузки и защищаются только от токов короткого замыкания.

Аппараты, установленные для защиты от коротких замыканий и перегрузки, должны быть выбраны так, чтобы номинальный ток каждого из них $I_{\text{ном.з.а}}$ был не менее номинального тока электродвигателя (электроприемника) $I_{\text{ном}}$ или расчетного тока $I_{\text{расч}}$, рассматриваемого участка сети:

$$I_{\text{ном. з.а}} \geq I_{\text{ном}} (I_{\text{расч.}}), \quad (10.1)$$

где $I_{\text{ном}}$ – номинальный ток электродвигателя, определяемый по паспортным данным электродвигателя (электроприемника), А;

$I_{\text{расч}}$ – расчетный ток электроприемника, определяемый по формулам:

$$\text{для трехфазной сети с нулем} - I_{\text{расч}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cdot \cos\varphi};$$

$$\text{для однофазной сети} - I_{\text{расч}} = P_{\text{ном}} / U_{\text{ном}} \cos\varphi;$$

$$\text{для сети постоянного тока} - I_{\text{расч}} = P_{\text{ном}} / U_{\text{ном}}.$$

При выборе плавких вставок предохранителей для защиты электродвигателей и электрооборудования, во время включения которого возникает пусковой ток, необходимо учитывать, что по номинальному току плавкие вставки выбирать недостаточно, так как они могут сработать (перегореть) при пуске агрегата.

Условия выбора плавких вставок предохранителей

Для электродвигателей, работающих в продолжительном режиме, величина тока плавкой вставки $I_{\text{ном.пл.вст}}$ предохранителя должна удовлетворять условию:

$$I_{\text{ном.пл.вст}} \geq I_{\text{кр}} / \alpha, \quad (10.2)$$

где $I_{\text{кр}}$ – кратковременный ток группы электродвигателей (для одиночного электродвигателя $I_{\text{кр}} = I_{\text{пуск}}$), А;

α – коэффициент, учитывающий условия пуска и длительность пускового периода;

$\alpha = 2,5$ – условия пуска нормальные, время разгона более 2...2,5 до 5 с;

$\alpha = 1,6...2,0$ – условия пуска тяжелые, время разгона до 40 с (мощные вентиляторы, компрессоры, насосные установки, прессы, дробилки и другие технологические установки).

Максимальный кратковременный ток $I_{\text{кр}}$ для группы электродвигателей можно определить по выражению:

$$I_{\text{кр}} = I_{\text{пуск.мах}} + \sum I_{\text{ном}}, \quad (10.3)$$

где $I_{\text{пуск.мах}}$ – пусковой ток наибольшего по мощности электродвигателя в группе, А

$\sum I_{\text{ном}}$ – сумма номинальных токов группы электродвигателей, кроме тока номинального пускаемого электродвигателя в группе, А.

Пусковой ток асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором можно определить по формуле:

$$I_{\text{пуск}} = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}} \cdot I_{\text{ном.дв}}, \text{ А} \quad (10.4)$$

где $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$ – кратность пускового тока, определяется по техническим данным электродвигателей.

Выбор плавких вставок предохранителей для защиты асинхронных электродвигателей с фазным ротором рекомендуется производить по формуле:

$$I_{\text{ном.пл.вст.}} \geq (1,15 \dots 1,25) I_{\text{ном}} \quad (10.5)$$

Номинальный ток плавких вставок предохранителей для защиты линии к сварочному трансформатору определяется по формуле:

$$I_{\text{ном.пл.вст.}} \geq I_{\text{ном}} \cdot \sqrt{PB} \quad (10.6)$$

Одним из условий выбора предохранителей является обеспечение избирательности их действия (селективности защиты). Это обеспечивается тем, что время срабатывания плавких вставок, вышестоящих в цепи, предохранителей, например FU1...FU3 (рис.10.2), увеличивается на одну – две ступени по отношению к предохранителям, установленным ниже по схеме от пункта питания.

Пример 1 Выбрать плавкие предохранители серии ПН2 для защиты асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором серии 4А160S2У3 от токов короткого замыкания, включенного по схеме рис. 10.1.

Технические данные электродвигателя: $P_{\text{ном}} = 15 \text{ кВт}$; $I_{\text{ном}} = 28,5 \text{ А}$; $n_{\text{ном}} = 2940 \text{ об/мин}$; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 7,0$; условия пуска нормальные.

Решение: Выбор плавкой вставки предохранителя производится по условию 10.2 для этого необходимо определить пусковой ток

$$I_{\text{пуск}} = 28,5 \cdot 7 = 199,5 \text{ А}$$

$$I_{\text{ном.пл.вст.}} = 199,5/2,5 = 79,8 \text{ А}$$

Следовательно, условию 10.2 удовлетворяет плавкая вставка на номинальный ток $I_{\text{ном}} = 80 \text{ А}$, так как $80 \text{ А} > 79,8 \text{ А}$.

Запись выбранных предохранителей производится следующим образом: записывается тип предохранителя, ток номинальный основания (патрона), номинальный ток плавкой вставки, например, ПН2-100/80 А.

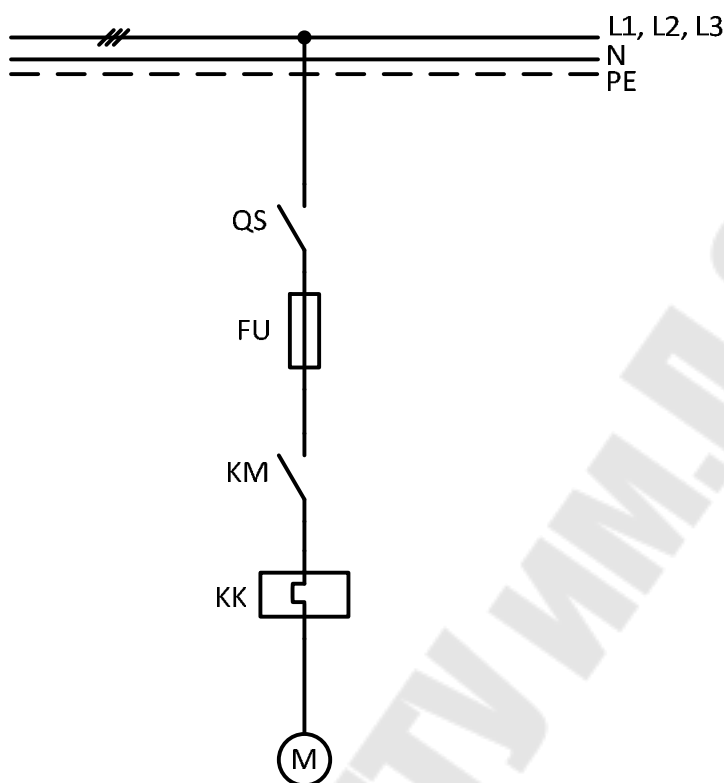


Рис. 10.1. Схема защиты ответвления к одиночному электродвигателю

Пример 2 Выбрать тепловое реле для защиты электродвигателя М (рис. 10.1) от перегрузки. Технические данные электродвигателя представлены в примере 1.

Решение: Ток номинальный электродвигателя равен 28,5 А, следовательно согласно условия 10.6 удовлетворяет тепловое реле серии РТЛ – 2053 на ток номинальный уставки 32 А с пределами регулирования тока уставки в диапазоне 23...32 А

$$32 \text{ А} > 28,5 \text{ А}$$

Условия выбора автоматических выключателей

Автоматические выключатели выбираются по двум условиям:

$$1. I_{\text{ном.т.р.}} \geq (1,15)I_{\text{ном}} ; \quad (10.7)$$

$$2. I_{\text{ср.э.м.р. (отсечка)}} \geq (1,15)I_{\text{пуск}} , \quad (10.8)$$

где $I_{\text{ном.т.р.}}$ – номинальный ток уставки теплового расцепителя, А;

$I_{\text{ср.э.м.р.}}$ (отсечка) – ток срабатывания электромагнитного расцепителя (отсечка), А.

Пример 3 Выбрать автоматический выключатель серии ВА для защиты электродвигателя М1 (рис.10.2). Технические данные электродвигателя приведены в таблице 10.1.

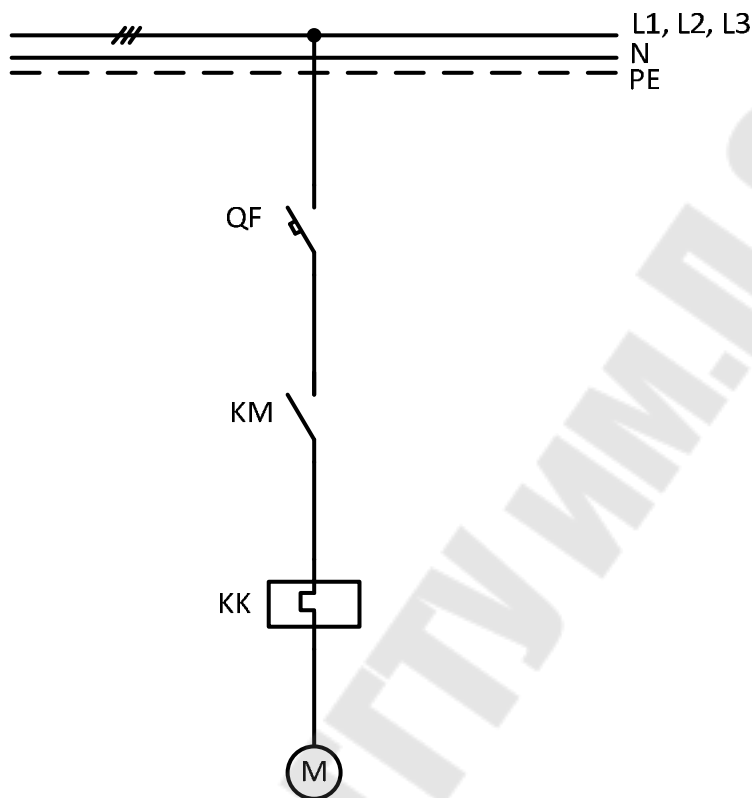


Рис. 10.2. Схема защиты ответвления к одиночному электродвигателю

Решение: Подставим значения в условия 10.7 и 10.8

$$8,0 \text{ A} > 6,6 \text{ A}$$

$$8,0 \cdot 10 \text{ A} > 5,7 \cdot 5,5 \cdot 1,25 \text{ A}$$

$$80 \text{ A} > 39,2 \text{ A}$$

Условиям выбора удовлетворяет автоматический выключатель серии на номинальный ток 25 А с уставкой теплового расцепителя на ток 8,0 А, следовательно выбираем автоматический выключатель серии ВА 51Г-25 25/8.

8.3. Порядок выполнения работы

Задание 1

1. Пояснить конструкцию и принцип действия магнитного пускателя (серия магнитного пускателя приведена в таблице 10.2 по варианту задания).

2. Выбрать магнитный пускатель и тепловое реле для управления и защиты электродвигателя (серия электродвигателя и аппаратов управления и защиты приведены в таблице 10.2 по варианту задания)

Режим работы электродвигателей – продолжительный, условия пуска – нормальные.

Таблица 10.2

Исходные данные

Данные аппаратов	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Данные аппаратов	Вариант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Серия электродвигателя	4A250S8Y3	4A225M8Y3	4A200M8Y3	4A180M8Y3	4A160M8Y3	4A160S8Y3	4A132M8Y3	4A112MB8Y	4A112S8Y3	4A100L8Y3
Серия магнитного пускателя	ПМЛ	ПМЛ	ПАЕ	ПМЕ	ПМЕ	ПМЕ	ПМЛ	ПМЛ	ПМЛ	ПМЕ
Серия теплового реле	РТЛ	РТЛ	ТРП	ТРН	ТРН	ТРН	РТЛ	РТЛ	РТЛ	ТРН

Задание 2

1. Пояснить конструкцию и способ гашения электрической дуги плавких предохранителей (серия предохранителя указана в таблице 8.3 по варианту задания).

2. Выбрать плавкие предохранители для защиты асинхронного электродвигателя серии 4А (серия электродвигателя и предохранителя приведены в таблице 10.3 по варианту задания).

Таблица 10.3

Исходные данные

Данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Серия электродвигателя	4A200M4Y3	4A180M4Y3	4A180S4Y3	4A160S4Y3	4A12M4Y3	4A132S4Y3	4A112M4Y3	4A100L4Y3	4A90L4Y3	4A80A4Y3
Серия предохранителя	ПН2	ПН2	ПР2	ПР2	ПН2	НПН2	ПР2	НПН2	ПР2	НПН2

Задание 3

1. Пояснить конструкцию и принцип действия расцепителей автоматических выключателей (серия выключателя указана в таблице 10.4 по варианту задания).

2. Выбрать автоматические выключатели для защиты каждого электродвигателя и вводной выключатель. (Серии электродвигателей приведены в таблице 10.4).

Таблица 10.4

Исходные данные

Данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Серии электродвигателей	4A80B6Y3	4A90L6Y3	4A100L6Y3	4A132S6Y3	4A132M6Y3	4A160S6Y3	4A160M6Y3	4A180M6Y3	4A200M6Y3	4A225M6Y3
	4A132S4Y3	4A132M4Y3	4A112M4Y3	4A100S4Y3	4A160S4Y3	4A160M4Y3	4A180M4Y3	4A180S4Y3	4A200M4Y3	4A225M4Y3

Задание 4

1. Проверить правильность выбора, установленных аппаратов для управления электродвигателем, в случае неправильного выбора

предложить правильное решение (серии электродвигателей и аппаратов управления приведены в табл. 10.5).

Таблица 10.5

Исходные данные

Данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Серия электродвигателя	4A80A4Y3	4A100L6Y3	4A90L4Y3	4A112M6Y3	4A100L2Y3	4A132M2Y3	4A160S2Y3	4A180M2Y3	4A180S2Y3	4A200M2Y3
Серия аппарата управления	ПМЕ-222	ПМЛ1000	ПАЕ-322	ПМЛ1000	ПМЕ-222	ПМЕ-122	ПМА-322	ПМЛ1000	ПМЛ2000	ПМЛ3000

2. Проверить правильность выбора, установленных аппаратов для защиты электродвигателей, в случае неправильного выбора предложить правильное решение (серии электродвигателей и аппаратов защиты приведены в таблице 10.6).

Таблица 10.6

Исходные данные

Данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Серия электродвигателя	4A80A4Y3	4A100L6Y3	4A90L4Y3	4A112M6Y3	4A100L2Y3	4A132M2Y3	4A160S2Y3	4A180M2Y3	4A180S2Y3	4A200M2Y3
Серия автоматического выключателя или предохранителя	АП50 50/10	АП50 50/4,0	АП50 50/2,5	АП50 50/16	АЕ2050 100/50	ПР2-100/80	ПН2-100/100	ПН2-100/60	А3713Б 160/100	ВА51-33 160

8.4. Контрольные вопросы

1. Почему тепловые реле имеют диапазон регулирования тока установки?

2. Что определяет коэффициент α при выборе плавких предохранителей?
3. Пояснить условия селективности при выборе аппаратов защиты.
4. Расшифровать обозначение электромагнитного пускателя серии ПМЛ.
5. Какие аппараты выполняют защиту от перегрузки электрической сети?
6. Какие аппараты осуществляют защиту от коротких замыканий?

ЛИТЕРАТУРА

1. ПУЭ ТКП 339-2011. – Электроустановки на напряжение до 750 кВ – Мн.:Минэнерго, 2011. – 592 с.
2. Александров К.К., Кузмина Е.Г. Электрические чертежи и схемы. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
3. Чунихин А.А. Электрические аппараты. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 648 с.
4. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.
5. Елкин В.Д., Елкина Т.В. Электрические аппараты.– Мн.: Дизайн-ПРО, 2003.
6. Воронин, П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение / И.А. Воронин. – Москва: Додэка-XXI, 2005. – 380 с.
7. Электрические измерения. / под ред. В.Н. Малиновского, - Москва: Энергоатомиздат, - 1985. – 313 с.

Елкин Валерий Дмитриевич

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

ПРАКТИКУМ

**по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 1-43 01 03
«Электроснабжение (по отраслям)»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 02.06.16.

Пер. № 84Е

<http://www.gstu.by>