

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 08.10.2022 20:47:32
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
Кафедра электроснабжение

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Б. Локтионова

« 30 » 09

2022 г.



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ АППАРАТОВ

Методические указания по выполнению практических работ для студентов
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Курск 2022

УДК 621.3.04

Составитель А.С. Чернышев

Рецензент:

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение»

А.С. Романченко

Проектирование электрических и электронных аппаратов: методические указания по выполнению практических работ для студентов направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / Юго-Зап.. гос. ун-т; сост.: А.С. Чернышев. Курск, 2022. – 41 с. – Библиогр.: с.41

Содержат сведения по выполнению практических работ по дисциплине «Проектирование электрических и электронных аппаратов».

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением для направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Предназначены для студентов всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л. . Уч.–изд.л. . Тираж 100 экз. Заказ *2020*. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г.Курск, ул.50 лет Октября, 94

1. ПРАВИЛА ВНУТРЕННЕГО РАСПОРЯДКА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

При работе в лаборатории «Электрические аппараты» во избежание несчастных случаев, а также преждевременного выхода из строя приборов и электрооборудования студент при выполнении практических занятий должен строго выполнять следующие правила внутреннего распорядка и техники безопасности:

1. Приступая в лаборатории к работе, студент должен ознакомиться с правилами внутреннего распорядка и техники безопасности.

2. Студенты обязаны не только строго выполнять эти правила, но и требовать неуклонного выполнения их от своих товарищей.

3. После ознакомления с правилами внутреннего распорядка и инструктажа по технике безопасности студент должен расписаться в соответствующем журнале.

4. При работе в лаборатории категорически запрещается приносить с собой вещи и предметы, загромождающие рабочие места, способствующие созданию условий, могущих привести к нарушению правил безопасности.

5. В лаборатории запрещается громко разговаривать, покидать рабочие места и переходить от одного стенда к другому.

6. Приступая к работе в лаборатории, студенческая группа делится на бригады, преподаватель назначает бригадиров, которые затем распределяются по рабочим местам.

7. Практическая работа, пропущенная студентом, выполняется в конце семестра и по особому расписанию после получения допуска.

8. Сборку электрической цепи производят соединительными проводами при выключенном напряжении питания в строгом соответствии со схемой, представленной в данных методических указаниях, обеспечивая при этом надёжность электрических контактов всех разъёмных соединений.

9. Приступая к сборке электрической цепи, необходимо убедиться в том, что к стенду не подано напряжение.

10. При сборке электрической цепи необходимо следить за тем, чтобы соединительные провода не перегибались и не скручивались петлями. Приборы и электрооборудование расставляются так, чтобы было удобно ими пользоваться.

11. Собранная электрическая цепь предъявляется для проверки преподавателю.

12. Включение электрической цепи под напряжением (после проверки) производится только с разрешения и в присутствии преподавателя.

13. При обнаружении неисправностей в электрической цепи необходимо немедленно отключить её от питающей сети и доложить об этом преподавателю.

14. Переключения и исправления в собранной электрической цепи разрешается производить только при отключённом напряжении питания.

15. Запрещается прикасаться пальцами, карандашами и другими предметами оголённых токоведущих частей электрической цепи, находящихся под напряжением.

16. При работе с конденсаторами следует помнить, что на их зажимах, отключённых от сети, некоторое время сохраняется электрический заряд, могущий быть причиной поражения электрическим током.

17. При обнаружении повреждений электрического оборудования и приборов стенда, а также при появлении дыма, специфического запаха или искрения необходимо немедленно выключить напряжение питания стенда и известить об этом преподавателя.

18. После выполнения лабораторной работы необходимо выключить напряжение питания стенда, разобрать исследуемую электрическую цепь после проверки преподавателем полученных данных и привести в порядок рабочее место.

19. В случае поражения человека электрическим током необходимо немедленно обесточить стенд, выключив напряжение питания. При потере сознания и дыхания необходимо быстро освободить пострадавшего от стесняющей его одежды и делать искусственное дыхание до прибытия врача.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: Изучение работы и конструкции контактора переменного тока.

Цель: Изучить устройство, принцип действия, параметры, марки и технические параметры контактора переменного тока.

Студент должен *знать*:

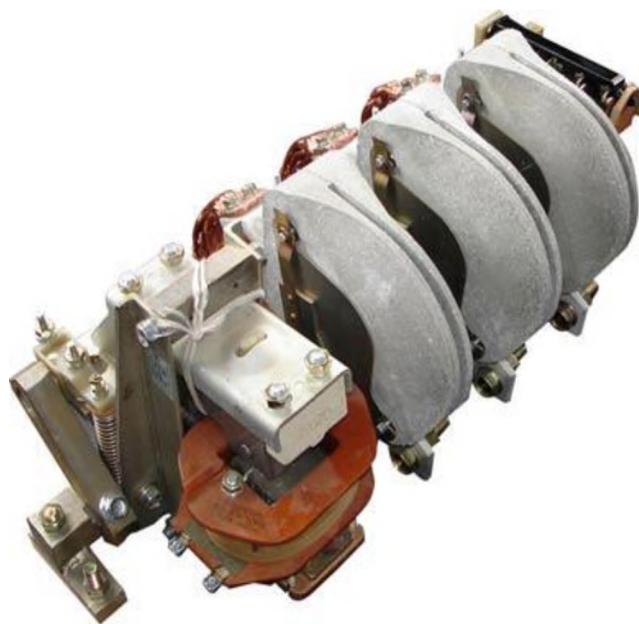
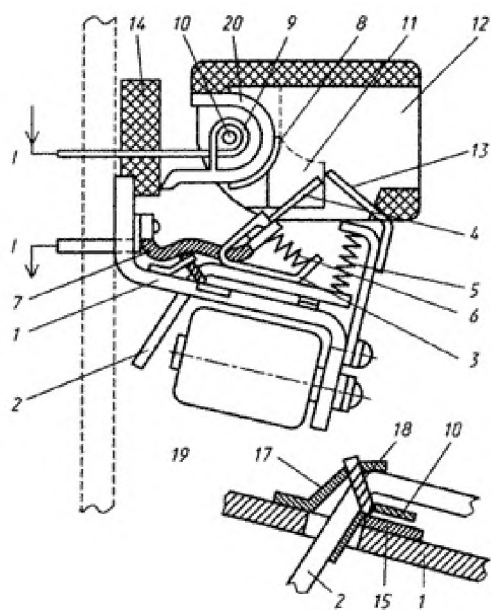
- устройство, принцип действия, основные технические характеристики контактора переменного тока;

уметь:

- определять экспериментальным путем основные эксплуатационные параметры контактора.

Теоретическое обоснование

Контактором называют электромагнитный аппарат дистанционного управления, предназначенный для частых включений и отключений электрических цепей, идущих к сетям, электроприемникам и т. п. и рассчитанных на сравнительно большое номинальное значение силы тока (например, мощных электродвигателей, электрических печей, электрооборудования кранов, троллейбусов). Контакторы могут работать на переменном и постоянном токах при напряжении соответственно до 660 и 750 В.



1 - стальная скоба-основание; 2 - якорь; 3 - скоба; 4 и 8 - подвижный и неподвижный контакты; 5 - возвратная пружина; 6 - контактная пружина; 7 - медная гибкая связь; 9 - катушка магнитного дутья (МД); 10 - сердечник системы МД; 11 - стальные полосы МД; 12 - дугогасительная камера; 13 и 20 - дугогасительные рога; 14 - изоляционное основание; 15 - вставка-призма вращения; 16 - сменная пластина; 17 - планка; 18 - пружина; 19 - включающая катушка; I - коммутируемый ток

Рисунок 1. Конструктивная схема контактора постоянного тока КПВ 600

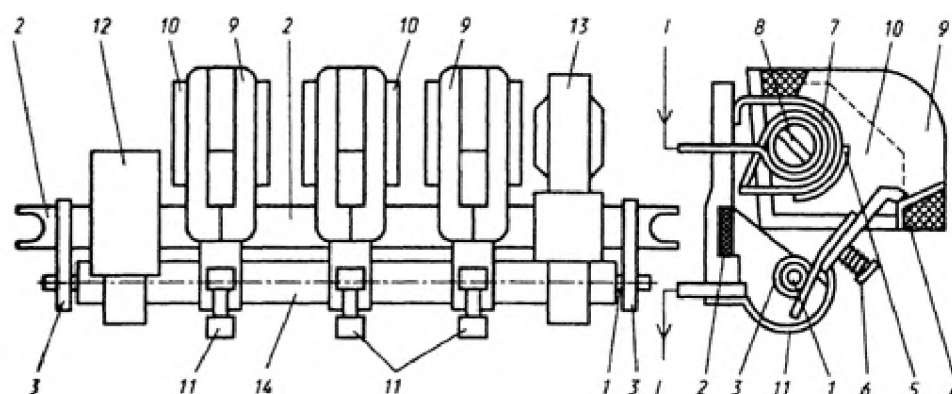
Контактор (рисунок 1) состоит из двух основных частей: магнитной системы (катушка с магнитопроводом) и контактной системы (главные контакты, помещенные в дугогасящую камеру, и блок-контакты).

Контакты постоянного тока изготавливают с одним или двумя полюсами, а контакты переменного тока - с двумя, тремя, четырьмя или пятью полюсами.

Контакты переменного и постоянного токов, как правило, имеют конструктивные отличия, поэтому обычно не взаимозаменяемы. Контакты, как и другие электромагнитные аппараты, имеют магнитную систему, на которой расположена катушка управления. Подвижная часть магнитной системы (якорь) механически связан с группой подвижных контактов - силовых и вспомогательных (или блок-контактов). На рисунке 1 представлена конструкция контактора постоянного тока, а на рисунке 2. - контактора переменного тока.

В контакторах не предусмотрены защиты, присущие автоматам и магнитным пускателям. Контакты обеспечивают большое число включений и отключений (циклов) при дистанционном управлении ими. Число этих циклов для контактов разной категории изменяются от 30 до 3600 в час. Контакты выпускаются переменного (типа К и КТ) и постоянного (типа КП, КМ, КПД) токов.

Контакты имеют главные (силовые) контакты и вспомогательные или блок-контакты, предназначенные для организации цепей управления и блокировки. Главные контакты, как правило, снабжаются специальными дугогасительными устройствами.



1 - вал; 2 - металлическая изолированная рейка; 3 - подшипники; 4 и 5 - подвижный и неподвижный контакты; 6 - контактная пружина; 7 - катушка магнитного дутья (МД); 8 - сердечник системы МД; 9 - дугогасительная камера; 10 - полосы системы МД; 11 - гибкая медная связь; 12 - узел вспомогательных контактов; 13 - электромагнит; 14 - изоляционный слой на металлическом валу;

I - коммутирующий ток

Рисунок 2 . Конструктивная схема контактора КТ6000

Классификация электромагнитных контактов.

Общепромышленные контакты классифицируются:

- по роду тока главной цепи и цепи управления (включающей катушки) - постоянного, переменного, постоянного и переменного тока;
- по числу главных полюсов - от 1 до 5;
- по номинальному току главной цепи - от 1,5 до 4800 А;

- по номинальному напряжению главной цепи: от 27 до 2000 В постоянного тока; от 110 до 1600 В переменного тока частотой 50, 60, 500, 1000, 2400, 8000, 10 000 Гц;
- по номинальному напряжению включающей катушки: от 12 до 440 В постоянного тока, от 12 до 660 В переменного тока частотой 50 Гц, от 24 до 660 В переменного тока частотой 60 Гц;
- по наличию вспомогательных контактов - с контактами, без контактов.

Тип контактора обозначают сочетанием букв:

КП, КН, КПП или КПД - контакторы постоянного тока;

КТ, КТП или КНТ - контакторы переменного тока.

Кроме этого, с помощью дополнительных букв и цифр указывают также следующее:

серию - первая цифра;

исполнение главных контактов - вторая цифра: 1 - один замыкающий контакт, 2 - два замыкающих контакта, 3 - один размыкающий и один замыкающий контакты;

величину контакта - третья цифра: 1 - до 63 А, 2 - до 100 А, 3 - до 160 А, 4 - до 250 А, 5 - до 630 А;

индекс очередной модификации - первая буква после цифр;

климатические условия эксплуатации - вторая буква после цифр;

среду, в которой контактор предназначен для работы, - последняя цифра: 1 - на открытом воздухе, 2 - под навесом, 3 - в помещении.

Рассмотрим пример: КПД-121ЕУЗ - это контактор постоянного тока, предназначен для управления крановым электрооборудованием, серии 100, имеет два замыкающих контакта, первой величины, нормально работает в умеренном климате в помещении.

Ход работы

Оборудование: контактор, отвертки.

- 1) Внимательно осмотрите контактор.
- 2) Определите тип контактора, запишите технические данные.
- 3) Снимите крышку контактора, рассмотрите устройство его основных частей.
- 4) Опишите назначение и устройство контактора переменного тока.
- 5) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1) Что называют контактором?
- 2) Как присоединяют к управляемой цепи контактор?
- 3) Сколько полюсов может быть у контактора постоянного тока, переменного тока?
- 4) Как маркируются контакторы?
- 5) Расшифруйте марку контактора: КМВ-621У2, КП-7 У1.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Технические данные контактора.
- 3) Назначение и устройство контактора переменного тока.
- 4) Ответы на контрольные вопросы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: Изучение работы и конструкции магнитного пускателя.

Цель: Изучить устройство, принцип действия, параметры, марки и технические параметры магнитного пускателя.

Студент должен *знать*:

- устройство, принцип действия, основные технические характеристики магнитного пускателя;

уметь:

- определять экспериментальным путем основные эксплуатационные параметры магнитного пускателя.

Теоретическое обоснование

Магнитные пускатели предназначены для пуска, остановки, реверсирования и тепловой защиты главным образом асинхронных двигателей. Наибольшее применение находят магнитные пускатели с контактными системами и электромагнитным приводом типов ПМЕ, ПМА, ПА (ПАЕ). Пускатели выполняются открытого, защищенного, пылебрызгонепроницаемого исполнения, реверсивные и нереверсивные, с тепловой защитой и без нее.

Пускатели серии ПМА предназначены для управления асинхронными двигателями в диапазоне мощностей от 1,1 до 75 кВт на напряжение 380-660 В. Пускатели серии ПМЕ, ПАЕ обладают коммутационной способностью до $2 \cdot 10^6$ и частотой включений в час до 1200. Выбор контакторов и пускателей осуществляется по номинальному напряжению сети, номинальному напряжению питания катушек контакторов и пускателей, по номинальному коммутируемому току электроприемника.

Магнитные пускатели устроены и действуют в основном так же, как и контакторы, но они более компактны и меньше по габаритам. Промышленностью выпускаются магнитные пускатели с электротепловыми реле или без них.

Магнитные пускатели, позволяющие включать двигатель лишь в одном направлении вращения, называют нереверсивными.

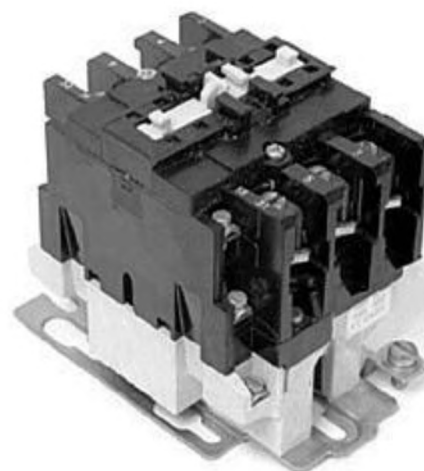
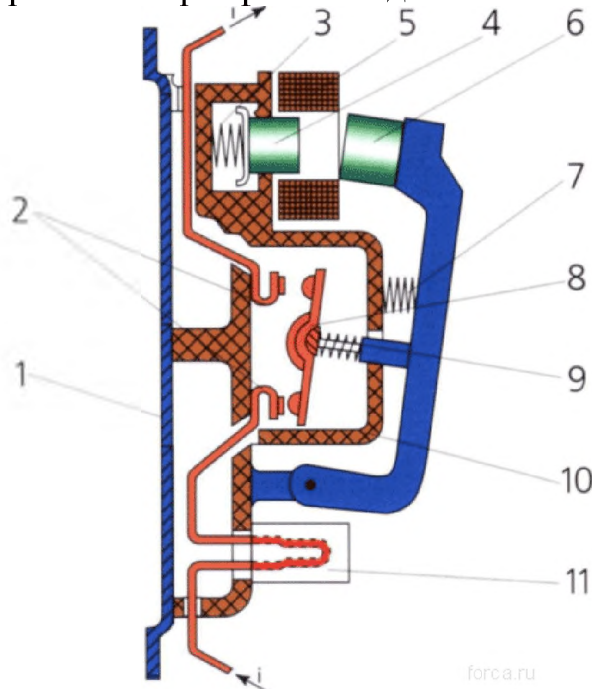
Магнитные пускатели, с помощью которых можно изменять направление вращения электродвигателя, называют реверсивными (они состоят из двух нереверсивных пускателей, объединенных конструктивно).

Для включения нереверсивных магнитных пускателей применяют кнопочный нажимной выключатель с одним замыкающим («пуск») и одним размыкающим («стоп») контактами, а для включения реверсивных магнитных пускателей применяется аналогичный выключатель, но с тремя кнопками: «вперед», «назад», «стоп».

Промышленность выпускает магнитные пускатели серий ПА, ПАЕ и ПМЕ. В электроустановках эксплуатируются и магнитные пускатели других серий, выпускавшиеся ранее.

Пускатели серий ПА и ПАЕ используют преимущественно для управления электродвигателями, установленными на металлообрабатывающих и

других станках. Пускатели серии ПМЕ применяют для управления асинхронными трехфазными двигателями с короткозамкнутым ротором.



1 - основание; 2 - неподвижные контакты; 3 - пружина; 4 - магнитный сердечник; 5 - катушка; 6 - якорь; 7 - возвратная пружина; 8 - контактный мостик; 9 - пружина; 10 - дугогасительная камера; 11 - нагревательный элемент

Рисунок 3. Общий вид магнитного пускателя

В промышленности применяются магнитные пускатели серий ПМЕ и ПМЛ с прямоходовыми контакторами и серии ПАЕ с подвижной системой поворотного типа.

Тип пускателя обозначают сочетанием букв и цифр. Буквы указывают на серию, а цифры - на величину (габаритные размеры), особенности исполнения, наличие или отсутствие электротеплового реле и на возможность реверсирования:

первая цифра, стоящая после букв, указывает на величину пускателя (чем она больше, тем больше габаритные размеры пускателя); магнитные пускатели серии ПМЕ имеют величину 0, 1 или 2, а серии ПА - от третьей по шестую;

вторая цифра показывает открытое исполнение (1) или защищенное (2);

по третьей цифре можно одновременно определить, является ли пускатель нереверсивным (1 или 2) или реверсивным (3 или 4) и имеет ли он электротепловое реле (2 или 4) или нет (1 или 3).

Рассмотрим примеры: ПА-314 - магнитный пускатель третьей величины, открытого исполнения, реверсивный, с электротепловым реле; ПА-621 - магнитный пускатель шестой величины, защищенного исполнения, нереверсивный, без электротеплового реле.

Выбирать магнитный пускатель необходимо по следующим данным: номинальная сила тока, номинальное напряжение и условия эксплуатации -

требуется или не требуется защищенное исполнение, есть ли необходимость в реверсировании и наличии электротеплового реле.

Ход работы

Оборудование: магнитный пускатель, отвертки.

- 1) Внимательно осмотрите магнитный пускатель.
- 2) Определите тип магнитного пускателя, запишите его технические данные.
- 3) Снимите крышку магнитного пускателя, рассмотрите устройство его основных частей.
- 4) Опишите назначение и устройство магнитного пускателя.
- 5) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1) Что называют магнитным пускателем?
- 2) Назначение короткозамкнутых витков на сердечнике магнитного пускателя.
- 3) Как маркируются магнитные пускатели?
- 4) Расшифруйте марку магнитных пускателей ПМЕ-211, ПАЕ-613.
- 5) В чем разница между магнитным пускателем и контактором?

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Технические данные магнитного пускателя.
- 3) Назначение и устройство магнитного пускателя.
- 4) Ответы на контрольные вопросы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: Изучение работы и конструкции электромагнитного реле тока и напряжения.

Цель: Изучить параметры реле, устройство и принцип действия реле переменного тока типа РТ-40, постоянного тока типа и напряжения типа РН-50.

Студент должен *знать*:

- классификацию реле;
- устройство и принцип действия реле тока и напряжения;

уметь:

- определять экспериментальным путем основные эксплуатационные параметры реле;
- подключать реле в электрические схемы.

Теоретическое обоснование

В качестве воспринимающего органа в электромагнитных реле используются электромагнитные механизмы относительно простых конструкций и позволяющие реализовать разнообразные тяговые характеристики, согласующиеся с механическими характеристиками. Электромагнитные механизмы имеют сравнительно большие тяговые усилия при относительно малых габаритах, что и обуславливает их наиболее широкое применение в реле. На электромагнитном принципе осуществляется работа реле тока (максимального и минимального), реле напряжения (максимального, минимального, сигнальные, промежуточные и др.), реле времени, реле частоты и другие типы реле, применяемые в схемах защиты, управления электроприводами, автоматики.

Промежуточный орган реле - пружина, исполнительный орган - контактная система.

В зависимости от хода якоря различают следующие типы реле: клапанного типа (якорь притягивается с внешней стороны магнитопровода), соленоидного типа (якорь втягивается внутрь), поворотного типа (якорь имеет внешнее поперечное относительно силовых линий магнитного поля движение).

Реле мгновенного косвенного действия типов РТ-40 и РН-50. По роду физической величины реле разделяются на реле тока (РТ-40) и реле напряжения (РН-50). По способу воздействия на объект управления реле являются косвенными, по способу включения - вторичными, по ходу якоря - поворотными. Реле применяют в цепях защиты электроустановок.

Конструкция реле показана на рисунке 4. Реле предусматривает следующие элементы: электромагнит 12 с обмоткой 1, состоящей из двух катушек, расположенных на верхнем и нижнем стержнях электромагнита; стальной якорь 10, жестко установленный на двух полюсах 3; подвижные контактные мостики 4, закрепленные на якоре с помощью изоляционной колодки; спиральную противодействующую пружину 9, установленную на держателе 8, связанную внутренним концом с осью якоря; неподвижные пары контактов 14 (правая), 13 (левая), расположенные на изоляционной колодке 5; упорные

винты 11 (левый, правый), ограничивающие ход якоря; шкалу уставок 6; указатель уставок (поводок) 7; гаситель вибраций 2.

При прохождении по обмоткам тока электромагнит, преодолевая противодействие спиральной пружины, притягивает якорь к полюсам, т. е. разворачивает якорь вместе с полюсами по часовой стрелке. При отсутствии тока в обмотке или при его значении, меньшем, чем ток срабатывания, якорь находится в крайнем левом положении. При возрастании тока якорь втягивается под полюсы и поворачивает подвижные контактные мостики, которые размыкают правую пару контактов и замыкают левую пару контактов. Реле срабатывает.

Уставка срабатывания токовых реле РТ-40 регулируется поводком 7, который изменяет натяжение пружины, а также изменением соединения катушек (последовательно или параллельно), что изменяет пределы шкалы в 2 раза. Обозначенные на шкале уставки соответствуют последовательному соединению катушек. При параллельном соединении уставки реле удваиваются. Коэффициент возврата максимальных реле не менее 0,8 и минимальных - не более 1,2.

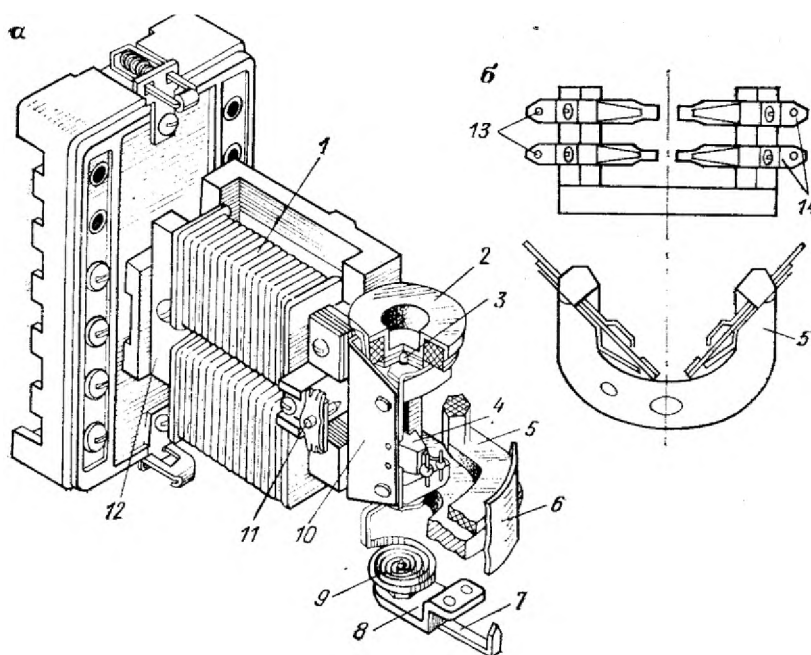


Рисунок 4. Электромагнитное реле типов РТ-40 и РН-50

При работе реле во время удара якоря об упоры контакты токовых реле РТ-40 вибрируют. Для гашения вибраций имеется гаситель, представляющий собой небольшой полый цилиндр, закрепленный на одной оси с якорем и заполненный песком. При срабатывании реле песок поглощает энергию удара якоря об упоры, предотвращая тем самым отскакивание и вибрацию контактов.

Реле напряжения РН-53 и РН-54 выполняются конструктивно как и реле РТ-40 (см. рисунок 4) и отличаются только отсутствием гасителя вибрации. Для предотвращения вибрации контактов катушки реле включены через однофазный мостовой выпрямитель. Протекание через обмотки тока одного направления снижает вибрацию контактов в режиме длительного включения.

Реле РН-53 имеет k_v не ниже 0,8; а реле РН-54 не выше 1,25. Кроме рассмотренных, выпускаются также реле напряжения постоянного тока РН-51 и реле напряжения переменного тока РН-58 с повышенным коэффициентом возврата - 0,95.

Уставка срабатывания реле РН-50 регулируется посредством изменения натяжения пружины с помощью поворота поводка 7. Уставка срабатывания регулируется также с помощью включения одного или двух дополнительных резисторов в цепь обмотки реле.

Электромагнитные реле управления электроприводами и автоматики. В схемах управления электроприводами применяются реле постоянного тока РЭВ-300, выполняемые и как реле напряжения, и как реле тока (рисунок 5).

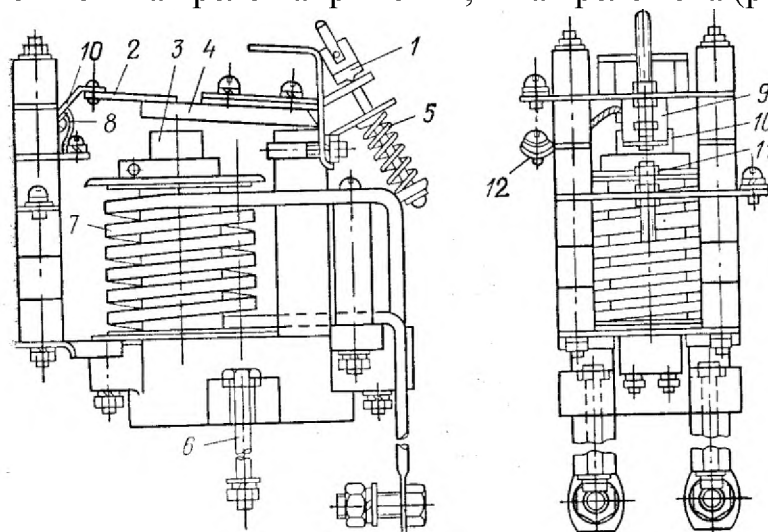


Рисунок 5. Электромагнитное реле РЭВ-300

Основные элементы реле: магнитопровод U -образной формы 3, якорь 4, обмотка 7, крепежная деталь 6, возвратная пружина 5, регулировочная гайка 1, подвижной контакт 10 на изоляционной пластине 2, неподвижные контакты 9 и 11, клеммы 12, гибкая связь подвижного контакта с клеммой 8.

Реле обладает высоким коэффициентом возврата, так как имеет достаточно большой конечный зазор и небольшой ход якоря. Коэффициент возврата регулируется изменением конечного зазора и хода якоря с помощью изменения положений контактов 9 и 11. При опускании контакта 9 уменьшается ход якоря, при подъеме контакта 11 увеличивается конечный зазор.

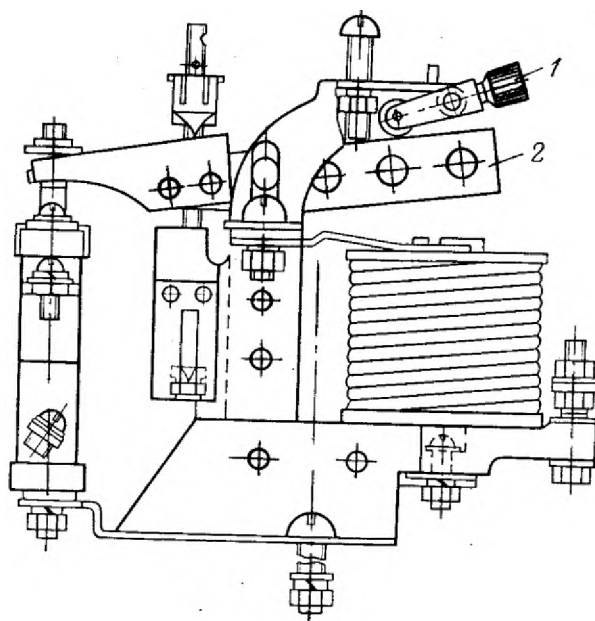


Рисунок 6. Электромагнитное реле переменного тока без самовозврата

В ряде схем электроприводами управляют не с помощью самовозвратных кнопок, а с помощью командоконтроллера. В этом случае защита цепей двигателей должна производиться реле без самовозврата. В противном случае реле максимального тока, отключившись после снятия напряжения контактором, вновь подаст сигнал на включение при неустранившемся коротком замыкании. При этом произойдет повторное срабатывание реле и отключение схемы контактором и т. д. Для предотвращения этого реле не должно иметь самовозврата в исходное положение.

Отличительная особенность электромагнитного токового реле без самовозврата (рисунок 6) - наличие защелки 1, левая часть которой тяжелее правой. При притяжении якоря 2 защелка под действием своего веса поворачивается против часовой стрелки и запирает якорь в притянутом положении. Возвращение реле в исходное положение после срабатывания возможно вручную.

Ход работы

Оборудование: Реле тока РТ-40, реле напряжения РН-50, РЭВ-300.

- 1) Определите тип реле и запишите его технические данные.
- 2) Снимите крышку реле и рассмотрите устройство его основных частей.
- 3) Опишите устройство и принцип действия реле времени.
- 4) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1) Дать определение реле.
- 2) Перечислите требования к реле.
- 3) Какой материал применяется для изготовления контактов?
- 4) Перечислите типы реле в зависимости от хода якоря.
- 5) Чем опасна вибрация контактов реле РТ-40 и что используется для гаше-

ния вибрации?

- 6) Чем отличаются реле постоянного тока от реле переменного тока?
- 7) Перечислите основные элементы реле РЭВ -300.
- 8) Как должна производиться защита цепей электродвигателя при управлении им с помощью командоконтроллера и почему?
- 9) В каких пределах находится время действия обыкновенных реле?

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Типы реле и его технические параметры.
- 3) Устройство и принцип действия реле.
- 4) Ответы на контрольные вопросы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: Изучение работы и конструкции различных типов реле времени.

Цель: Изучить устройство и принцип действия реле времени.

Студент должен *знать*:

- классификацию реле;
- устройство и принцип действия реле;
- типы современных реле времени на полупроводниках и интегральных микросхемах;

уметь:

- определять экспериментальным путем основные эксплуатационные параметры реле.

Теоретическое обоснование

Назначение реле. Реле времени предназначены для использования в схемах релейной защиты и системах автоматики для селекции управляющих сигналов по длительности, либо для передачи их в контролируемые электрические цепи с установленной задержкой во времени.

В электромагнитных реле времени переменного тока выдержка времени создается с помощью замедляющих механизмов (часового, пневматического, моторного).

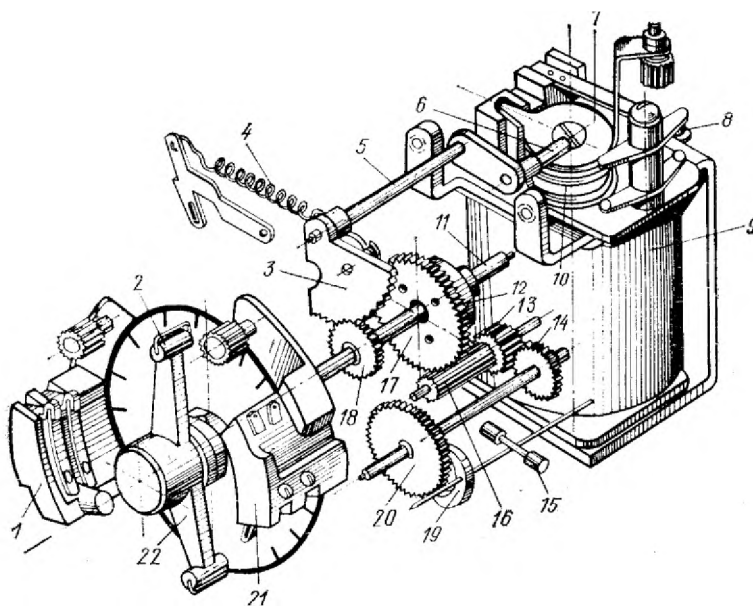


Рисунок 7. Электромагнитное реле времени с часовым замедляющим механизмом

В реле ЭВ-100 и ЭВ-200 выдержка времени создается часовым механизмом (рисунок 7). Принцип работы реле следующий. Ведущая пружина 11 нормально растянута (заведена) и удерживается в таком положении пальцем 6, который упирается в верхнюю часть якоря 7. При поступлении напряжения на обмотку 9 якорь 7 втягивается и сжимает возвратную пружину 10, освобождая при этом палец 6. При этом под действием освобожденной ведущей пружины 4 зубчатый сектор 3, закрепленный на оси 5, начинает вращаться и вращать сцепленную с ним шестерню 18. Шестерня 18 соединена с

валиком, на который насажена контактная траверса 22. В начале вращения валик зацепляется с ведущей шестерней 17 с помощью фрикционного устройства 12, насаженного на ось 11. Устройство 12 выполняет функции храповой шестерни и храповой пружины.

Ведущая шестерня 17 через трубку 16 и шестерни 13 и 14 связана с часовым механизмом 20, 19, 15. Часовой механизм позволяет контактной траверсе 22 двигаться с определенной скоростью. Выдержка времени определяется временем движения траверсы и начальным положением подвижных контактов 2 относительно неподвижных и проскальзывающих 21. Изменением положения неподвижных и проскальзывающих контактов по шкале реле обеспечивается регулировка времени срабатывания. Кроме контактов с регулируемой выдержкой времени имеются переключающие контакты мгновенного действия 8, которые переключаются при втягивании якоря. При исчезновении напряжения реле мгновенно возвращается в исходное положение.

Реле ЭВ-100 применяются для работы на постоянном оперативном токе 24, 48, 110 и 220 В, реле ЭВ-200 - на переменном оперативном токе 110, 127, 220 и 370 В. Обмотки реле времени переменного тока типов ЭВ-215 - ЭВ-245 постоянно находятся под напряжением. Реле срабатывают при снятии напряжения, при подаче напряжения реле мгновенно возвращаются в исходное положение.

Реле времени типов ЭВ-112 - ЭВ-144 выпускают для работы на постоянном токе на напряжение 24, 48, 110, 220В. Реле времени переменного тока типов ЭВ-215 - ЭВ-245 выпускают на напряжение 100, 127, 220, 380 В. В реле ЭВ-215 (рисунок 8) при подведении напряжения к обмотке реле 10, расположенной на ярме 9, заводится часовой механизм 5, что приводит к подъему якоря 11. Якорь же через систему рычагов 6 и 7 заводит часовой механизм, одновременно замыкая без выдержки времени мгновенные контакты 8. При выключении напряжения система рычагов приходит в исходное положение, мгновенные контакты переключаются, а заведенный часовой механизм начинает вращать рычаг 3, перемещая подвижные контакты 4, которые с установленной выдержкой времени замкнут контакты 2, а затем контакты 1. Выдержка времени регулируется перемещением контактов 1.

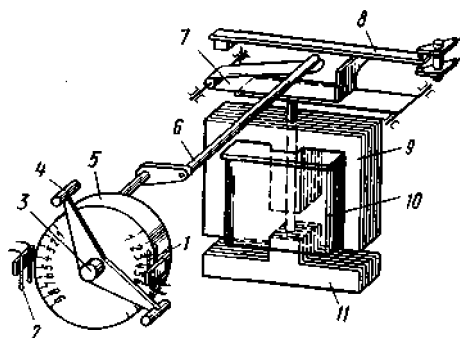


Рисунок 8. Реле времени типа ЭВ-215

В качестве электромеханических реле времени также применяют моторные реле времени с синхронными микродвигателями (рисунок 9).

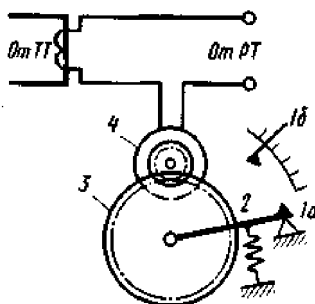


Рисунок 9. Моторное реле времени

При срабатывании реле *PT* защищаемого элемента от промежуточного трансформатора *TT*, размещенного в кожухе реле времени, подается необходимое напряжение, при котором микродвигатель *4* через передаточный механизм *3* начинает двигать рычаг *2* со скоростью, определяемой частотой тока в сети. На рычаге *2* укреплен подвижный элемент контакта *1a*. Через выдержку времени, устанавливаемую положением неподвижного элемента контакта *1б*, последний замыкается, и реле времени срабатывает.

Электронные реле времени с выдержкой на срабатывание типа РВ-01.

Основные технические данные. Диапазон уставок выдержек времени в зависимости от использования: (0,1-1,0) с, (0,3-3,0)с; (0,1-10,0)с; (0,3-30)с - с дискретностью регулирования 0,01с; 0,03с; 0,1с; 0,3 с, соответственно.

Номинальное напряжение /Потребляемая мощность, В·А:

- постоянного тока: 24В/2,0 Вт; 48В/2,5Вт; 60В/3,0Вт; 110В/5,0 Вт; 220В/10Вт;
- переменного тока 50 или 60 Гц: 100В/6,0 ВА; 127В/7,0 ВА; 220В/11,0 ВА; 380В/20,0 ВА.

Исполнения на 380 В, 50 Гц получают путем включения реле с рабочим напряжением на 110...220 В, 50 Гц последовательно с балластным резистором, входящим в комплект поставки реле.

Реле имеют два исполнительных контакта, переключающихся с одинаковой выдержкой времени, способных коммутировать напряжения постоянного и переменного тока от 24 до 250 В.

Коммутационная способность контактов достигает 30 Вт в цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой при постоянной времени не более 0,02 с и 250 ВА в цепи переменного тока при коэффициенте мощности не ниже 0,4.

Минимальный ток контактов 0,01 А при напряжении 110 В и более и 0,05 А при напряжении от 24 до 110 В. Длительно допустимый ток контактов 2,5 А.

Контакты реле способны замыкать постоянный и переменным ток до 20 А в течение 0,5 с при общем числе замыканий не более 100. Масса реле не более 1 кг.

Принцип действия и устройство реле, описание работы реле. Структурная схема реле показана на рисунке 10. Она содержит следующие блоки: преобразователь входного управляющего напряжения U_1 , формирующий питающее $U_{п}$ и опорное $U_{оп}$ напряжения для электронной схемы; времязадающий блок U_2 формирующий требуемую временную задержку на срабатывание; пороговую схему (компаратор) SF ; усилитель мощности сигнала A с ключом KL на выходе; и схему обнаружения отключения питания реле U_3 и электронный ключ SW для ускоренного разряда конденсаторов в реле.

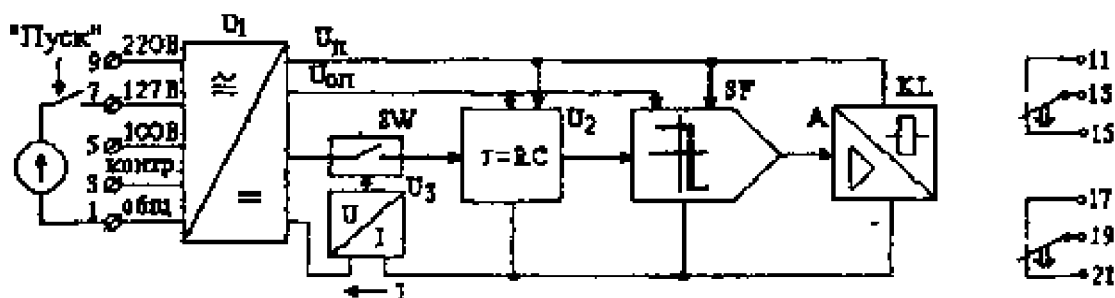


Рисунок 10. Структурная схема РВ-01

Для получения стабильной временной задержки в реле используется принцип дозаряда конденсатора от фиксированного начального напряжения до напряжения срабатывания пороговой схемы. Управление работой отдельных узлов реле осуществляется по факту скачкообразного изменения напряжения питания.

Ход работы

Оборудование: Реле времени различных типов.

- 1) Определите тип реле и запишите его технические данные.
- 2) Снимите крышку реле и рассмотрите устройство его основных частей.
- 3) Опишите устройство и принцип действия реле времени.
- 4) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1) Для чего применяется электромагнитное реле времени, на каком принципе оно действуют?
- 2) С помощью чего создается выдержка времени реле?
- 3) На каком токе работают реле времени ЭВ-200?
- 4) На каком токе могут работать реле времени ЭВ-100?
- 5) Перечислите виды реле времени.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.

- 2) Типы реле и его технические параметры.
- 3) Устройство и принцип действия реле времени.
- 4) Ответы на контрольные вопросы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема: Изучение различных типов автоматических выключателей.

Цель: Изучить устройство, принцип действия, параметры, марки и технические характеристики автоматических выключателей.

Студент должен *знать*:

- устройство, принцип действия, основные технические характеристики автоматических выключателей;

уметь:

- определять экспериментальным путем основные эксплуатационные параметры автоматов;

Теоретическое обоснование

Автоматический выключатель (автомат) предназначен для автоматического размыкания электрической цепи при перегрузках, коротких замыканиях и понижениях напряжения, а также для редких отключений и включений. Автоматы выпускаются в одно-, двух- и трехполюсном исполнении для цепей постоянного и переменного токов. Управление ими может быть ручное (местное или дистанционное).

Автоматы характеризуются следующими показателями:

- 1) номинальным напряжением $U_{ном}$ - максимальным напряжением постоянного или переменного тока, предназначенным для нормальной работы автомата;
- 2) номинальным током автомата $I_{н.а}$ - максимальным длительным током главных контактов автомата;
- 3) током срабатывания автомата $I_{ср.а}$ - наименьшим током, при котором автомат разрывает электрическую цепь;
- 4) предельным током отключения $I_{пр.а}$ - наибольшим током, который может быть отключен автоматом;
- 5) номинальным током расцепителя $I_{н.р}$ - максимальным длительным током, при котором расцепитель не срабатывает;
- 6) током уставки расцепителя I_y - наименьшим током срабатывания расцепителя, на который он настраивается;
- 7) уставкой тока мгновенного срабатывания электромагнитного расцепителя, называемой отсечкой.

Главной частью автоматических выключателей служит реле, поэтому и принцип работы их тот же, что и реле.

Реле с относящимися к нему механизмами отключения называют расцепителем. Автоматические выключатели бывают с электромагнитными, электротепловыми и комбинированными расцепителями.

Устройство и схема действия автоматического выключателя АП-50 показаны на рисунке 11, автоматического выключателя серии А3700 на рисунке 12.

Конструкция выключателя АП 50

Выключатель смонтирован в корпусе из ударо- и дугостойкой пластмассы, допускающей возможность работы в условиях умеренного, холодного и тропического климата. Корпус состоит из основания 1 и крышки 2.

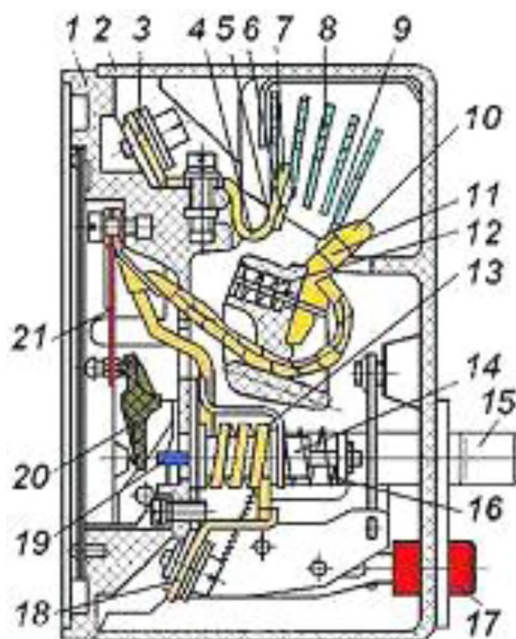


Рисунок 11. Автоматический выключатель АП 50

Внешние цепи подключаются к зажимам 3 и 18. Управление выключателем производится двумя кнопками – включения (светлого цвета) 15 и отключения (красного цвета) 17. Внутри корпуса располагается контактная система, состоящая из подвижного 11 и неподвижного 5 контактов с контактными накладками 6 и 9. Контактное нажатие создает пружина 12.

Контактные накладки изготовлены из специально подобранной серебро-содержащей металлокерамической композиции, которая обеспечивает высокую дугостойкость и износостойкость контактов.

Исключение возможности механического удержания контактов в замкнутом состоянии при возникновении аварийного режима обеспечивает механизм свободного расцепления, состоящий из системы «ломающихся» рычагов и пружин.

На короткие замыкания реагирует электромагнитный расцепитель, состоящий из обмотки 13 и якоря 14, на котором закреплен шток 19. При аварийных токах, превосходящих ток уставки, электромагнитная сила, втягивающая якорь в отверстие обмотки, становится больше усилия сжатия пружины 16, якорь втягивается в отверстие обмотки и шток, воздействуя на рейку 20 механизма свободного расцепления, проворачивает ее, в результате чего выключатель срабатывает, вызывая размыкание главных и свободных контактов выключателя.

Благодаря электродинамической петле 4, опорные точки дуги, возникающей между контактами, быстро перемещаются по дугогасительным рогам 7 и 10, в результате дуга, попадая в камеру, состоящую из ряда стальных пластин 8, гаснет.

Защиту от токов перегрузки обеспечивает биметаллический расцепитель 21, с регулятором, рычаг которого установлен на механизме выключателя. Регулятор позволяет уменьшать уставку во всех полюсах до 70% от ее номинального значения.

Устройство автоматического выключателя серии А3700

Автоматический выключатель серии А3700 состоит из контактной системы, дугогасительного устройства и механизма управления, смонтированных на общем пластмассовом основании, закрытом крышкой 1.

Подвижные контакты укреплены на контактных рычагах 13. Неподвижные контакты 15 припаяны к медным, шинам, уложенным на дно основания, и снабжены зажимами для присоединения к ним шин распределительного устройства или проводов питающей сети.

Для предохранения от разрушающего воздействия дуги на рабочих поверхностях контактов имеются напайки из металлокерамики. Подвижный и неподвижные контакты каждого полюса автомата разделены пластмассовыми перегородками и заключены в съемные дугогасительные камеры 8. Каждая камера состоит из нескольких стальных пластин, закрепленных на фибровом каркасе 2 так, что между ними образуются узкие, расходящиеся кверху щели. При отключении автомата образовавшаяся на его контактах дуга благодаря магнитному полю, создаваемому токами дуги, втягивается в пространства между пластинами, образующими деионную решетку дугогасительного устройства, дробится на ряд мелких дуг и, интенсивно охлаждаясь о поверхность пластин, быстро гасится. Автомат имеет рукоятку ручного управления 5.

Держатели подвижных контактов соединены с общим стальным изолированным валиком, а через пружинный механизм при помощи системы рычагов - с рукояткой 5. Механизм управления автомата обеспечивает замыкание и размыкание контактов с постоянной скоростью, не зависящей от скорости движения рукоятки, а также необходимое нажатие в контактах и автоматическое отключение при перегрузках и коротких замыканиях.

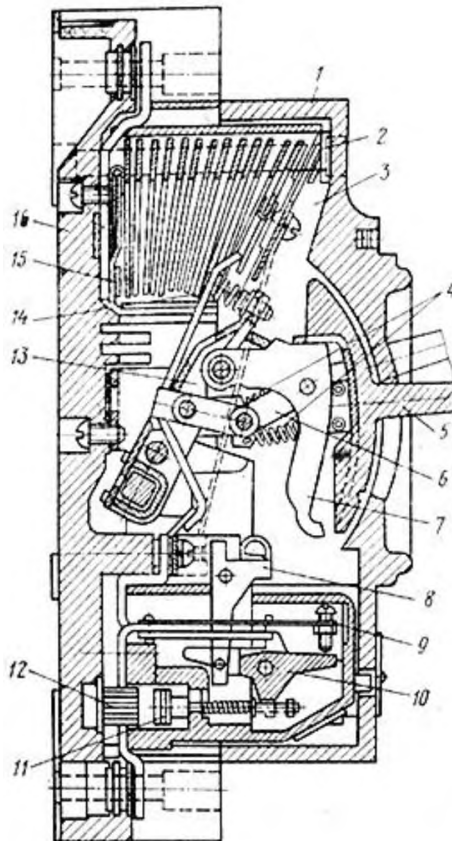
По видам защиты автоматы этой серии разделяют на следующие: с электромагнитными расцепителями, обеспечивающими защиту от коротких замыканий; с тепловыми расцепителями, обеспечивающими защиту от перегрузок; с комбинированными расцепителями (электромагнитным и тепловым); с расцепителями минимального напряжения, осуществляющими нулевую защиту.

Расцепители токовой защиты могут быть выполнены для токоограничивающих выключателей на полупроводниковых, биметаллических и электромагнитных элементах; для селективных выключателей - на полупроводниковых элементах. Кроме того, выключатель может иметь расцепитель минимального напряжения и независимый отключающий расцепитель для дистанционного отключения выключателя.

Электромагнитные расцепители срабатывают мгновенно, а тепловые - с выдержкой времени, зависящей от значения протекающего тока нагрузки.

По положению рукоятки управления определяют, включен или выключен автомат. Если рукоятка находится в верхнем положении, автомат включен, если в среднем (промежуточном) и нижнем - отключен.

Среднее положение рукоятка занимает в том случае, если отключение произошло автоматически. Для восстановления включенного положения аппарата после автоматического отключения необходимо рукоятку опустить в нижнее положение («отключено»), ввести в зацепление рычаги механизма, а затем поднять рукоятку до крайнего верхнего положения.



1 - крышка, 2 - каркас деионной решетки, 3 - дугогасительная камера с деионной решеткой, 4 - перекидные пружины, 5 - рукоятка включения, 6 - ломающиеся рычаги, 7 - рычаг, 8 - собачка расцепителя, 9 - термобиметаллический элемент, 10 - рейка, 11 - якорь электромагнита, 12 - сердечник электромагнита, 13 - контактный рычаг, 14 - подвижный контакт, 15 - неподвижный контакт, 16 - основание.

Рисунок 12 . Автомат А3700

Автоматические выключатели серии АВМ выпускают двух- и трехполюсными в открытом исполнении и рассчитаны на установки в помещениях с нормальной средой. Изготавливают выключатели невыедывжные - с передним присоединением шин и выдвигжные - с втычными контактами, расположенными с обратной стороны панели автомата.

Выключатели АВМ выпускают с регулируемыми электромагнитными расцепителями максимального тока:

- типа 1 - мгновенного действия; отключает выключатель без выдержки времени;
- типа 2 - с часовыми механизмами; с обратно зависимой от тока вы-

держкой времени при перегрузках и с мгновенным отключением при коротком замыкании;

- типа 3 - с часовыми механизмами и с механическим замедлителем расцепления; отключает выключатель при перегрузках с обратной зависимостью, а при коротком замыкании с независимой от величины тока выдержкой времени.

Автоматические выключатели включают вручную или электродвигательным приводом.

Буквенные обозначения типов АВМ: Н - неселективный, т.е. с расцепителем типа 2; С - селективный, т. е. с разделителем типа 3; ТС - тропического сухого климата. Цифровые обозначения: 4 - на номинальный ток до 400 А; 10 - до 1000 А; 15 - до 1500 А; 20 - до 2000 А.

Автоматические выключатели серии АВМ применяют на стороне низшего напряжения трансформаторов; на трансформаторных подстанциях, где предусматривается автоматическое включение резерва; на шинопроводах и отходящих от щита линиях, а также в цепях генераторов постоянного тока, работающих параллельно с аккумуляторными батареями.

Автоматические выключатели АЕ-2000. Назначение и область применения таких выключателей, а также характеристики расцепителей те же, что и для выключателей серии А-3700 на токи до 100 А. Их выпускают в одно-, двух- и трехполюсном исполнении с комбинированными и электромагнитными расцепителями следующих типов: АЕ-2010 - номинальный ток комбинированно расцепителя 0,6 - 10 А, динамическая устойчивость до 5 кА, такая же, как и для АЕ-2030; АЕ-2030 - номинальный ток комбинированного расцепителя 10... 25 А; АЕ-2040 номинальный ток комбинированного расцепителя 10...63 А; динамическая устойчивость 3 кА; АЕ-2050 - номинальный ток комбинированного расцепителя 16 - 100 А, динамическая устойчивость 20 кА.

Верхний предел тока расцепителя комбинированного выключателя соответствует номинальному току этого выключателя.

Автоматические выключатели АЕ-1000. Это однополюсные выключатели, предназначены для защиты осветительных сетей жилых, административных и производственных зданий. Они выпускаются с тепловыми расцепителями на номинальные токи 6; 10; 16; 20; 25 А и электромагнитными расцепителями с отключением без выдержки времени при токах более $18I_{ном}$, а также с комбинированными расцепителями (тепловой и электромагнитный расцепитель).

Из рассмотрения основных типов автоматических выключателей следует, что защита перегрузки обеспечивается:

- 1) тепловыми расцепителями, действующими с выдержкой времени, обратной зависимостью от величины тока перегрузки;
- 2) расцепителями с часовым механизмом (с обратной зависимостью от тока характеристикой);
- 3) электромагнитными расцепителями с выдержкой времени, достаточной для снижения пускового тока электродвигателя до нор-

- мального;
- 4) тепловыми реле с нагревательными элементами магнитных пускателей.

Ход работы

Оборудование: Автоматический выключатель, набор инструментов для электромонтажных работ.

- 1) Определите тип автомата и запишите его технические данные.
- 2) Снимите крышку автомата и рассмотрите устройство его основных частей.
- 3) Опишите назначение и устройство автоматического выключателя.
- 4) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1) Назначение автоматического выключателя.
- 2) Перечислите основные характеристики автоматов.
- 3) Перечислите знакомые вам марки автоматов.
- 4) Где применяются автоматы марки АЕ-1000?
- 5) Чем обеспечивается защита перегрузки электрических сетей?

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Технические данные автоматического выключателя.
- 3) Назначение и устройство автоматического выключателя.
- 4) Ответы на контрольные вопросы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема: Исследование работы бесконтактных коммутационных устройств.

Цель: Изучить назначение, принцип работы и область применения бесконтактных коммутационных устройств.

Студент должен *знать*:

- устройство, принцип действия, основные технические характеристики бесконтактных коммутационных устройств;

уметь:

- подключать бесконтактные коммутационные устройства в электрические схемы.

Теоретическое обоснование

Бесконтактными электрическими аппаратами называют устройства, предназначенные для включения и отключения (коммутации) электрических цепей без физического разрыва самой цепи. Основой для построения бесконтактных аппаратов служат различные элементы с нелинейным электрическим сопротивлением, величина которого изменяется в достаточно широких пределах, в настоящее время это - тиристоры и транзисторы, раньше использовались магнитные усилители.

Достоинства и недостатки бесконтактных аппаратов по сравнению с обычными пускателями и контакторами.

По сравнению с контактными аппаратами бесконтактные имеют преимущества:

- не образуется электрическая дуга, оказывающая разрушительное воздействие на детали аппарата; время срабатывания может достигать небольших величин, поэтому они допускают большую частоту срабатываний (сотни тысяч срабатываний в час),
- не изнашиваются механически,

В то же время, у бесконтактных аппаратов есть и недостатки:

- они не обеспечивают гальваническую развязку в цепи и не создают видимого разрыва в ней, что важно с точки зрения техники безопасности;
- глубина коммутации на несколько порядков меньше контактных аппаратов,
- габариты, вес и стоимость на сопоставимые технические параметры выше.

Бесконтактные аппараты, построенные на полупроводниковых элементах, весьма чувствительны к перенапряжениям и сверхтокам. Чем больше номинальный ток элемента, тем ниже обратное напряжение, которое способен выдержать этот элемент в непроводящем состоянии. Для элементов, рассчитанных на токи в сотни ампер, это напряжение измеряется несколькими сотнями вольт.

Возможности контактных аппаратов в этом отношении неограниченны: воздушный промежуток между контактами протяженностью 1 см способен

выдерживать напряжение до 30 000 В. Полупроводниковые элементы допускают лишь кратковременную перегрузку током: в течение десятых долей секунды по ним может протекать ток порядка десятикратного по отношению к номинальному. Контактные аппараты способны выдерживать стократные перегрузки током в течение указанных отрезков времени.

Падение напряжения на полупроводниковом элементе в проводящем состоянии при номинальном токе примерно в 50 раз больше, чем в обычных контактах. Это определяет большие тепловые потери в полупроводниковом элементе в режиме длительного тока и необходимость в специальных охлаждающих устройствах.

Все это говорит о том, что вопрос о выборе контактного или бесконтактного аппарата определяется заданными условиями работы. При небольших коммутируемых токах и невысоких напряжениях использование бесконтактных аппаратов может оказаться более, целесообразным, чем контактных.

Бесконтактные аппараты нельзя заменить контактными в условиях большой частоты срабатываний и большого быстродействия.



Рисунок 13. Общий вид бесконтактного пускателя

Безусловно, бесконтактные аппараты даже при больших токах предпочтительны, когда требуется обеспечить усилительный режим управления цепью. Но в настоящее время контактные аппараты имеют определенные преимущества перед бесконтактными, если при относительно больших токах и напряжениях требуется обеспечивать коммутационный режим, т. е. простое отключение и включение цепей с током при небольшой частоте срабатываний аппарата.

Существенным недостатком элементов электромагнитной аппаратуры, коммутирующих электрические цепи, является низкая надежность контактов. Коммутация больших значений тока связана с возникновением электрической дуги между контактами в момент размыкания, которая вызывает их нагрев, оплавление и, как следствие, выход аппарата из строя.

В установках с частым включением и отключением силовых цепей ненадежная работа контактов коммутирующих аппаратов отрицательно сказывается на работоспособности и производительности всей установки. Бес-

контактные электрические коммутирующие аппараты лишены указанных недостатков.

Тиристорный однополюсный контактор.

Схема тиристорного однополюсного контактора представлена на рисунке 14. Для включения контактора и подачи напряжения на нагрузку должны замкнуться контакты K в цепи управления тиристоров $VS1$ и $VS2$. Если в этот момент на зажиме 1 положительный потенциал (положительная полуволна синусоиды переменного тока), то на управляющий электрод тиристора $VS1$ будет подано через резистор $R1$ и диод $VD1$ положительное напряжение. Тиристор $VS1$ откроется, и через нагрузку R_n пойдет ток. При смене полярности напряжения сети откроется тиристор $VS2$, таким образом, нагрузка будет подключена к сети переменного тока. При отключении контактами K размыкаются цепи управляющих электродов, тиристоры закрываются и нагрузка отключается от сети.

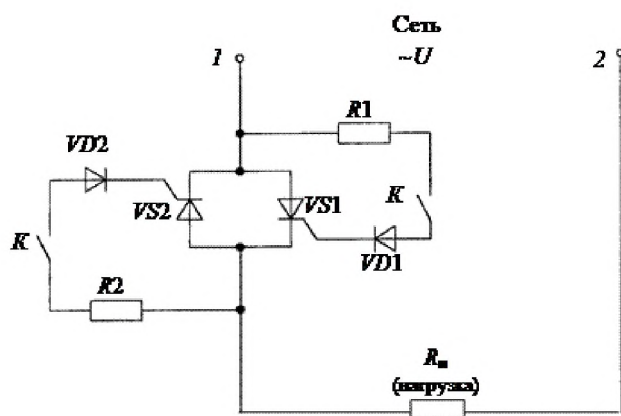


Рисунок 14. Схема электрическая однополюсного контактора

Бесконтактные тиристорные пускатели.

Для включения, отключения, реверсирования в схемах управления асинхронными электродвигателями разработаны тиристорные трехполюсные пускатели серии ПТ. Пускатель трехполюсного исполнения в схеме имеет шесть тиристоров $VS1, \dots, VS6$, включенных по два тиристора на каждый полюс. Включение пускателя осуществляется посредством кнопок управления $SB1$ «Пуск» и $SB2$ «Стоп».

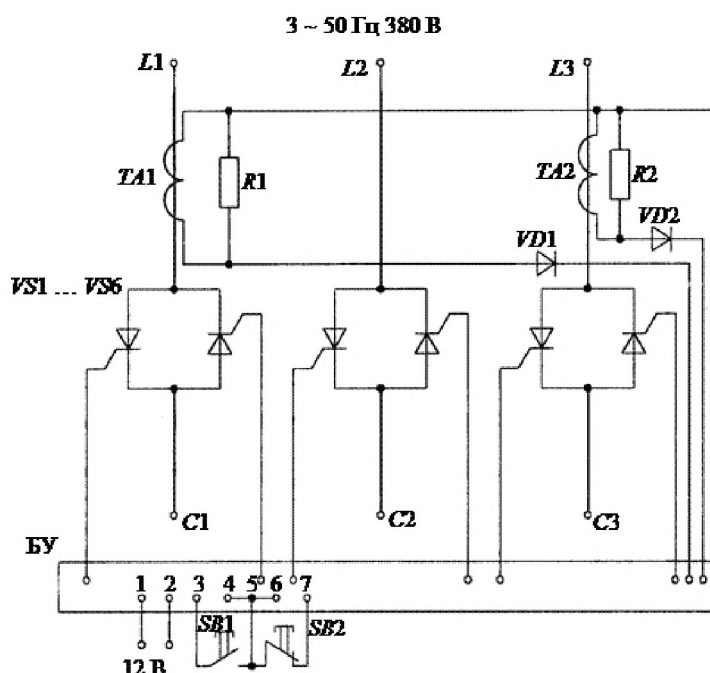


Рисунок 15. Бесконтактный трехполюсный пускатель на тиристорах серии ПТ

Схема тиристорного пускателя (рисунок 15) предусматривает защиту электродвигателя от перегрузки, для этого в силовую часть схемы установлены трансформаторы тока ТА1 и ТА2, вторичные обмотки которых включены в блок управления тиристорами.

Бесконтактные выключатели: применение в системах управления.

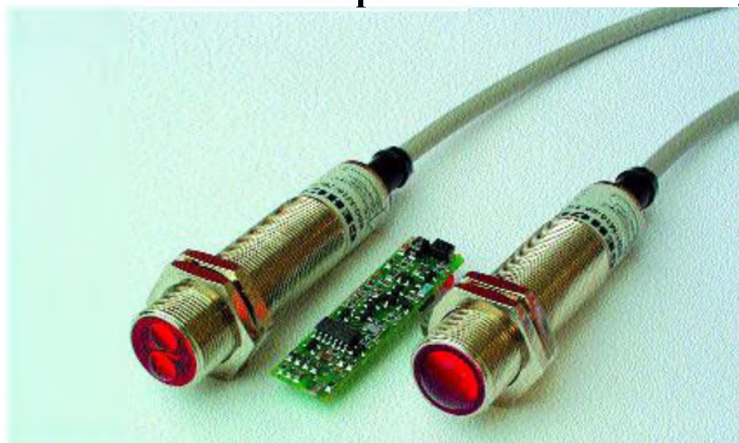


Рисунок 16. Оптические датчики

Общее описание.

Бесконтактными выключателями называют датчики контроля положения объектов с двухуровневым выходом. Они, как правило, выполняют функцию датчиков обратной связи для логического устройства системы управления, сигнализируя о завершении выполнения конкретным элементом оборудования команды перемещения.

Этим их применение не ограничивается.

Отсутствие механического контакта между воздействующим объектом и чувствительным элементом бесконтактного выключателя обеспечивает высокую надежность его работы.

Движущийся объект вызывает срабатывание бесконтактного выключателя, попадая в зону его чувствительности. Бесконтактные выключатели представляют собой функционально завершенное устройство, непосредственно управляющее элементами системы электроавтоматики. Полупроводниковый узел коммутации включает или отключает ток нагрузки до 400 мА постоянного или до 500 мА переменного тока. В качестве нагрузки может быть использован вход контроллера, электронной схемы или непосредственно подключена обмотка реле или контактора.

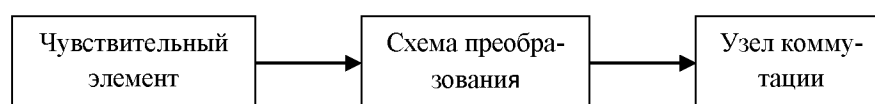


Рисунок 17. Упрощенная функциональная схема бесконтактного выключателя

Электрическая часть устройства помещена в корпус из никелированной латуни или пластмассы. Для обеспечения работоспособности в экстремальных условиях электрическая часть герметизируется компаундом.

Бесконтактные выключатели в зависимости от типа чувствительного элемента подразделяются на индуктивные, емкостные и оптические. Наиболее широко используются индуктивные бесконтактные выключатели. Они реагируют на металлические объекты воздействия. Расстояние срабатывания от 0 до 150 мм. Устанавливаются на станки с ЧПУ, прессы, термопластавтоматы, конвейерные линии, автоматические задвижки, упаковочные автоматы и т. п.

Емкостные бесконтактные выключатели реагируют на наличие любых объектов воздействия. Применяются как датчики уровня жидкостей и сыпучих материалов.

Оптические бесконтактные выключатели используют для контроля и позиционирования любых объектов, а также для счета продукции. Зона их чувствительности достигает 16 метров.

Проблемы эксплуатационников и разработчиков систем управления.

Надежность систем управления технологическими процессами в промышленности определяется надежностью элементов, наиболее подверженных воздействию дестабилизирующих факторов. Одним из таких элементов являются бесконтактные выключатели, выполняющие функцию датчиков положения.

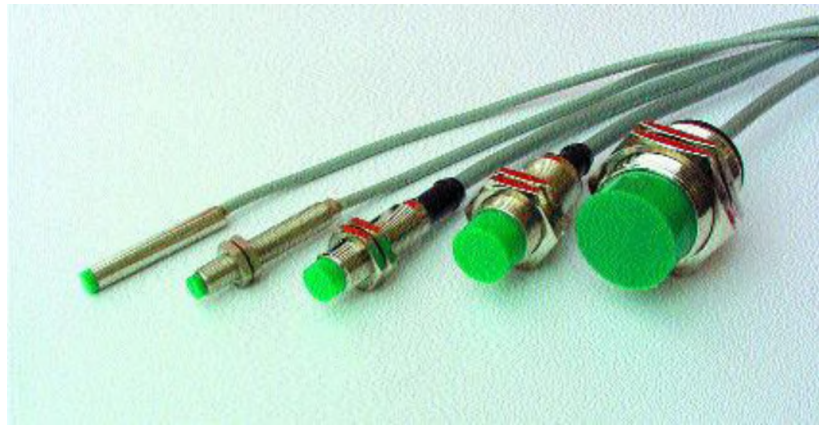


Рисунок 18 . Емкостные и индуктивные датчики в цилиндрическом корпусе

Остановка конвейерной линии, упаковочного автомата или автомобиля по причине отказа датчика - явление достаточно дорогостоящее. Поэтому потребителя очень интересует качество. Под качеством в данном случае понимается надежность работы под воздействием дестабилизирующих факторов, которые в избытке имеются в условиях реальной эксплуатации оборудования: тяжелые температурные режимы, агрессивные и взрывоопасные среды, помехи, вибрации, удары и т. п. Еще один важный момент - гарантии стабильных поставок. Предприятие «Сенсор» производит бесконтактные выключатели, соответствующие международному стандарту (IEC 50030-5-2), при этом цены в несколько раз ниже импортных аналогов (от 6 у. е.), а номенклатура удовлетворит любого разработчика - более 900 типоразмеров.

Эксплуатация в условиях вибрационных нагрузок (до 8g при частоте до 100 Гц) и при ударных воздействиях с ускорением до 75g не выводит их из строя. Под струями смазочно-охлаждающей жидкости и под брызгами воды индуктивные бесконтактные выключатели продолжают работать благодаря степени защиты *IP67*.

Отдельно стоит отметить возможность работы при наличии колебаний и пульсаций напряжения питания, а также в условиях воздействия кондуктивных и электромагнитных помех. (Кондуктивные помехи - к данному виду относятся токи, которые протекают по проводящим конструкциям, а также земле).

Узел коммутации бесконтактного выключателя имеет защиту от перегрузки и короткого замыкания в цепи нагрузки. Не все импортные аналоги и разработанные ранее бесконтактные выключатели отечественного производства выдерживают перечисленные выше условия эксплуатации.

Ход работы

- 1) Изучите теоретическое обоснование.
- 2) Начертите электрическую схему однополюсного контактора и опишите ее.

- 3) Начертите схему бесконтактного трехполюсного пускателя на тиристорах серии ПТ и опишите ее.
- 4) Начертите упрощенную функциональную схему бесконтактного выключателя.
- 5) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1) Что называют бесконтактным коммутационным аппаратом?
- 2) Перечислите достоинства и недостатки бесконтактных аппаратов по сравнению с обычными пускателями и контакторами.
- 3) Что определяет большие тепловые потери в полупроводниковом элементе в режиме длительного тока?
- 4) Как подразделяются бесконтактные выключатели в зависимости от типа чувствительного элемента?

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Электрическая схема однополюсного контактора и ее описание.
- 3) Схема бесконтактного трехполюсного пускателя на тиристорах серии ПТ и ее описание.
- 4) Упрощенную функциональную схему бесконтактного выключателя.
- 5) Ответы на контрольные вопросы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема: Выбор электрических и электронных аппаратов по заданным техническим условиям и проверка их на соответствие заданным режимам работы.

Цель: Научиться производить расчет электрических и электронных аппаратов по заданным техническим условиям.

Студент должен *знать*:

- основные типы электрических и электронных аппаратов управления, защиты и автоматики;
- условия выбора электрических и электронных аппаратов управления, защиты и автоматики;

уметь:

- проводить расчеты электрических и электронных аппаратов управления, защиты и автоматики;
- пользоваться справочной литературой.

Теоретическое обоснование

Электрический аппарат – это устройство, управляющее электропотребителями и источниками питания, а также использующее электрическую энергию для управления неэлектрическими процессами.

Электрические аппараты ручного управления.

Рубильник – простейший аппарат ручного управления, который используется для коммутации электрических цепей при напряжении до 660 В переменного тока и 440 В постоянного тока и токах от 25 до 10000 А.

Кнопки управления – электрические аппараты ручного управления, предназначенные для подачи оператором управляющего воздействия при управлении различными электромагнитными аппаратами (реле, пускателями, контакторами), а также для коммутирования цепей управления, сигнализации, электрической блокировки цепей постоянного и переменного тока.

Пакетные выключатели и переключатели – электрические аппараты ручного управления, предназначенный для коммутации цепей управления и сигнализации в схемах пуска реверса электродвигателей, а также электрических цепей переменного тока напряжением 380 В и постоянного тока напряжением 220 В небольшой мощности под нагрузкой.

Малогабаритные переключатели - электрические аппараты ручного управления, предназначенные для установки на панелях щитов, используются для дистанционного управления электромагнитными аппаратами (реле, пускателями, контакторами), а также для коммутирования цепей управления, сигнализации, электрической блокировки цепей постоянного и переменного тока напряжением до 220 В и с током до 6 А.

Контроллер – коммутационное устройство, осуществляющее пуск и регулирование скорости электродвигателя. Многоцепной электрический аппарат с ручным или ножным приводом для непосредственной коммутации силовых цепей электродвигателей. По конструкции они подразделяются на кулачковые, барабанные, плоские и магнитные.

Резисторы и элементы сопротивлений – аппараты управления, которые предназначены для регулирования тока в электрической цепи за счет изменения ее сопротивления (омического, индуктивного или емкостного). Резисторы – омические или активные сопротивления. В зависимости от назначения сопротивления подразделяются на пусковые, тормозные, регулировочные, добавочные, разрядные, нагрузочные, нагревательные, заземляющие и установочные.

Электромагнитные реле, пускатели и контакторы.

Электромагнитные реле - электрические аппараты дистанционного управления, предназначенные для осуществления скачкообразных изменений в управляемых цепях при заданном значении электрических воздействующих величин.

Все реле делятся по назначению на три группы:

Основные реле, непосредственно реагирующие на изменение контролируемых величин, например тока, напряжения, мощности, частоты, сопротивления и т.д.;

Вспомогательные реле (промежуточные), управляемые другими реле и выполняющие функции введения выдержки времени, размножения контактов, передачи команд от одних реле к другим, воздействия на выключатели, сигналы и т.п.;

Сигнальные (указательные) реле, фиксирующие действие защиты и управляющие звуковыми и световыми сигналами.

Реле тока – реле, воспринимающий орган которого реагирует на изменение тока.

Реле напряжения – реле, воспринимающий орган которого реагирует на изменение напряжения.

Максимальные реле – реле, срабатывающие, когда значение воздействующей величины превосходит заданную.

Минимальные реле – реле, срабатывающие, когда значение воздействующей величины снижается ниже заданной.

Электромагнитные контакторы – двухпозиционные электрические аппараты дистанционного управления, предназначенные для частых включений и отключений силовых электрических цепей при нормальных режимах работы.

Электрические аппараты защиты.

Аппарат защиты – электрический аппарат, автоматически отключающий защищаемую электрическую цепь при ненормальных режимах работы.

Плавкий предохранитель - это коммутационный электрический аппарат, защищающий электроустановку от перегрузок и токов короткого замыкания посредством разрушения специально предусмотренных для этого токоведущих частей под действием тока, превышающего определенное значение.

Тепловое реле – электрический аппарат, применяемый для защиты электрических двигателей и другого электрооборудования от длительных перегрузок

Автоматический выключатель – аппарат защиты, предназначенный для коммутации цепей при аварийных режимах, а также нечастых (от 6 до 30 в сутки) включений и отключений электрических цепей при нормальных режимах работы.

Бесконтактные электрические аппараты и датчики.

Датчики – электрические аппараты, осуществляющие восприятие контролируемой (входной) величины и преобразование ее к виду, удобному для передачи по линиям связи и дальнейшего преобразования и измерения.

Параметрические датчики – датчики, в которых контролируемая физическая величина преобразуется в изменение таких параметров, как активное сопротивление, индуктивность или емкость. Параметрические датчики относятся к пассивным элементам и требуют источника питания для выявления изменения входной величины.

Генераторные датчики - датчики, в которых изменение контролируемой величины преобразуется в изменение ЭДС на выходе. В этих датчиках не требуется отдельного источника питания для изменения выходной величины.

Магнитный усилитель – электромагнитное устройство с управляемой индуктивностью, которое служит для регулирования тока в цепи нагрузки с помощью подмагничивания ферромагнитных сердечников постоянным током.

Датчики пути и положения – датчики, которые обеспечивают создание управляющих сигналов в зависимости от пройденного пути или положения рабочих органов управляемого объекта. Бывают контактные и бесконтактные.

Ход работы

- 1) Прочитать теоретическое обоснование.
- 2) Выписать данные для своего варианта.
- 3) Решить задачи 1 и 2, при решении задач пояснить все действия/
- 4) Ответить на контрольные вопросы.

Задача 1

Для прямого пуска короткозамкнутого асинхронного электродвигателя серии 4А мощностью P , питающегося от сети с номинальным напряжением $U_{ном} = 380$ В, используется магнитный пускатель, схема включения которого представлена на рисунке 19. В состав пускателя входят контактор KM и тепловые реле $KK1$ и $KK2$. Определить необходимые параметры двигателя и выбрать тип пускателя и параметры его тепловых реле. Данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные к задаче 1

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , кВт	15	18,5	22	15	18,5	22	11	15	11	15

$\cos \varphi_{\text{дв}}$	0,91	0,92	0,91	0,88	0,88	0,90	0,86	0,87	0,75	0,82
η	0,88	0,885	0,885	0,885	0,895	0,90	0,86	0,875	0,87	0,87

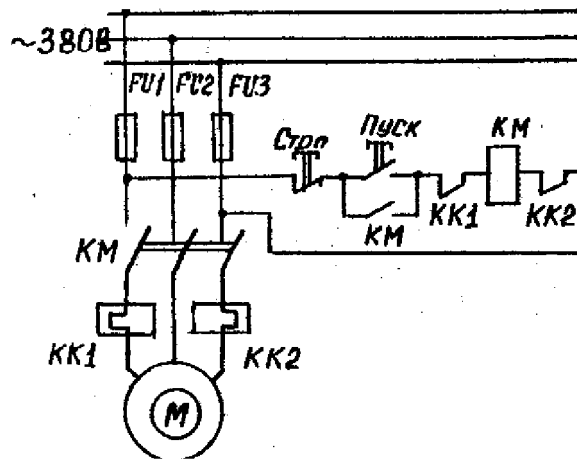


Рисунок 19 . Схема магнитного пускателя

Задача 2

Определить токи срабатывания и отпущания, а также коэффициент возврата нейтрального экранированного герконового реле, содержащего обмотку управления с числом витков w и один симметричный замыкающий магнитоуправляемый контакт (рисунок 20, обмотка управления не показана).

Исходные данные для расчетов.

Размеры электродов геркона: длина $l = 20$ мм; ширина $b = 2,6$ мм; толщина $h = 0,5$ мм. Жесткость электродов $C = 1,66 \cdot 10^3$ Н/м. Длина перекрытия в рабочем зазоре $l_b = 1,2$ мм. Величина конечного рабочего зазора $\delta_{\text{мин}} = 0,01$ мм. Коэффициент симметрии геркона $K_{\text{см}} = 0,5$. Коэффициент магнитной проводимости путем рассеяния $K_{\text{рас}} = 0,1$. Коэффициент магнитной проводимости магнитопровода $K_{\text{ст}} = 2$. Величина начального рабочего зазора δ_0 число витков обмотки управления приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные к задаче 2

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\delta_0, \text{мм}$	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,22	0,23	0,24	0,25
$w, \text{число}$ ВИТКОВ	15000	18000	20000	22000	25000	30000	15000	18000	20000	25000

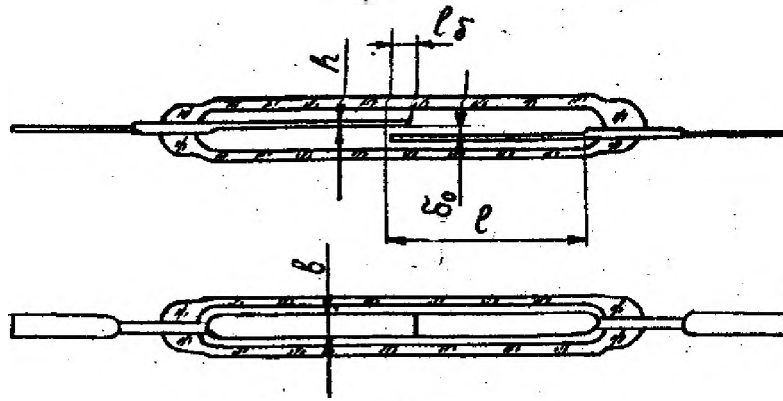


Рисунок 20. Герконовое реле

Методические указания к задаче № 1

- 1) Определить номинальный ток двигателя по формуле

$$I_{\text{ном.дв}} = \frac{P}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{дв}} \eta}$$

По величине этого тока из таблицы 1 Приложения А произвести выбор пускателя таким образом, чтобы максимальный рабочий ток пускателя в категории применения АС-3 (пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором, отключение вращающихся двигателей при номинальной нагрузке) был не менее номинального тока двигателя и максимально близким к нему.

- 2) Определить номинальный ток уставки теплового реле.

Для лучшего согласования перегрузочной характеристики двигателя и защитной (время-токовой) характеристики реле номинальный ток уставки выбирается на 15...20% выше номинального тока двигателя, т.е.

$$I_{\text{уст.ном}} = (1,15 \div 1,20) I_{\text{ном.дв}}$$

так как в тепловое реле выбранного выше пускателя может быть установлен тепловой элемент с различным номинальным током (током срабатывания при нулевом положении регулятора), то из ряда этих токов для реле пускателя необходимо выбрать значение, ближайшее к $I_{\text{уст.ном}}$ и проверить укладывается ли величина $I_{\text{уст.ном}}$ в пределы регулирования номинального тока уставки ($\pm 25\%$).

Методические указания к задаче № 2

- 1) МДС срабатывания реле с магнитоуправляемым контактом определяется уравнением:

$$F_{\text{ср}} = (IW)_{\text{ср}} = \frac{2\delta_0}{3} \left(\frac{1}{K_{\text{см}}} + 1 + \frac{K_{\text{рас}}}{K_{\text{см}}} \right) \cdot \sqrt{\frac{2\delta_0}{3} \left(1 + \frac{1}{K_{\text{см}} + K_{\text{рас}}} \right) \cdot \frac{cK_{\text{см}}}{\mu_0 b l_{\delta}}}$$

Тогда ток срабатывания реле

$$I_{cp} = \frac{F_{cp}}{W}$$

Аналогично, МДС отпускания реле:

$$F_{omn} = (IW)_{omn} = \frac{\delta_0 / \delta_{мин} + K_{cm} + K_{pac}}{K_{cm}} \delta_{мин} \sqrt{\frac{2C(\delta_0 - \delta_{мин})K_{cm}}{\mu_0 b l_{\delta}}}$$

Ток отпускания

$$I_{omn} = \frac{F_{omn}}{W}$$

Коэффициент возврата реле

$$K_{\epsilon} = \frac{I_{omn}}{I_{cp}}$$

Контрольные вопросы

- 1) Что называют электрическим аппаратом?
- 2) Перечислите аппараты ручного управления.
- 3) Что называют электромагнитным реле?
- 4) На какие группы делятся по назначению реле?
- 5) Какие аппараты относятся к аппаратам защиты и управления?
- 6) Какие аппараты относятся к бесконтактным электрическим аппаратам?

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Решение задач с пояснениями.
- 3) Ответы на контрольные вопросы.

Список литературы

1. Электрические аппараты [Текст]: учеб.пособ./ О.В. Девичкин, В.В. Лохнин, Р.В.Меркулов. – 4-е изд.испр. - М.: Академия, 2013. – 240 с.
2. Москаленко, В.В. Системы автоматизированного управления электропривода [Электронный ресурс]: учебник / В.В. Москаленко. - М.: ИНФРА-М, 2014. – 208 с. (ЭБС Znanium.com). Режим доступа:
<http://znanium.com/bookread2.php?book=402711>