

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»

Иванюга М.М.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ
МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ**

Методическое пособие для выполнения практической работы
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Брянская область, 2023

УДК 621.3:664 (076)
ББК 31.2:36.81
И 18

Иванюга, М.М. Электрооборудование перерабатывающих производств: изучение конструкции и схем включения магнитных пускателей: методическое пособие для выполнения практической работы для студентов направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / М.М. Иванюга. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2023. - 42 с.

Методическое пособие содержит краткие теоретические сведения по изучаемому материалу и выполнению работы, контрольные вопросы для проверки глубины усвоения материала, необходимые данные по оформлению отчета. Предназначено для использования студентами очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рецензент:

Безик В.А. – к.т.н. профессор кафедры Автоматики, физики и математики ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии института энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол №4 от 27 января 2023 года.

©Брянский ГАУ, 2023
©Иванюга М.М., 2022

Содержание

Введение.....	4
Практическое занятие. Изучение конструкции и схем включения магнитных пускателей.....	5
Теоретический сведения.....	5
Оборудование и материалы.....	39
Программа работы.....	39
Методика выполнения работы.....	40
Содержание отчета.....	40
Контрольные вопросы:	40
Литература	41

Введение

Предлагаемое методическое пособие содержит теоретические сведения по изучению назначения, конструкцию и принцип действия магнитных пускателей.

Позволяет изучить различные схемы включения неревверсивного и реверсивного магнитных пускателей.

Методическое пособие составлено в помощь студентам, изучающим вопросы устройства, монтажа магнитных пускателей, а также схем их включения.

Методическое пособие включает в себя: теоретические сведения, программа работы, методика выполнения работы, контрольные вопросы.

Методическое пособие предназначено для выполнения практической работы для студентов направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника по курсу «Электрооборудование перерабатывающих производств», но может быть использовано и для других электротехнических дисциплин, содержащих раздел «Электрооборудование».

Целью выполнения практической работы является приобретение высокого уровня профессиональной подготовки специалистов эксплуатации и ремонта электрооборудования

Работа направлена на экспериментальное подтверждение и проверку существенных теоретических положений (законов, зависимостей и закономерностей) необходимых при освоении учебной дисциплины.

В процессе практического занятия обучающиеся выполняют практическую работу под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Содержанием практической работ является выполнение различных практических приемов, в том числе профессиональных, работа с электрическим оборудованием, документацией.

Состав заданий для практического занятия спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством обучающихся.

В результате выполнения практических заданий студент должен

Знать:

Узлы, блоки систем, особенности и принципы функционирования современных систем электрификации и автоматизации

Уметь:

Разрабатывает простые узлы, блоки, конструкцию технологической оснастки для производства изделий низкой сложности систем электрификации и автоматизации

Владеть:

Навыками систем разработки конструкций технологической оснастки для производства изделий систем электрификации и автоматизации

Практическое занятие. Изучение конструкции и схем включения магнитных пускателей

Цель работы: изучить марки, технические параметры назначение, конструкцию и принцип действия магнитного пускателя.

Изучить схемы включения нереверсивного и реверсивного магнитных пускателей.

Теоретический сведения

Понятия «пускатель» и «контактор» подразумевается одно и то же устройство. Условно считается, что первый представляет собой полностью законченный комбинированный аппарат, оборудованный контактором, тепловым реле и дополнительной контактной группой, а второй - непосредственно блок с определенным количеством силовых контактов.

Электромагнитный пускатель (магнитный пускатель) - пускатель, у которого сила, необходимая для замыкания главных, обеспечивается электромагнитом.

Магнитный пускатель - коммутационный аппарат, предназначенный для дистанционного управления электрических цепей постоянного и переменного тока, а также для защиты от длительных токов перегрузки.

Магнитные пускатели применяются в основном для пуска, остановки и реверсирования (изменения направления вращения) трехфазных асинхронных электродвигателей, в схемах дистанционного управления освещением, управления компрессорами, насосами, кран-балками, тепловыми печами, кондиционерами, ленточными конвейерами и т.д.

Классификация магнитных пускателей

Магнитные пускатели различают по:

- роду тока главной цепи и цепи управления (постоянного, переменного, постоянного и переменного тока);
- назначению (не реверсивные и реверсивные);
- числу главных полюсов (от 1 до 5);
- номинальному току главной цепи (от 1,5 до 4800 А);
- номинальному напряжению главной цепи (от 12 до 2000 В постоянного тока, от 110 до 1600 В переменного тока частотой 50, 60, 500, 1000, 2400, 8000, 10 000 Гц);
- номинальному напряжению 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);
- степени защиты от воздействий окружающей среды;

Со степенью защиты IP00 (открытое исполнение) – размещают в сухих отапливаемых помещениях на панелях, в закрытых шкафах или других местах, защищенных от попадания влаги, пыли, посторонних предметов;

Со степенью защиты IP20 (открытые) - предназначены для размещения в шкафах управления, исключающих попадание нежелательных предметов, а также пыли и влаги, в закрытых помещениях;

Со степенью защиты IP40 (в оболочке) - могут размещаться в не отапливаемых объектах, характеризующихся низким содержанием пыли, и отсутствием вероятности попадания влаги на устройство;

Со степенью защиты IP54 (в оболочке) - используются во внутренних и наружных установках, не подвергающихся воздействию осадков, солнечных лучей.

В обозначении степени защиты первая цифра указывает степень защиты от попадания инородных тел, вторая степень защиты от попадания воды.

- наличию или отсутствию следующих компонентов (кнопок управления, электротеплового реле, дополнительных (вспомогательных контактов));

- рабочему току (нулевая величина - рабочий ток до 6,3 А, первая величина - 10-16 А, вторая величина – 25 А, третья величина – 40 А, четвертая величина – 63 А, пятая величина – 100 А, шестая величина – 160 А)

- по коммутационной износостойкости (А класс – высшая категория, В – средняя, В – низкая);

Устройство магнитного пускателя

Конструкция магнитного пускателя условно разделяется на верхнюю и нижнюю части рисунок 1.



Рисунок 1 – Устройство магнитного пускателя

В верхней части находятся подвижные и не подвижные контакты. Здесь же находится и подвижная половинка электромагнита (якорь), имеющая механическую связь с подвижными контактами.



Рисунок 2 – Устройство верхней части магнитного пускателя

В нижней части устройства расположена катушка, возвратная пружина и вторая часть электромагнита (сердечник) рисунок 3.

Катушку, тем самым, разрывая силовые контакты пускателя.

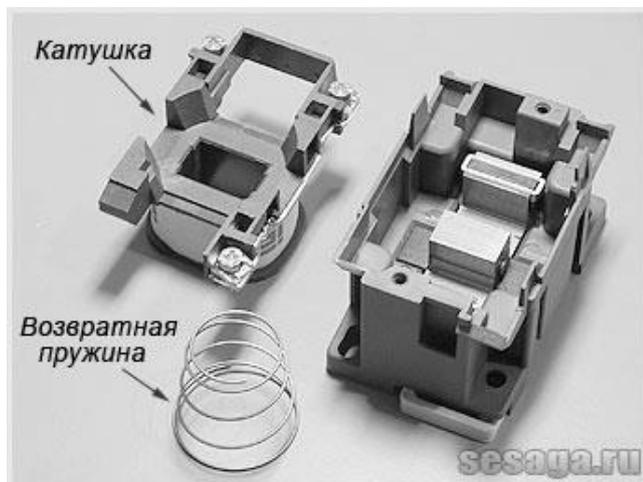


Рисунок 3 – Устройство нижней части магнитного пускателя

Основной функцией возвратной пружины является возврат якоря в первоначальное положение после того как прекращается подача питания на катушку. Таким образом, происходит разрыв силовых контактов пускателя.

Сердечник и якорь изготавливают из штампованных Ш-образных пластин электротехнической стали, изолированных друг от друга лаком для уменьшения потерь от вихревых токов.

На торцах сердечника расположены короткозамкнутые витки для предотвращения вибрации электромагнита рисунок 4.

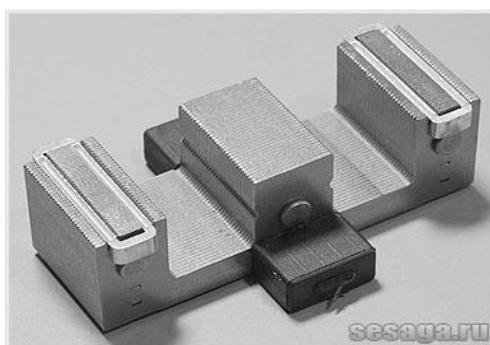


Рисунок 4 – Сердечник магнитного пускателя

В качестве обмотки катушки применяется медный провод с определенным количеством витков, и определенным сечением рассчитанных на работу с определенным питающим напряжением, значением 24, 36, 110, 220 и 380 В рисунок 5.



Рисунок 5 – Катушки пускателей

Принцип работы

Напряжение подается на катушку пускателя, в катушке возникает магнитное поле, за счет которого вовнутрь катушки втягивается подвижный якорь, к которому закреплены контакты, разомкнутые контакты замыкаются, а замкнутые размыкаются.

Управление магнитным пускателем осуществляется кнопками «Пуск», «Стоп», «Вперед» и «Назад».

Силовыми контактами являются три пары рисунок 6: 1L1–2T1; 3L2–4T2; 5L3–6T3 – к ним подключается потребители электрической энергии. Причем клеммы 1L1; 3L2; 5L3 являются входящими – к ним подводится напряжение питания, а 2T1; 4T2; 6T3 являются выходящими – к ним подключается нагрузка.

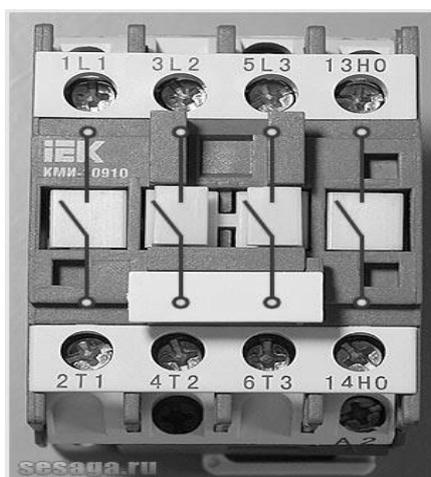


Рисунок 6 – Контакты магнитного пускателя

Последний контакт 13НО–14НО является вспомогательным как правило используют для блокировки кнопки «Пуск». То есть, эта пара нужна, чтобы при работе, электродвигателя, не пришлось держать нажатой кнопку «Пуск».

Современные магнитные пускатели выпускают с двумя однотипными выводами катушки рисунок.



Рисунок 7 – Контакты магнитного пускателя

Их выводят с противоположных сторон, маркируют одинаковым буквенным и цифровым значением, и соединяют между собой проволочной перемычкой. В нашем случае это выводы с маркировкой А2. Все это сделано для удобства монтажа схемы.

Напряжение питания подается на катушку через выводы, обозначенные как А1 и А2.

Категории применения магнитных пускателей

Для характеристики коммутационной способности магнитных пускателей переменного тока установлены четыре категории применения: АС1, АС2, АС3, АС4. Каждая категория применения характеризуется значениями токов, напряжений, коэффициентов мощности или постоянных времени, условиями испытаний и других параметров, установленных ГОСТ Р 50030.4.1-2002.

Магнитные пускатели категории АС-1 рассчитываются на применение в цепях электропечей сопротивления и коммутируют только номинальный ток.

Магнитные пускатели категории АС-2 рассчитываются на пуск электродвигателей с фазным ротором и коммутируют ток $2,5 I_{ном}$.

Магнитные пускатели категории АС-3 рассчитываются на пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором и на отключение вращающихся электродвигателей и коммутируют ток $6-10 I_{ном}$.

Магнитные пускатели категории АС-4 рассчитываются на пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором и на отключение неподвижных или медленно вращающихся электродвигателей, они коммутируют токи $6-10 I_{ном}$.

Технические характеристики магнитных пускателей

На боковой стенке пускателя рисунок 8 нанесена информация об электрических параметрах пускателя и для удобства условно разделена на три сектора:

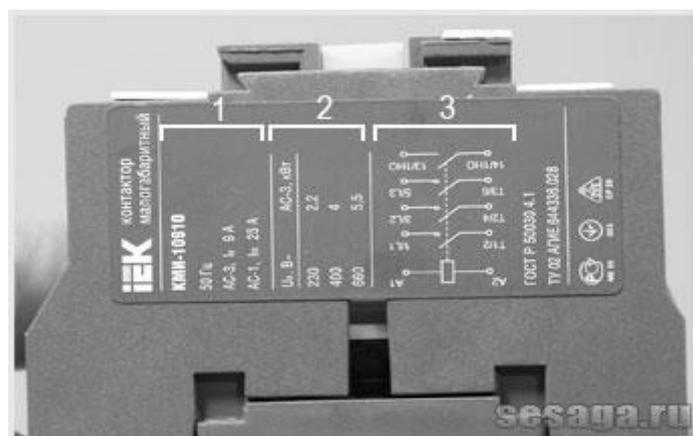


Рисунок 8 – Информация об электрических параметрах пускателя

Сектор №1

В первом секторе дана общая информация о пускателе и его область применения рисунок 9

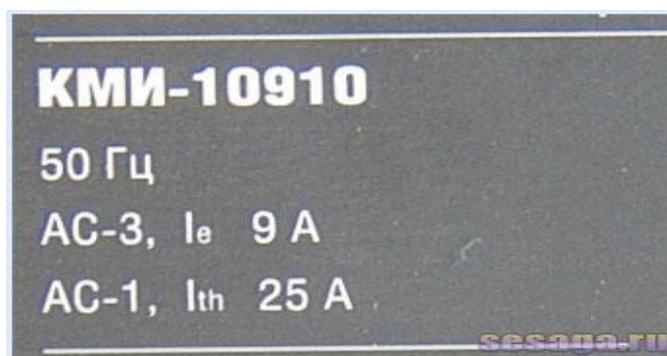


Рисунок 9 – Информация о пускателе и его область применения

КМИ 10910 марка магнитного пускателя

50Гц – номинальная частота переменного тока, при которой возможна бесперебойная работа пускателя;

Категория применения AC-3 – двигатели с короткозамкнутым ротором: пуск, отключение без предварительной остановки (пускатель можно использовать для запуска и останова асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, используемых в лифтах, эскалаторах, ленточных конвейерах, элеваторах, компрессорах, насосах, кондиционерах и т.д.)

I_e 9А – номинальный рабочий ток, (ток нагрузки, который в нормальном режиме работы может проходить через силовые контакты пускателя).

Категория применения AC-1 – неиндуктивные или слабо индуктивные нагрузки, печи, сопротивления (лампы накаливания, ТЭНы).

I_{th} 25А – условный тепловой ток ($t^\circ \leq 40^\circ$). Это максимальный ток, который контактор или пускатель может проводить в 8-часовом режиме так, чтобы превышение температуры его различных частей не выходило за пределы 40°C .

Сектор №2

В этом секторе указана номинальная мощность нагрузки, которую могут коммутировать силовые контакты пускателя, и которая характеризуется категорией применения АС3 и измеряется в кВт рисунок 10.

Например, через контакты пускателя можно пропустить нагрузку мощностью 2,2 кВт, питающуюся переменным напряжением не более 230 Вольт.

$U_n, В\sim$	АС-3, кВт
230	2,2
400	4
660	5,5

Рисунок 10 – Информация о номинальной мощности нагрузки

Сектор №3

Здесь показана электрическая схема пускателя рисунок 11 катушка и четыре пары нормально разомкнутых контактов – три силовых (рабочих) и один вспомогательный. От катушки через все контакты проходит пунктирная линия, которая указывает, что все четыре контакта замыкаются и размыкаются одновременно.

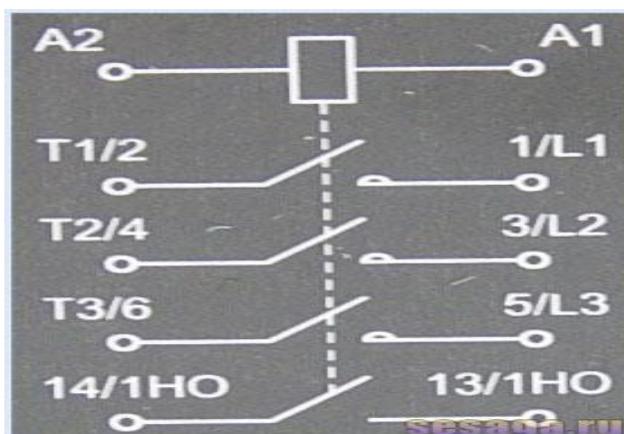


Рисунок 11 – Электрическая схема пускателя

Дополнительные устройства в магнитных пускателях

В магнитных пускателях могут различаться от использования в них следующих дополнительных устройств:

- ограничители по напряжению (защищают электронику от внезапных скачков напряжения);
- промежуточные реле РПЛУ, РПЛ (представляют собой дополнительное устройство управления);
- контактные основания (дополнительные) ПКЛ, ПКЛУ (размещаются на корпусе с целью увеличения вспомогательных контактов);
- приставки времени (задерживают выключение после подачи сигнала управления);

- тепловые реле РТЛ, РТТ, РТЛУ – защищают электродвигатели от перегрева фаз и токов перегрузки.

При эксплуатации иногда возникает необходимость использования большего числа контактов чем имеется на магнитном пускателе. В этом случае используют дополнительный блок контактов (приставка контактной) рисунок 12.

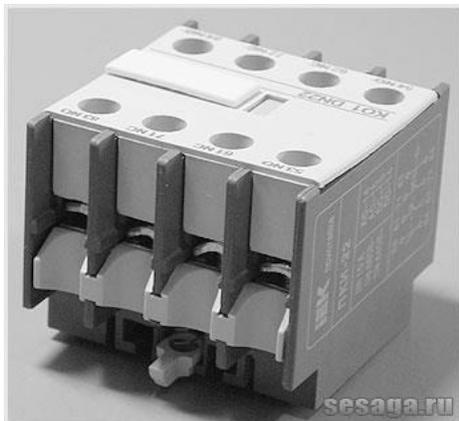


Рисунок 12 – Блок контактов или приставка контактная

Магнитный пускатель с блоком контактов изображен на рисунке 13.



Рисунок 13 – Магнитный пускатель с блоком контактов

Блок контактов является составной частью магнитного пускателя, но не всегда используется. Когда пускатель работает в схеме где необходимы дополнительные контакты, (реверс электродвигателя, сигнализация работы или включение дополнительного оборудования), то в этих случаях служит блок контактов или, как его еще называют - приставка контактная.

Внутри блока контактов (приставки контактной) встроена подвижная контактная система, она жестко соединяется с контактной системой магнитного пускателя. Крепится приставка в верхней части пускателя, где для этого предусмотрены специальные полозья с зацепами рисунок 14.



Рисунок 14 – Соединение блока контактов с контактной системой магнитного пускателя

Контактная система приставки может состоять из нормально замкнутых и нормально разомкнутых контактов.

На рисунке 15 схематично показаны контакты под номерами 1-2 (NO) нормально разомкнутый и 3-4 (NC) нормально замкнутый, закрепленных на одной вертикальной оси. В правой части рисунка показано графическое изображение контактов, на второй используемое на электрических принципиальных схемах.

Все контакты на схемах показывают при отсутствии напряжения

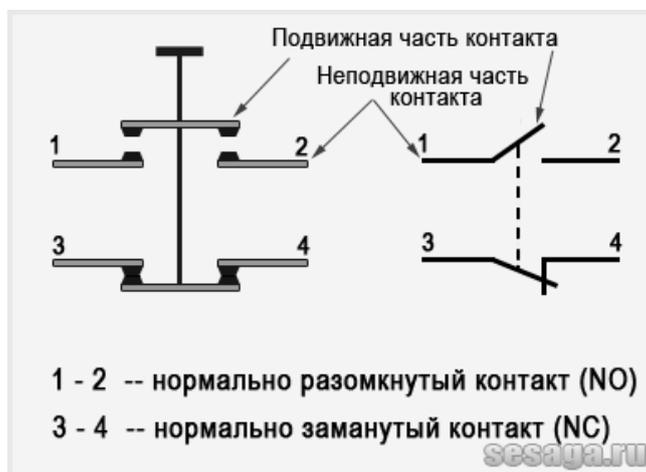


Рисунок 15 – Нормально разомкнутый (NO) контакт в нерабочем состоянии

При подключении катушки к сети возникает магнитное поле, которое притягивает якорь, связанный с подвижными контактами.

Контакт 1-2 замкнется, а нормально замкнутый 3-4 разомкнется рисунок 16.

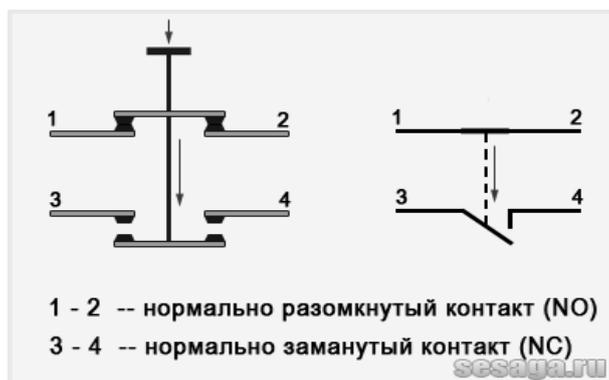


Рисунок 16 – Нормально замкнутый (NC) контакт в нерабочем состоянии

Таким образом у блока контактов в исходном состоянии, когда магнитный пускатель обесточен, нормально разомкнутые контакты 53NO–54NO и 83NO–84NO разомкнуты, а нормально замкнутые 61NC–62NC и 71NC–72NC замкнуты. Об этом говорит шильдик с номерами клемм контактов, расположенный на боковой стенке блока контактов, а стрелка показывает направление движения контактной группы рисунок 17.

Приставка устанавливается сверху МП, приставка, скользя по направляющим до упора, при этом защелка приставки своими выступами заходит за выступы на корпусе МП. Способ крепления обеспечивает жесткую и надежную связь между приставкой и МП.

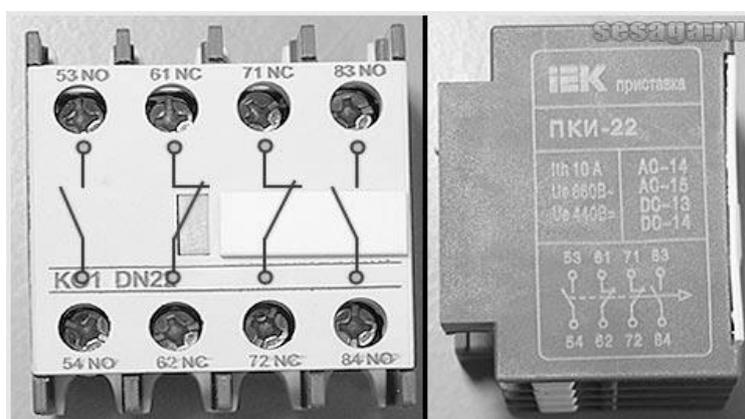


Рисунок 17 – Схема расположения контактов и шильдик

Чтобы блок снять, достаточно приподнять защелку и выдвигать блок в сторону защелки рисунок 14.

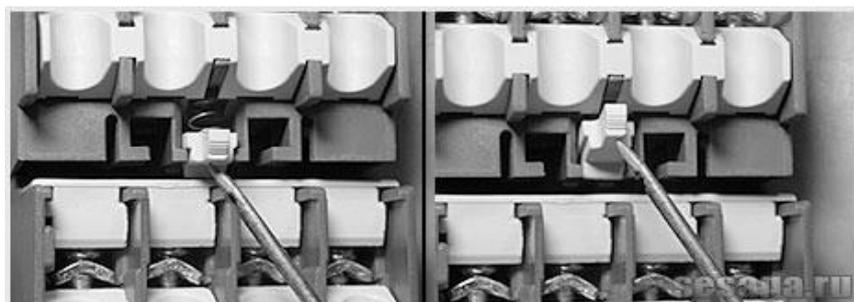


Рисунок 18 – Схема снятия приставки

Приставки выдержки времени пневматические

Приставки выдержки времени пневматические серии ПВЛ рисунок 19 или просто «приставка» предназначены для создания выдержки времени при включении или отключении МП. Приставки могут устанавливаться только на МП серии ПМЛ-1000...ПМЛ-4000.

Приставка устанавливается сверху МП, также как приставка с блоком контактов. Приставка выдержки времени ПВЛ применяется в устройствах релейной автоматики там, где нужна временная задержка.



Рисунок 19 – Приставка типа ПВЛ

Приставки серии ПВЛ выпускаются: с диапазоном выдержек времени от 0,1 до 15 с, от 0,1 до 30 с, от 10 до 100 с и от 10 до 180 с;

со степенью защиты IP00 и IP20, в двух исполнениях по износостойкости: А – $3 \cdot 10^6$ циклов; Б – $1,6 \cdot 10^6$ циклов.

Время устанавливается вручную, с помощью поворотного регулятора вверху приставки.

Из-за принципа действия приставки ПВЛ в обиходе называют также пневматическими приставками, пневмо приставками, пневматическими таймерами, пневматическими реле времени, пневматическими задержками, и т.п.

Области применения ПВЛ

Схема переключения двигателя “Звезда/Треугольник” выполняет роль управляющего реле, включая двигатель в схему “Звезда”, а через время – “Треугольник”.

Фильтрация дребезга контактов конечных выключателей и датчиков, задержка срабатывания.

Сторожевой таймер – если какая-то функция не выполняется в течение определенного времени, то включается аварийная защита, технологический процесс останавливая.

Работа в циклических системах – время “туда”, время “обратно”, пауза между циклами.

Принцип работы основан на механике и пневматике, при взводе (активизации) воздух выходит из резинового резервуара. Затем начинается отсчет времени за счет того, что резервуар набирает воздух. При наборе определённого количества воздуха нажимается рычаг, который воздействует на контакты рисунок 20.

Контактов в приставках всегда два – нормально закрытый и нормально открытый (НЗ и НО)

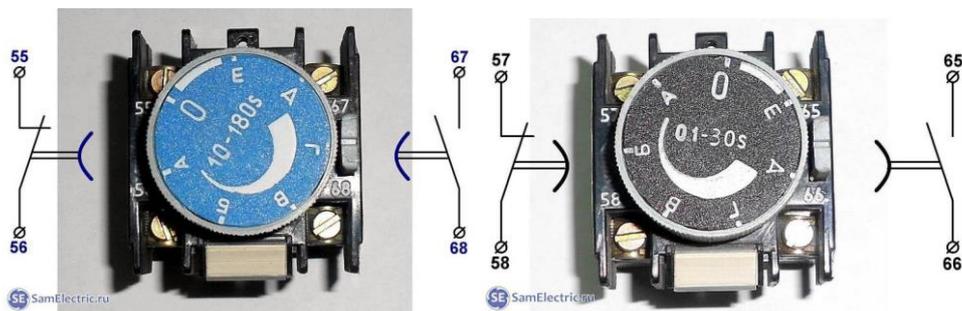


Рисунок 20 – Схема расположения контактов ВЛ-1, ПВЛ-2

Для увеличения количества вспомогательных контактов цепи управления МП (при установленной приставке серии ПВЛ) может применяться приставка бокового крепления серии ПКБ.

Реле промежуточные (РП) серии РПЛ рисунок 21 предназначено для применения в качестве комплектующих изделий в стационарных установках, в основном в схемах управления электроприводами при напряжении до 440 В постоянного тока и до 660 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц. Реле пригодны для работы в системах управления с применением микропроцессорной техники при шунтировании втягивающей катушки ограничителем ОПН или при тиристорном управлении. При необходимости, на РП может быть установлена одна из приставок ПКЛ или ПВЛ. РП исполнения М допускают также установку одной или двух приставок боковых ПКБ. Номинальный ток контактов -16А.



Рисунок 21 – Реле промежуточные (РП) серии РПЛ

Структура условного обозначения РП серии РПЛ РПЛ-Х1 Х2 Х3 Х4 Х5 4
Х6:

- РПЛ - условное обозначение серии;
- Х1 - исполнение реле по роду тока цепи управления:
 - 1 - с управлением на переменном токе;
- Х2 - количество замыкающих контактов;
- Х3 - количество размыкающих контактов;
- Х4 - исполнение приставки по степени защиты:

М - исполнение со степенью защиты IP20;

Отсутствие буквы означает приставку со степенью защиты IP00;

X5 - климатическое исполнение О, ОМ по ГОСТ 15150-69;

4 - категория размещения 4 по ГОСТ 15150-69;

X6 - Исполнение по коммутационной износостойкости в режиме нормальных коммутаций: А - $3 \cdot 10^6$ циклов; Б - $1,6 \cdot 10^6$ циклов.

Приставка памяти ППЛ-04 превращает РП серии РПЛ в двустабильное. Она состоит из электромагнита и защелки, которая позволяет удерживать контактную систему реле во включенном положении после обесточивания обмотки реле. При подаче напряжения на обмотку приставки памяти происходит освобождение защелки, и РП возвращается в состояние, соответствующее начальному состоянию одностабильного РП.

Структура маркировки магнитных пускателей

Структура условного обозначения ПМА

ПМА-X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8

ПМА обозначение серии;

X1- цифра, указывающая величину пускателя в зависимости от номинального тока: 3– 40 А; 5 – 100 А; 4 – 63 А, 80 А, 6 – 160 А.

X2 цифра, указывающая исполнение пускателя по назначению и наличию теплового реле:

1 – нереверсивный, без теплового реле;

2 – нереверсивный, с тепловым реле;

3 – реверсивный с электрической блокировкой, без теплового реле;

4 – реверсивный с электрической блокировкой, с тепловым реле;

5 – реверсивный с электрической и механической блокировками, без теплового реле;

6 – реверсивный с электрической и механической блокировками, с тепловым реле.

X3- цифра, указывающая исполнение пускателя по степени защиты и наличию кнопок:

0 – степень защиты Р00;

1 – степень защиты Р40 без кнопок;

2 – степень защиты Р54 без кнопок;

3 – степень защиты Р40 с кнопками «Пуск» и «Стоп»;

4 – степень защиты Р54 с кнопками «Пуск» и «Стоп».

X4 – исполнение по роду тока цепи управления: 1 – постоянный,

2 – переменный.

X5 – буква, обозначающая пускатели модернизированного исполнения – «М».

X6 – климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69.

X7– категория размещения по ГОСТ 15150-69.

X8 – исполнение по износостойкости: А, Б, В.

ПМА2100



Рисунок 22 – Магнитный пускатель серии ПМА

Структура условного обозначения ПМЛ

ПМЛ-Х1 Х2 Х3 Х4 Х5 Х6 Х7 Х8

ПМЛ - серия электромагнитных пускателей;

Х1 - величина пускателя по номинальному току; (1 - 10 (16) А; 2- 25 А; 3 - 40 А; 4 - 63 (80) А; 5 - 125 А; 6 - 160 А; 7 - 250 А).

Х2 - исполнение магнитный пускатель по назначению и наличию теплового реле:

1- нереверсивный магнитный пускатель без теплового реле;

2- нереверсивный магнитный пускатель с тепловым реле;

5 - реверсивный магнитный пускатель без теплового реле с механической блокировкой для степени защиты IP00, IP20 и с электрической и механической блокировками для степени защиты IP40, IP54;

6 - реверсивный магнитный пускатель с тепловым реле с электрической и механической блокировками;

7 - магнитный пускатель со схемой звезда-треугольник степени защиты IP54 (магнитный пускатель для трехфазного асинхронного двигателя, в пусковом положении которого обмотки статора соединяются звездой, а в рабочем положении - треугольником).

Х3 - исполнение магнитный пускатель по степени защиты и наличию кнопок управления и сигнальной лампы:

0 - IP00; 1 - IP54 без кнопок; 2 - IP54 с кнопками «Пуск» и «Стоп»;

3 - IP54 с кнопками «Пуск», «Стоп» и сигнальной лампой (изготавливается только на напряжения 127, 220 и 380 В, 50 Гц);

4 - IP40 без кнопок; 5 - IP40 с кнопками «Пуск» и «Стоп»; 6 - IP20.

Х4 - число и вид контактов вспомогательной цепи:

0 - 1з (на ток 10 и 25 А), 1з + 1р (на ток 40 и 63 А), переменный ток;

1 - 1р (на ток 10 и 25 А), переменный ток;

2 - 1з (на ток 10, 25, 40 и 63 А), переменный ток;

5 - 1з (на 10 и 25 А), постоянный ток;

6 - 1р (на ток 10 и 25 А), постоянный ток).

Х5 - сейсмостойкое исполнение магнитный пускатель (С);

Х6 - исполнение магнитный пускатель с креплением на стандартные рейки Р2-1 и Р2-3;

X7 - климатическое исполнение (О) и категория размещения (2, 4); X8 - исполнение по коммутационной износостойкости (А, Б, В)

Пускатели на токи 10, 25, 40 и 63 А допускают установку одной дополнительной контактной приставки ПКЛ или пневмоприставки ПВЛ. Номинальный ток контактов приставок ПВЛ и сигнальных контактов пускателей – 10 А. Номинальный ток контактов приставок ПКЛ – 16 А. Приставки ПВЛ имеют 1 замыкающий и 1 размыкающий контакты, приставки ПКЛ имеют 2 или 4 контакта (могут быть замыкающими и размыкающими).



Рисунок 23 – Магнитный пускатель серии ПМЛ

Структура условного обозначения КЛ серии ПКЛ

ПКЛ-Х1 Х2 Х3 Х4 Х5:

ПКЛ - условное обозначение серии;

Х1 - количество замыкающих контактов (0; 1; 2; 4);

Х2 - количество размыкающих контактов (0; 1; 2; 4);

Х3 - исполнение приставки по степени защиты;

М - исполнение со степенью защиты IP20;

Отсутствие буквы означает приставку со степенью защиты IP00;

Х4 - климатическое исполнение О, ОМ по ГОСТ 15150-69;

4 - категория размещения 4 по ГОСТ 15150-69;

Х5 - исполнение по коммутационной износостойкости в режиме нормальных коммутаций:

А - $3 \cdot 10^6$ циклов; Б - $1,6 \cdot 10^6$ циклов.

Контакты малогабаритные серии КМИ

Малогабаритные контакторы переменного тока общепромышленного применения серии КМИ на ток нагрузки от 9 до 95 А предназначены для пуска асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором на напряжение до 660 В. Все исполнения на ток нагрузки до 40 А имеют одну группу замыкающих или размыкающих дополнительных контактов. Исполнения на ток нагрузки свыше до 40 А - две группы (замыкающую и размыкающую). Контактторы позволяют дистанционно управлять цепями освещения, коммутировать трехфазные конденсаторные батареи и первичные обмотки трехфазных низковольтных трансформаторов.

Контакторы серии КМИ применяются в системах управления ленточными конвейерами, компрессорами, насосами, кондиционерами, тепловыми печами, цепями освещения.

Контакторы КМИ являются электромагнитными аппаратами переменного тока, магнитные системы которых разделены на две части: неподвижную, эластично закрепленную в основании из пластмассы, и подвижную с контактами для коммутации силовой цепи.



Рисунок 24 – контакторов малогабаритных серии КМИ

Структура условного обозначения контакторов малогабаритных серии КМИ

КМИ-Х1 Х2 Х3 Х4

КМИ - контактор малогабаритный

Х1 - габарит (1-9,12,18А 2 -25,32А, 3 -40, 50А, 4 -65,80,95А)

Х2 -двухзначное число номинальный ток категории АС-3, А (-9,12,18 2 - 25,32, 3 -40, 50, 4 -65,80,95)

М

Х3 -исполнение контактора (1 -нереверсивный без оболочки)

Х4 -дополнительные контакты (0-один замыкающий, 1 -один размыкающий, 2 - один замыкающий и один размыкающий)

Магнитные пускатели выбирают в зависимости от условий окружающей среды и схемы управления по:

- номинальному напряжению;
- номинальному току;
- току нагревательного элемента теплового реле;
- напряжению втягивающей катушки.

$$U_{МП} \geq U_{Н.УСТ} \quad (1)$$

$$I_{МП} \geq I_{Н.УСТ} \quad (2)$$

где $U_{МП}$, $I_{МП}$ - соответственно номинальные значения напряжения (В) и тока (А) магнитного пускателя;

$U_{Н.уст}$ $I_{Н.уст}$ - соответственно номинальные значения напряжения (В) и тока (А) электроустановки.

Помимо электромагнитных пускателей могут использоваться и тиристорные пускатели. Их используют в ответственных случаях, во взрывоопасных помещениях.

Тиристорный пускатель рисунок 25 состоит из силового блока, схемы управления, блока защиты БЗ и источника питания ИП цепей управления. При подаче напряжения в отсутствие аварийных состояний транзистор VT открыт. При нажатии кнопки SB1 получает питание катушка реле KV, контакты которого замыкают цепь управления соответствующими тиристорами. Допустим, что после замыкания контакта KV:1 положительная полуволна напряжения сети приложена к аноду тиристора VS1. Тогда ток управления, отпирающий этот тиристор, пройдет через диод VD1, контакт KV 1, резистор R1, управляющий электрод тиристора VS1. Тиристор открывается и пропускает ток к приемнику, а цепь управления шунтируется. При переходе тока через нуль тиристор VS1 закрывается. Следующая полуволна напряжения будет положительной для тиристора VS2, ток управления протекает через VD2, R1, KV:1 и управляющий электрод тиристора VS2, а тиристор VS2 открывается. Таким образом, к токоприемнику проходит ток прямого и обратного направлений.

Аналогично протекает процесс и в фазах А и С.

Блок токовой защиты БЗ воздействует на схему управления реле KV, запирая транзистор VT при увеличении тока свыше допустимых значений.

Тиристорные пускатели обладают следующими преимуществами перед электромагнитными: отсутствием искрообразования, высокой механической прочностью и стойкостью к воздействию вибраций, продолжительным сроком службы, бесшумностью в работе, малой мощностью управления. Недостаток тиристорных пускателей - большая стоимость. Применять их эффективно там, где используются в полной мере их хорошие качества: при большой частоте включений, в пожароопасных помещениях, передвижных машинах и т. п. В сельском хозяйстве используются пускатели серий ПТ-16-380, ПТ-40-380 на номинальные токи 16 и 40 А.

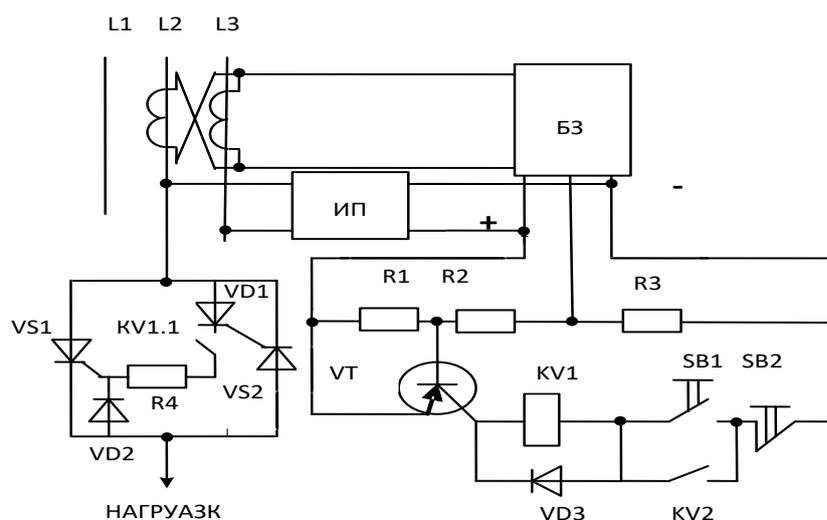


Рисунок 25 – Схема тиристорного магнитного пускателя серии ПМА

В состав магнитного пускателя может входить тепловое реле.

Во время эксплуатации энергетического оборудования на него постоянно воздействуют токовые перегрузки, снижающие долговечность. Защитой в таких

ситуациях служит тепловое реле для электродвигателя, отключающее электропитание при возникновении нестандартных обстоятельств.

Электротепловые реле предназначены для предотвращения выхода из строя электроприемников от перегрузок по показателям рабочего тока, в результате которых происходит превышение нормативных показателей рабочей температуры последних. Любой электрический двигатель имеет номинальный рабочий ток. Критическое превышение этой технической характеристики в течение длительного времени приведет к перегреву обмоток силовой установки, разрушению изоляционного слоя и выходу из строя мотора в целом.

Тепловые реле всех видов имеют аналогичное устройство. Наиболее важный элемент любого из них - чувствительная биметаллическая пластина.

Значение тока срабатывания находится под влиянием температурных показателей среды, в которой работает реле. Рост температуры уменьшает время срабатывания.

Чтобы это влияние свести к минимуму, разработчики устройств выбирают как можно большую температуру биметалла. С этой же целью некоторые реле снабжают дополнительной компенсационной пластиной.

В конструкцию реле заложен механизм ускорения срабатывания при резких перегрузках, что дает возможность практически исключить выход из строя защищаемого электродвигателя при внезапном заклинивании ротора или разрушении подшипников. Все исполнения реле имеют регулирование по току срабатывания, что дает возможность точно выставить уставку под конкретного потребителя (электропривод, технологическая установка и т.д.).

Для обеспечения защиты электрических двигателей и другого оборудования от перегрузок широко используются устройства с биметаллическими элементами. Эти приборы работают в соответствии с законом физики, описанным учеными Джоулем и Ленце в 19 веке и определяющим зависимость выделенного тепла от силы тока на конкретном участке электрической цепи. Именно этот закон является определяющим в работе электротеплового реле (расцепителя). В составе конструкции прибора имеется спираль, которая является излучателем тепла. Непосредственно рядом с ней монтируется биметаллическая пластина, реагирующая на излучаемое тепло.

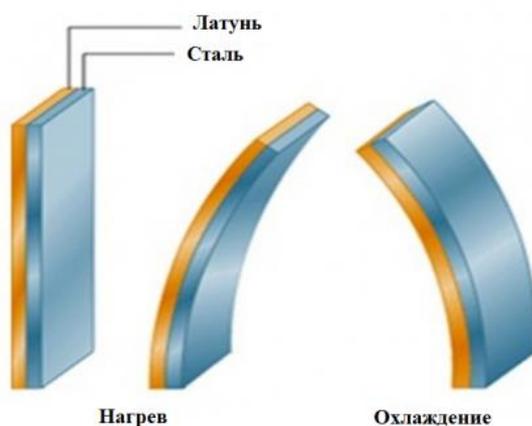


Рисунок 26 – Биметаллические пластины

Термо-пластины Б (и металлические пластины) изготовлены из двух металлических сплавов с различной теплопроводностью, которые при нагреве/охлаждении меняют свою геометрию. Это свойство биметаллических элементов заложено в принцип функционирования теплового расцепителя. При любом увеличении или уменьшении тока нагрузки, нагревательные элементы изменяют температуру, тем самым рабочие пластины меняют свое пространственное расположение и механически воздействуют на толкатель, который размыкает или замыкает контактные группы термореле, подключенные к обмоткам магнитного пускателя (МП). Пускатель двигателя срабатывает и отключает нагрузку от электрической сети. Стандартная конструкция электро-теплового реле представлена на рисунке 27.

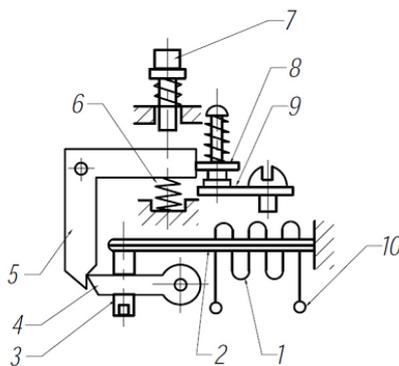


Рисунок 27 – Схема теплового реле

- 1-нагревательный элемент
- 2 -биметаллическая пластина
- 3-винт
- 4-защелка
- 5-рычаг
- 6пружина
- 7-кнопка возврата
- 8-подвижный контакт

Состоит прибор из корпуса, нихромового нагревателя, биметаллической пластины, защелки, винта, рычага, подвижного контакта и кнопки возврата (+)

Под действием протекающего тока биметаллическая пластина нагревается и прогибается в сторону металла, имеющего меньший коэффициент теплового расширения. Чем больший ток будет протекать через пластину, тем сильнее она будет греться и прогибаться, тем быстрее сработает защита и отключит нагрузку.

Допустим, что электродвигатель подключен через тепловое реле и работает в нормальном режиме. В первый момент времени работы электродвигателя через пластины течет номинальный ток нагрузки, и они нагреваются до рабочей температуры, которая не вызывает их изгиб.

По какой-то причине ток нагрузки электродвигателя стал увеличиваться и через пластины потек ток выше номинального. Пластины начнут сильнее

греться и прогибаться, что приведет в движение подвижную систему и она, воздействуя на дополнительные контакты реле (95 – 96), обесточит магнитный пускатель. По мере остывания пластины вернуться в исходное положение и контакты реле (95 – 96) замкнутся. Магнитный пускатель опять будет готов к запуску электродвигателя.

В зависимости от величины протекающего тока в реле предусмотрена уставка срабатывания по току, влияющая на силу изгиба пластины и регулирующая поворотным регулятором, расположенным на панели управления реле.

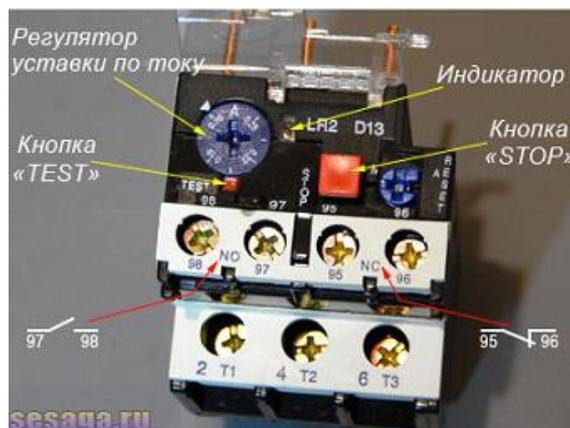


Рисунок 28 – Тепловое реле

Помимо поворотного регулятора на панели управления расположена кнопка «TEST», предназначенная для имитации срабатывания защиты реле и проверки его работоспособности до включения в схему.

«Индикатор» информирует о текущем состоянии реле.

Кнопкой «STOP» обесточивается магнитный пускатель, но как в случае с кнопкой «TEST», контакты (97 – 98) не замыкаются, а остаются в разомкнутом состоянии. И когда Вы будете задействовать эти контакты в схеме сигнализации, то учитывайте этот момент.

Электротепловое реле может работать в ручном или автоматическом режиме (по умолчанию стоит автоматический режим).

Для перевода в ручной режим необходимо повернуть поворотную кнопку «RESET» против часовой стрелки, при этом кнопка слегка приподнимается.

Существующие типы устройств

Класс тепловых реле включает несколько видов: ТРН, РТЛ, ТРП, РТИ, РТТ.

Применение каждого обусловлено особенностями конструкции.

Токовое реле двухфазное (ТРН), используют в основном для электрозащиты двигателей асинхронных, имеющих короткозамкнутый ротор. Как правило, они работают от сети с номиналом до 500 В, частотой 50 Гц.

Оснащено реле ручным механизмом управления контактами. Габариты ТРН дают возможность встраивать их в комплектные устройства как закрытого,

так и открытого типа станций, координирующих работу приводов. Функцию защиты от КЗ они не выполняют и сами нуждаются в ней.

Реле ТРП имеют механизм, устойчивый к вибрациям, ударопрочный корпус. Разработаны для охраны асинхронных трехфазных двигателей, функционирующих в условиях больших механических нагрузок.

Расчитаны они на максимальный ток до 600 А и напряжение максимум 500 В, а в цепях с постоянным током – 440 В. Автоматика нечувствительна к внешней температуре и срабатывает тогда, когда показатель превышает 200°С.

Устройства РТЛ – трехфазные, кроме защиты двигателя от перегрузок, предохраняют от заклинивания ротор. Они страхуют его от поломок в случае перекоса фаз, при затяжном пуске.

Работают автономно с клеммниками КРЛ и в модификации с магнитным пускателем ПМЛ. Точковый рабочий промежуток — от 0,10 до 86 А.

РТТ – защищает асинхронные двигатели от токовых бросков, перекоса фаз, заклинивания и других нештатных ситуаций. Используется и как самостоятельный прибор, и в виде встройки в пускатели ПМА, ПМЕ.

Изделие трехфазное РТИ наделено теми же функциями, что и предыдущее, но используется в модификации с пускателями КТМ и КМИ.

Базовыми данными устройства, защищающего двигатель, являются:

1. Быстродействие контактов в зависимости от параметров тока – времятоковый показатель.

2. Рабочий ток, при котором ТП срабатывает.

3. Предельные токовые регулировки уставки. Во всех приборах, выпускаемых разными производителями, этот параметр отличается незначительно. Превышение номинала на 20% влечет за собой срабатывание прибора минут через 25.

4. Номинальная величина тока рабочей биметаллической пластины. Имеется в виду значение, при превышении которого реле не отключается немедленно.

5. Точковый диапазон, в котором срабатывает реле.

При выборе теплового реле следует руководствоваться номинальным током нагрузки (как правило, это электродвигатель). Обычно ток термореле на 20-30% больше чем номинальный ток двигателя, так как реле срабатывает в течение 20 минут, если ток выше рабочего значения в 1,2-1,3 раза. Необходимо учитывать и время нагрева, так как при кратковременной перегрузке, нагревается только обмотка двигателя, а при долговременной – весь корпус целиком.

Номинальный ток теплового реле выбирают исходя из номинальной нагрузки электродвигателя. Выбранный ток теплового реле составляет (1,2–1,3) номинального значения тока электродвигателя (тока нагрузки), т. е. тепловое реле срабатывает при 20–30% перегрузке в течение 20 минут:

$$I_{\text{ном.т.р.}} \geq (1,2 \dots 1,3) I_{\text{ном.дв.}}$$

При выборе теплового реле с регулируемым током срабатывания необходимо стремиться к тому, чтобы ток уставки находился в центре диапазона регулирования.

При выборе тепловых реле предпочтительнее выбирать трехполюсное реле серии РТЛ, а при больших токах – 3 однополюсных реле серии РТТ.

Постоянная времени нагрева электродвигателя зависит от длительности токовой перегрузки. При кратковременной перегрузке в нагреве участвует только обмотка электродвигателя и постоянная нагрева 5–10 минут.

При длительной перегрузке в нагреве участвует вся масса электродвигателя и постоянная нагрева 40–60 минут. Поэтому применение тепловых реле целесообразно лишь тогда, когда длительность включения превышает 30 минут.

Основные параметры тепловых реле

1. Номинальный ток. При определенном значении ТР не срабатывает в течение длительного промежутка времени. В то же время превышение лимита не приводит к незамедлительному отключению цепи. Например, если значение больше номинального на 20 %, то ТР сработает примерно через 20–30 минут.

2. Номинальное напряжение. Обычно бытовые модели предназначены для эксплуатации в однофазных сетях переменного тока (220 вольт и 50 Гц). При этом выпускаются и промышленные тепловые реле, которые могут быть рассчитаны на использование в трехфазных сетях.

3. Эксплуатационные условия.

Категория размещения тепловых реле определяется в соответствии с нормами ГОСТ 15150. Стандарт описывает возможные температурные значения и уровень влажности, а также устойчивость прибора к вибрациям, ударам, взрывоопасным газам.

4. Граница срабатывания теплового реле.

5. Количество и вид дополнительных контактов управления.

6. Чувствительность к перекосу фаз.

Структура условного обозначения реле серии РТЛ.

РТЛ-Х1 ХХХ2 Х3 Х4 Х5 Х6 4:

РТЛ - буквенное обозначение серии реле;

Х1 - цифра, обозначающая номинальный ток реле

1 - исполнение на токи до 25А; 2 - исполнение на токи до 93А;

ХХХ2 - цифры, обозначающие диапазон токов уставки

Х3 - исполнение реле с уменьшенными габаритными размерами:

Д - буква, обозначающая исполнение реле РТЛ-2000 для установки с магнитными пускателями ПМЛ-4160ДМ, ПМЛ-4560ДМ;

К - буква, обозначающая исполнение реле РТЛ-2000 для установки с магнитными пускателями ПМЛ-3000Д;

М - буква, обозначающая исполнение реле со степенью защиты контактных зажимов IP20 по ГОСТ 14255-69;

Х4 - способ возврата реле: 1 - ручной возврат; 2 - самовозврат;

Х5 - класс расцепления: В - класс расцепления 10, отсутствие буквы - класс расцепления 10А;

Х6 - климатическое исполнение О, ОМ по ГОСТ 15150-69;

4 - категория размещения 4 по ГОСТ 15150-69.



Рисунок 29 – Теплового реле РТЛ

Серия РТЛ-М2 перекрывает диапазон токов 0,1-93 А и имеет 21 исполнение.

Структура условного обозначения реле серии РТТ.

РТТ-Х1 Х2 Х3 Х4 Х5 Х6:

РТТ - реле электротепловое токовое

Х1- цифра, определяющая тип реле по величине номинального тока 3 – исполнение на токи: 50 А; 63 А; 80 А; 100 А; 125 А; 160 А.

Х2 - цифра, определяющая способ установки реле:

1 – исполнение для индивидуальной установки;

2 – исполнение для комплектации с пускателями серии

Х3- цифра, определяющая исполнение реле по роду контактов вспомогательной цепи:

1 – исполнение с одним размыкающим контактом, отсутствие цифры обозначает исполнение реле с переключающим контактом;

Х4 - буква, определяющая исполнение реле пониженной инерционности

Х5 - климатическое исполнение

Х6 -категория размещения

Преимущества реле РТЛ-М и РТЛ-М2:

- реле фиксируются с помощью специального выступа и жестких выводов силового присоединения непосредственно МП;

- серии выполнены в двух габаритах: габарит 1 стыкуется с МП серии ПМЛ на ток до 25 А, габарит 2 - для МП на ток от 40-95А;

- наличие двух групп свободных контактов: 95-96 - на размыкание, 97-98 - на замыкание;

- два режима возврата механизма реле в исходное состояние после остывания термобиметаллических нагревателей: ручной кнопкой «Reset», автоматический;

- наличие механизма ускорения на 40 % срабатывания при больших токах перегрузки или перекосе фаз с элементами термокомпенсации;

- возможность пломбирования реле после настройки под рабочие параметры защищаемого оборудования.

Преимущества реле серии РТЛ.У:

- реле имеют встроенную защиту от обрыва или пропадания фазы, заклинивания ротора в виде механической системы «коромысел»;

- реле имеют два режима: ручной (взвод реле по нажатию кнопки) и автоматический (самопроизвольный взвод реле после остывания биметаллических пластин);
- в реле есть функция «Тестирование» (имитация срабатывания теплового реле без перегрузки);
- токовые уставки выставляются поворотом диска. Диск закрывается прозрачной крышкой, которая может быть опломбирована;
- реле РТЛ1У-РТЛ3У имеют подвижные контактные выводы, что позволяет легко подключать их к разным типоразмерам МП типа ПМУ09-95 без использования дополнительных инструментов;
- реле РТЛ4У крепится отдельно от контактора. Электрическое соединение осуществляется с помощью проводов.

Схемы включения магнитных пускателей

Магнитный пускатель применяется преимущественно для организации безопасного подключения (и управления) трехфазными электроприемниками, в частности асинхронными трехфазными электродвигателями. Поэтому рассмотрим варианты работы схемы при различных условиях.

Суть схемы подключения любого МП сводится к управлению питанием его катушки. Известно, что срабатывание и отключение МП (втягивание и возврат силовых контактов) происходит замыканием и размыканием цепи питания катушки.

Схема подключения магнитного пускателя с катушкой управления на напряжение 220 В приведена на рисунке 30.

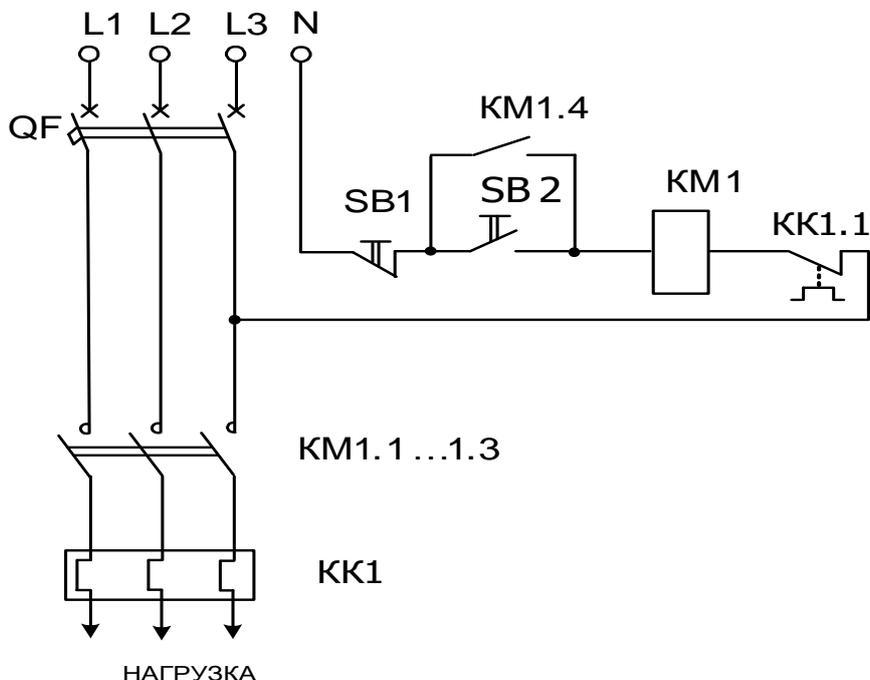


Рисунок 30 – Принципиальная электронная схема подключения магнитного пускателя с катушкой на 220В

Питание на катушку магнитного пускателя КМ1 поступает через контакты последовательно включенных в ее цепь кнопки «Пуск» - SB2, «Стоп» SB1 и контакты теплового реле КК1.1. При нажатии на кнопку «Пуск» ее контакты замыкаются и питание на катушку поступает по цепи, N замкнутые контакты кнопки «Стоп» SB1, кнопку «Пуск» - SB2, катушку пускателя МП1, нулевой провод L3. Сердечник магнитного пускателя притягивает якорь, замыкая силовые подвижные контакты КМ1.1...1.3 и блокировочный КМ1.4 на нагрузку подается напряжение.

При отпускании кнопки «Пуск» SB2 цепь катушки не разрывается, так как параллельно SB2 включен блок-контакт КМ1.4 с замкнутыми контактами (якорь магнитного пускателя втянут) - фазное напряжение L3 на катушку будет поступать через них.

Нажатием кнопки «Стоп» SB1 цепь питания катушки КМ1 разрывается, происходит возврат группы подвижных контактов КМ1.1...1.3 в исходное состояние и нагрузка, таким образом, оказывается обесточенной. То же самое происходит при токовой перегрузке электродвигателя, на нагревательных элементах теплового реле КК1 выделяется дополнительная тепловая энергия, которая приводит к срабатыванию размыкающего контакта теплового реле КК1.1, прерывая, в данном случае ноль N, питающий катушку КМ1 магнитного пускателя.

Схема подключения магнитного пускателя с катушкой на 380 В приведена на рисунке 31.

Различия этих двух схем подключения МП состоят лишь в питающем напряжении катушки. В первом случае, при подключении МП с рабочим напряжением катушки 220 В, для ее питания были использованы ноль и фаза L3, во втором - две питающие фазы L2 и L3.

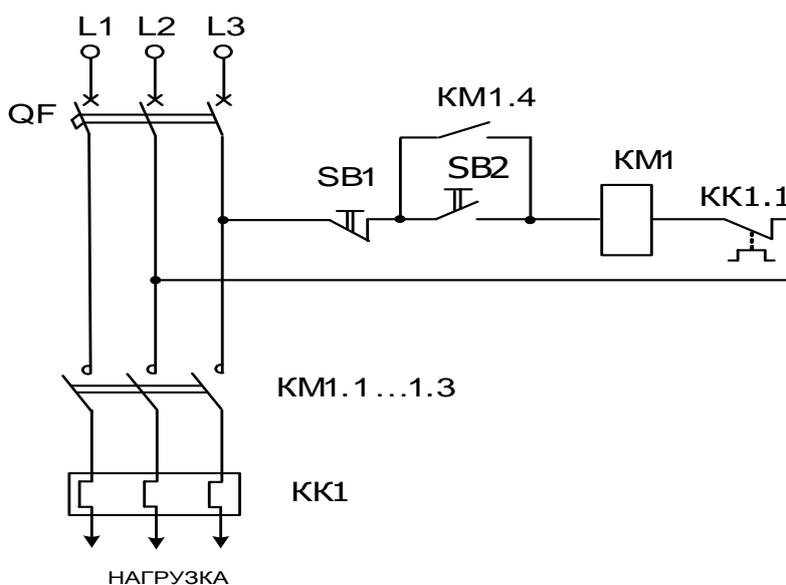


Рисунок 31 – Принципиальная электронная схема подключения магнитного пускателя с катушкой на 380 В

Нередко, в процессе эксплуатации электрооборудования возникает необходимость управлять с двух и более мест. Такая функция, способ управления наиболее часто бывает востребован на производстве и может быть связан с особенностями процессов производства.

В качестве примера можно привести электродвигатель, управляемый с двух мест двумя кнопчными постами конвейера вентиляции и т.д.

Схема подключения электродвигателя, управляемого с двух мест мало чем отличается от стандартной схемы подключения двигателя, управляемого одним постом. Особенность такой схемы в том, что кнопки «Стоп» включаются последовательно, а кнопки «Пуск» параллельно.

Такая схема приведена на рисунке 32.

При включении одной из кнопок (SB2, SB4) напряжение проходя через кнопки SB1 и SB3 запитывает катушку KM1. Блок-контакт KM1.4 поставит катушку на самопитание. В силовой цепи контакты магнитного пускателя KM1.1...1.3 замкнутся и напряжение, проходя через нагревательные элементы теплового реле КК1 поступит на электродвигатель. Двигатель начнет вращаться. Чтобы отключить электродвигатель нажимаем одну из кнопок SB1 или SB3. Катушка обесточится, блок-контакт KM1.4 и силовые контакты KM1.1...1.3 разомкнутся и тем самым отключат электродвигатель от напряжения.

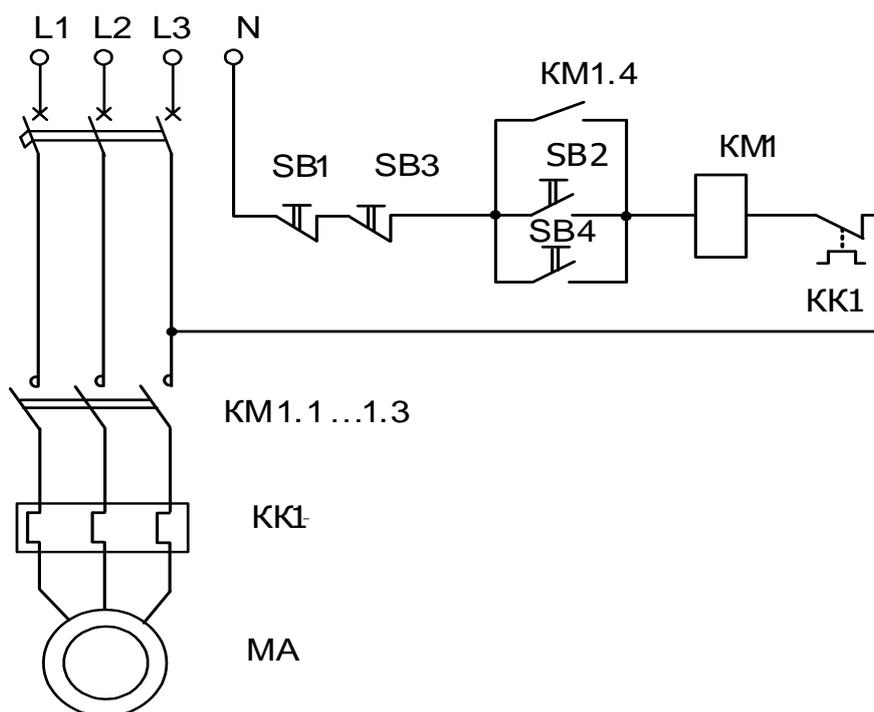


Рисунок 32 – Принципиальная классическая схема пуск с двух мест трехфазного электродвигателя

При длительном токе перегрузке сработает тепловой датчик КК, который разомкнет контакт КК1.1, и это тоже приведет к остановке электродвигателя.

Электрическая принципиальная схема нереверсивного МП, со встроенными в оболочку кнопками управления и сигнальными лампами приведена на рисунке 33.

Подачей коммутационным аппаратом из распределительного щита (автоматическим выключателем, рубильником) напряжения на клеммы трехполюсного автоматического выключателя QF (светится красная сигнальная лампа HL1) осуществляется подготовка к работе схемы.

После включения автоматического выключателя QF (светится зеленая сигнальная лампа HL2) напряжение подается на его клеммы и на главные замыкающие контакты магнитного пускателя KM1.1...1.3. Катушка магнитного пускателя KM1 подключается к сети через контакты теплового реле КК1.1 и кнопок управления «Пуск» SB2 и «Стоп» SB1.

При нажатии на кнопку «Пуск» SB2 замыкается цепь фаза (С) L3, кнопка «Стоп» SB1, кнопка «Пуск» SB2, катушка магнитного пускателя KM1, контакты теплового реле КК1.,1 катушка KM1.

Электрический ток проходит по катушке KM1, создает магнитное поле, которое притягивает якорь к сердечнику, и тем самым замыкает главные и вспомогательные контакты магнитного пускателя контакты KM1.1...1.3, KM1.4 и KM1.5. Напряжение подается на обмотки электродвигателя МА, и осуществляется его пуск, о чем сигнализирует лампа HL3.

Для отключения электродвигателя нажимается кнопка «Стоп» SB1. Катушка теряет питание, после чего якорь под действием возвратных пружин отходит от сердечника, и контакты возвращаются в первоначальное положение.

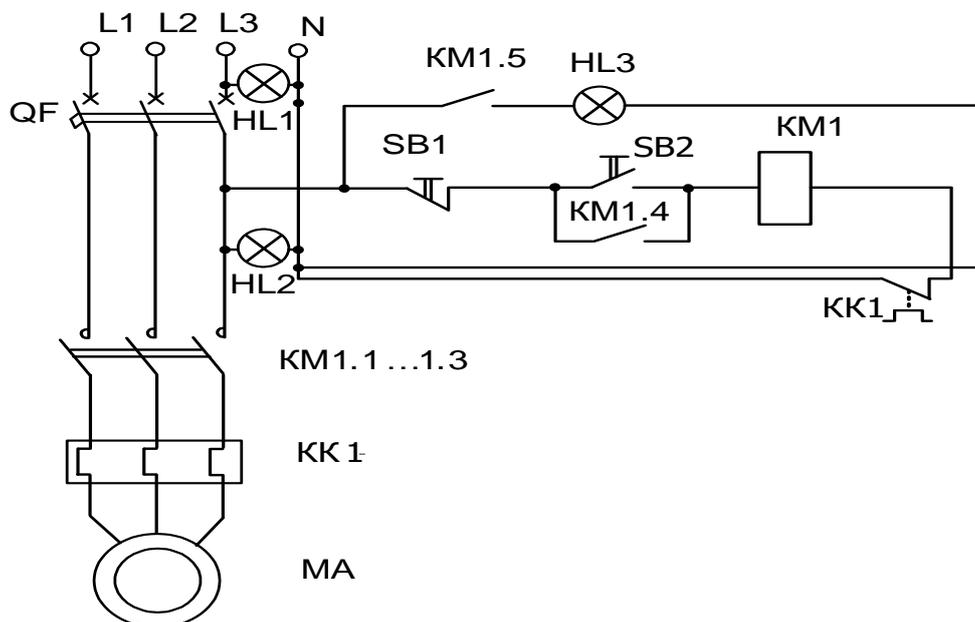


Рисунок 33 – Принципиальная классическая схема пуск с двух мест трехфазного электродвигателя

При эксплуатации электродвигателей возникает необходимость изменять направление вращения.

Для изменения направления вращения асинхронного трехфазного двигателя необходимо поменять местами две фазы в любом месте силовой цепи. Это можно сделать вручную, что займет много времени, или использовать реверсивный магнитный пускатель, комплектуемый из двух нереверсивных.

Реверсивный магнитный пускатель предназначен для пуска, остановки и изменения направления вращения (реверс) асинхронного электродвигателя. Реверсивный пускатель имеет сдвоенный контактор.



Рисунок 33 – Реверсивный магнитный пускатель

Рассмотрим силовую цепь электродвигателя, управляемого реверсивным магнитным пускателем рисунок 34.

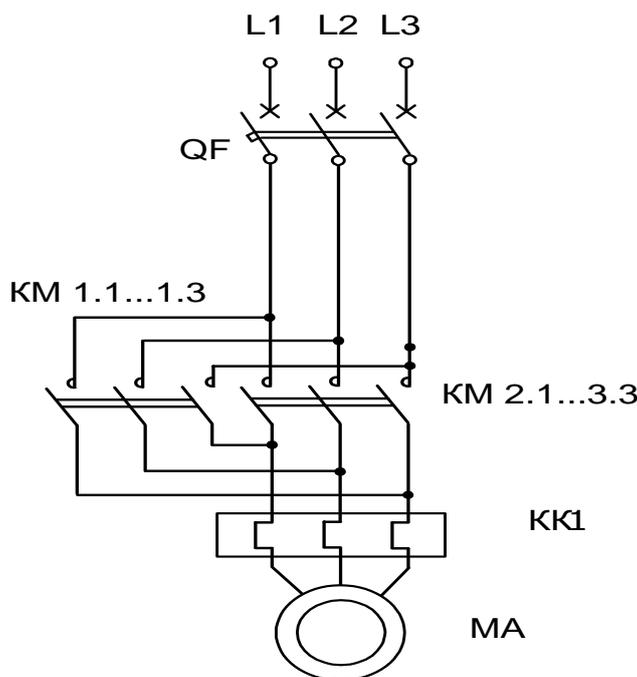


Рисунок 34 – Силовая цепь питания двигателя

При срабатывании пускателя KM 1 замыкаются силовые контакты первого пускателя, чередование фаз на двигателе - L13, L23, L33. При срабатывании KM 2 замыкаются силовые контакты второго пускателя дает следующее чередование фаз - L32, L22, L12). Фазы L1 и L3 меняются местами. Реверс осуществим, остается только подавать напряжение на катушки пускателей KM1 и KM 2, чтобы их силовые контакты поочередно замыкались. Если схемы управления контактами независимы друг от друга, возможны ошибки оператора, и тогда, при одновременной подаче напряжения на обе катушки пускателей, замкнутся контакты KM 1 и KM2, и произойдет двухфазное КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ.

Для исключения одновременного включения двух пускателей, что вызывает короткое замыкание фаз сети и опрокидывание электродвигателя, используют блокировки:

- механическую - с помощью рычагов, препятствующих включению одного пускателя, если включается другой пускатель;
- электрическую- с помощью вспомогательных контактов магнитных пускателей
- электрическую- с помощью вспомогательных контактов кнопок «Пуск».

Для механической блокировки пускателей предусмотрены специальные устройства, которые соединяют собой два пускателя. До тех пор, пока один из пускателей находится во включенном состоянии, другой пускатель не сможет включиться, даже если по его катушке будет протекать ток.

Для того, чтобы катушка пускателя при этом не вышла из строя – в цепи управления должен быть предохранитель (или автоматический выключатель, обычно автомата номиналом 6А достаточно для защиты).

Реверсивный магнитный пускатель с механической блокировкой изображен на рисунке 35.

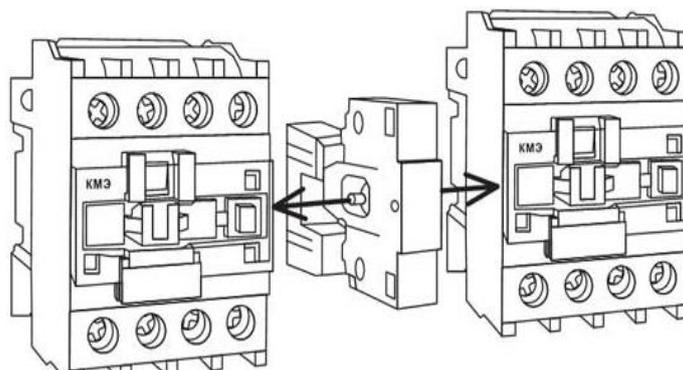


Рисунок 35 – Реверсивный магнитный пускатель с механической блокировкой

Конструкция этих приборов считается довольно простой. Корпус выполняется из пластмассы, а внутри имеется якорь и сердечник. На сердечнике устанавливается специальная катушка вытягивающего типа. Из-за особенностей схемы этого устройства получается так, что вся верхняя часть корпуса занята траверсными направляющими, над которыми устанавливается якорь. Кроме этого возле этого элемента монтируются также специальные мосты с пружинами, которые предназначены для блокировки изделия.

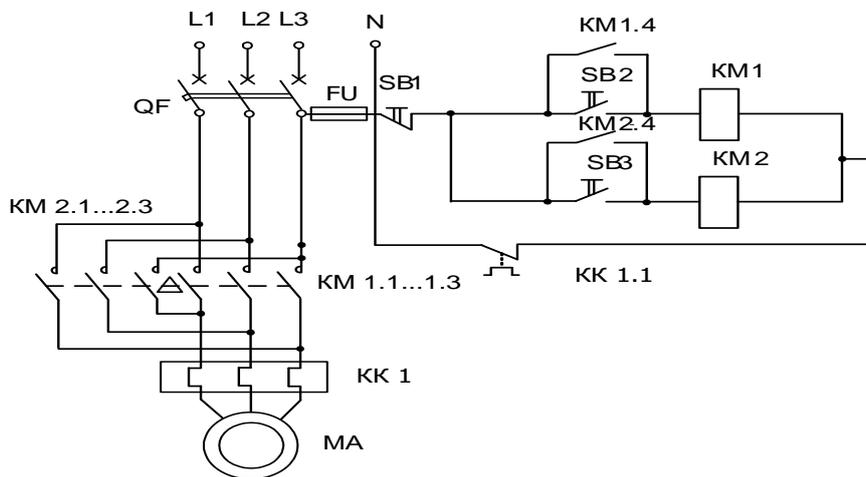


Рисунок 36 – Схема электрическая принципиальная реверсивного управления электродвигателем с механической блокировкой магнитного пускателя

Работает схема следующим образом: нажатием кнопки «Пуск» (SB 2) замыкается цепь питания катушки KM1, (ваза с L3, предохранитель FU, кнопка «Пуск» SB 2, катушка магнитного пускателя KM1, Контакт теплового реле KK1.1, нулевой провод N происходит втягивание якоря пускателя и замыкание силовых контактов KM1.1...1.3, KM1.4. После отпущения кнопки пуск ток протекает через блокировочный контакт KM1.4. Питание с очередностью фаз L1, L2, L3 поступает на клеммы электродвигателя.

Остановка двигателя производится нажатием кнопки «Стоп» (SB1) - ее контакты «разрывают» питающую фазу катушки L3. Прерывание питания катушки KM1 приводит к возврату подвижных силовых контактов в исходное положение, таким образом, электродвигатель оказывается отключенным.

Нажатием кнопки «Пуск» (SB3) по аналогии замыкается цепь питания катушки KM2, происходит втягивание и замыкание силовых контактов KM2 и питание, теперь уже с очередностью фаз L3, L2, L1, поступает на клеммы электродвигателя. Таким образом, вращаться вал электродвигателя теперь будет в противоположном направлении.

При одновременном нажатии кнопок «Пуск» сработает только один пускатель, второй будет заблокирован от включения системой рычагов.

Принципиальная схема реверсивного магнитного пускателя с блокировкой замкнутыми контактами магнитного пускателя изображена на рисунке 37.

Схемой предусмотрена электрическая блокировка, которая не допускает одновременного включения двух контакторов. Магнитный пускатель обеспечивает электрическую блокировку отключенного реверсивного пускателя тем, что питание катушки пускателя осуществляется через нормально замкнутые контакты и при включении одного из пускателей второй блокируется ими.

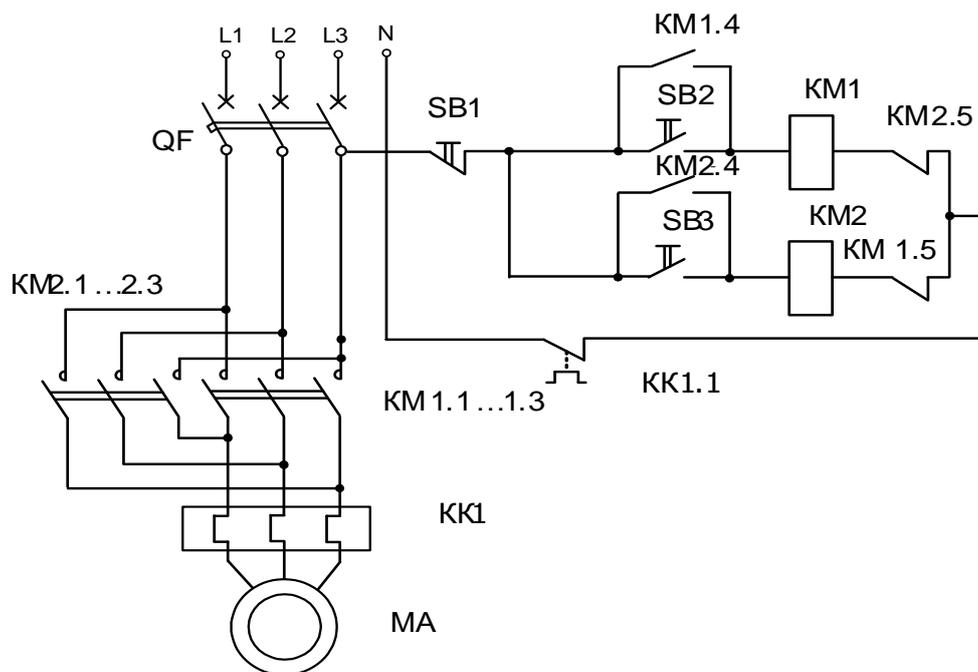


Рисунок 37 – Схема электрическая принципиальная реверсивного управления электродвигателем с блокировкой замкнутыми контактами магнитного пускателя

При нажатии кнопки «Пуск» SB 2 замыкается цепь питания катушки KM1, (фаза (С) L3, кнопка «Пуск» SB 2, катушка магнитного пускателя KM1, замкнутый контакт KM 2.5, контакт теплового реле KK1.1, нулевой провод N. Происходит втягивание якоря пускателя и замыкание силовых контактов KM1.1...1.3, блок – контакта KM1.4 и размыкание контакта KM1,5. После отпущения кнопки пуск ток протекает через блокировочный контакт KM1.4. Питание с очередностью фаз L1, L2, L3 поступает на клеммы электродвигателя.

Остановка двигателя производится нажатием кнопки «Стоп» SB1 - ее контакты «разрывают» питающую фазу катушки L3. Прерывание питания катушки KM1 приводит к возврату контактов в исходное положение KM1.1...1.3 и KM 1.4 размыкаются, а KM1.5 замыкается таким образом, электродвигатель оказывается отключенным от напряжения.

Нажатием кнопки «Пуск» SB3 по аналогии замыкается цепь питания катушки KM2, происходит втягивание и замыкание силовых контактов KM2.1...2.3 и питание, теперь уже с очередностью фаз L3, L2, L1, поступает на клеммы электродвигателя. Таким образом, вращаться вал электродвигателя теперь будет в противоположном направлении.

Блокировка первого магнитного пускателя KM1, в случае ошибочного включения кнопки «Пуск» SB3, осуществляется последовательным включением в цепь питания катушки KM1 нормально замкнутого блок-контакта KM2.5 второго магнитного пускателя KM2. В цепь катушки KM 2 последовательно включен нормально замкнутый блок-контакт KM1.5, а в цепь катушки KM1 включен нормально закрытый блок-контакт KM2.5.

Принципиальная схема реверсивного магнитного пускателя с блокировкой контактами кнопки изображена на рисунке 38.

Схемой предусмотрена электрическая блокировка, которая не допускает одновременного включения двух контакторов.

Одновременное включение главных контактов реверсивного пускателя при нажатии обеих кнопок SB1 и SB2 исключено, так как кнопка замыкает одну цепь и размыкает вторую. Такая схема включения позволяет изменять направление вращения без остановки электродвигателя.

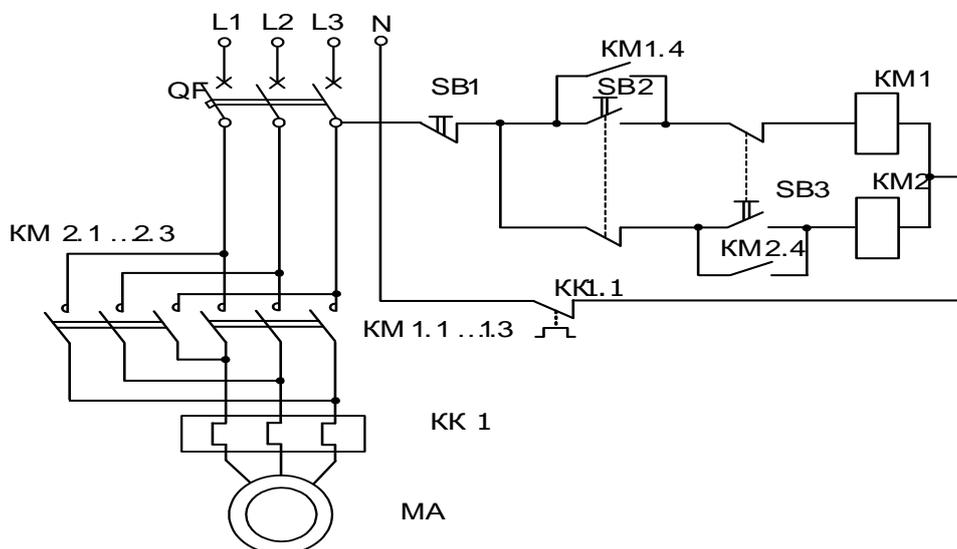


Рисунок 38 – Схема электрическая принципиальная реверсивного управления электродвигателем с блокировкой контактами кнопочной станции

При нажатии кнопки «Пуск» SB 2 замыкается цепь ,(фаза (С) L3, кнопка «Стоп» SB1, кнопка «Пуск» SB 2 (разомкнутые контакты),замкнутые контакты кнопки SB3, катушка магнитного пускателя KM1, контакт теплового реле КК1.1, нулевой провод N. Происходит втягивание якоря пускателя и замыкание силовых контактов KM1.1...1.3 и блок – контакта KM1.4.При этом кнопка «Пуск» SB 2 своими замкнутыми контактами размыкает цепь ,(фаза (С) L3, кнопка «Пуск» SB 2 (замкнутые контакты), SB3 разомкнутые контакты, катушка магнитного пускателя KM2, контакт теплового реле КК1.1, нулевой провод N После отпускания кнопки пуск ток протекает через блокировочный контакт KM1.4. Питание с очередностью фаз L1, L2, L3 поступает на клеммы электродвигателя.

Остановка двигателя производится нажатием кнопки «Стоп» SB1 - ее контакты «разрывают» питающую фазу катушки L3. Прерывание питания катушки KM1 приводит к возврату контактов в исходное положение KM1.1...1.3 и KM 1.4 размыкаются, электродвигатель оказывается отключенным от напряжения.

Нажатием кнопки «Пуск» SB3 по аналогии замыкается цепь питания катушки KM2, происходит втягивание и замыкание силовых контактов KM2.1...2.3 и питание, теперь уже с очередностью фаз L3, L2, L1, поступает на клеммы электродвигателя. Таким образом, вращаться вал электродвигателя теперь будет в противоположном направлении. При этом кнопка «Пуск» SB 3 своими замкнутыми контактами размыкает цепь, (фаза (С) L3, «Стоп» SB 1

кнопка «Пуск» SB 2 (замкнутые контакты), SB3 разомкнутые контакты, катушка магнитного пускателя KM2, контакт теплового реле КК1.1, нулевой провод N

Блокировка первого магнитного пускателя KM1, в случае ошибочного включения кнопки «Пуск» SB3, осуществляется последовательным включением в цепь питания катушки KM1 нормально замкнутого блок-контакта KM2.5 второго магнитного пускателя KM2. В цепь катушки KM 2 последовательно включен нормально замкнутый блок-контакт KM1.5, а в цепь катушки KM1 включен нормально закрытый блок-контакт KM2.5.

Электрическая принципиальная схема реверсивного МП с реле, со встроенными в оболочку кнопками управления и сигнальными лампами приведена на рисунке 39.

При нажатии кнопки SB2 «Вперед» напряжение на катушку магнитного пускателя KM1, подается по цепи (фаза (С) L3, кнопка «Пуск» SB 2, катушка магнитного пускателя KM1, замкнутый контакт KM 2.5, контакт теплового реле КК1.1, нулевой провод N. Электрический ток управления проходит по катушке KM1, создает магнитное поле, которое притягивает якорь к сердечнику, и тем самым замыкает главные и вспомогательные контакты магнитного пускателя KM1, шунтирующие замыкающие контакты кнопки «Вперед». Напряжение подается на обмотки электродвигателя МА, и осуществляется его пуск, о чем сигнализирует лампа HL3. Для отключения электродвигателя нажимается кнопка «Стоп» SB 1.

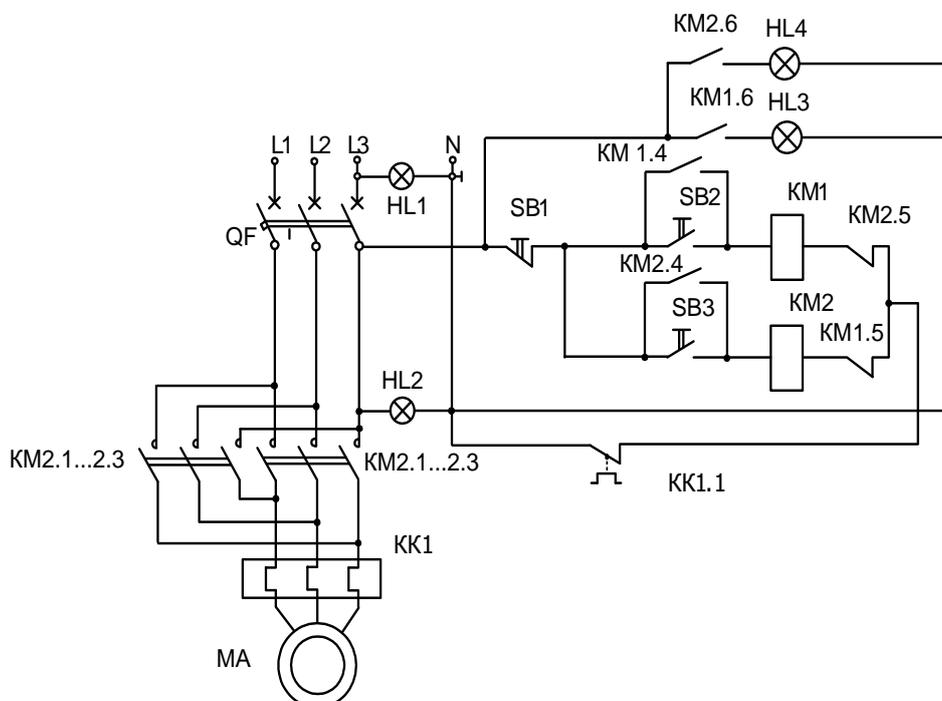


Рисунок 39 – Электрическая принципиальная схема реверсивного МП с реле, со встроенными в оболочку кнопками управления и сигнальными лампами

Изменение направления вращения ротора электродвигателя осуществляется при нажатии кнопки «Назад» SB 3). При этом электрический ток управления проходит по катушке KM2, замыкаются главные и вспомогательные контакты магнитного пускателя KM2, шунтирующие замыкающие контакты кнопки SB3. Напряжение подается на обмотки электродвигателя MA (светится лампа HL4), но при этом меняется направление вращения магнитного поля, то есть изменяется порядок чередования фаз.

Во избежание ошибочного включения кнопки «Назад», в цепь катушки KM1 последовательно включен нормально закрытый блок- контакт второго магнитного пускателя KM2 KM2.5.

Наличие блокировки в конструкции реверсивного МП предотвращает возникновение короткого замыкания между фазами при одновременном замыкании главных замыкающих контактов магнитных пускателей KM1 и KM2.

Высокий коэффициент возврата электромагнитов контакторов переменного тока позволяет защищать от понижения напряжения сети (электромагнит отпускает при $U = (0,6-0,7) U_{ном}$). При восстановлении напряжения сети до номинального значения самопроизвольное включение МП не происходит, т.к. замыкающие блок-контакты KM1 и KM2 и замыкающие контакты кнопок «Вперед» и «Назад» - разомкнуты.

В схеме предусмотрено зануление - корпус электродвигателя соединен с нейтралью N. В случае пробоя изоляции электродвигателя или питающего кабеля на корпус, в схеме возникнет режим короткого замыкания (через цепь «фаза - корпус - нуль» будет протекать ток короткого замыкания), что приведет к срабатыванию электромагнитного расцепителя автоматического выключателя QF. Автоматический выключатель обесточит схему.

При эксплуатации электродвигателей возникает необходимость ограничить перемещение.

Схема реверсивного управления с ограничением перемещения приведена на рисунке 40

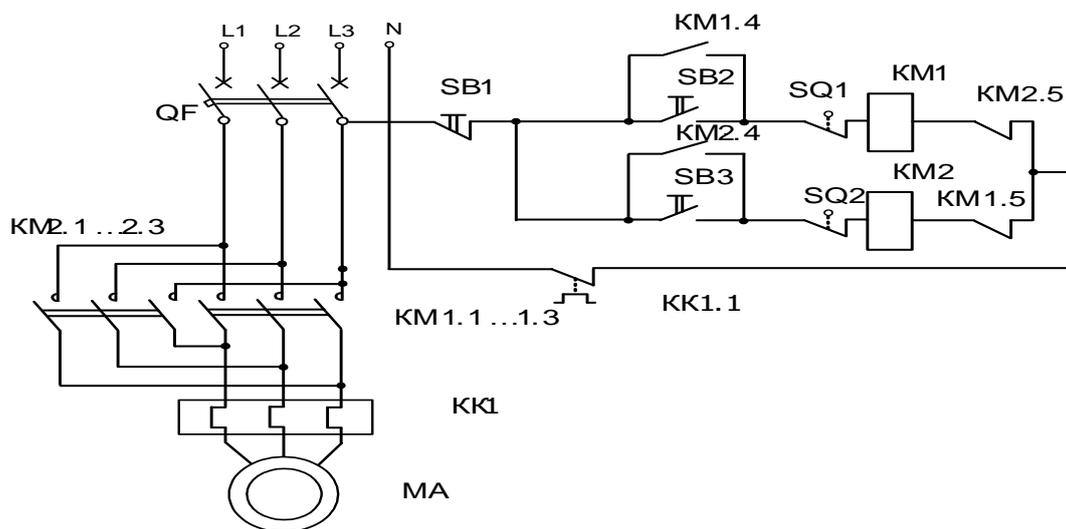


Рисунок 40 – Схема реверсивного управления с ограничением перемещения

При включении автоматического выключателя напряжение подается на верхние силовые контакты магнитных пускателей. При включении кнопки SB2 напряжение проходя через кнопку SB1 замкнутый контакт концевика SQ1 через замкнутый контакт KM2.3 запитывает катушку KM1. Срабатывает блок-контакт KM1.2, в силовой цепи замыкаются контакты KM1.1, напряжение проходя через нагреватель теплового реле поступает на электродвигатель. Двигатель начинает вращаться в одну из сторон. Предполагая, что какой-то механизм будет перемещаться в нужную сторону и доходя до концевика SQ1 он остановится, т.е. при нажатии на концевик катушка KM1 обесточивается, контакты KM1.1 и KM1.2 возвращаются в исходное состояние. Двигатель останавливается. Аналогично работает нижняя часть схемы магнитного пускателя KM2.

Оборудование и материалы

1. Магнитные пускатели.
2. Набор инструментов.
3. Мультиметр М-830В.
4. Мегометр МЕГЕОН 13100.

Программа работы

- 1 Изучить теоретический материал и литературу по теме работы.
- 2 Посмотреть видео материал “ Устройство магнитного пускателя. Схемы включения магнитного пускателя“.
- 3 Выписать паспортные данные изучаемых магнитных пускателей.
- 4 Изучите схему управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью неревверсивного магнитного пускателя
- 5 Изучите схему управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью реверсивного магнитного пускателя
- 6 Сделать выводы по работе.
- 7 Ответы на контрольные вопросы.

Методика выполнения работы

- 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.

Содержание отчета

- 1. Название и цель работы.
- 2. Технические данные магнитных пускателей по заданию преподавателя.
- 3. Назначение и устройство и принцип действия магнитного пускателя.
- 4. Принципиальная электрическая схема управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью магнитного пускателя по заданию преподавателя.
- 5. Сделать выводы по работе

Контрольные вопросы:

1. Назначение конструкция и принцип действия контакторов.
2. Из каких частей состоит реверсивный магнитный пускатель с тепловым реле?
3. От каких ненормальных режимов работы электрической цепи защищает магнитный пускатель?
4. Какие способы и устройства применяют для гашения дуги в магнитных пускателях?
5. Реверсивный и нереверсивный магнитный пускатель.
6. Назначение короткозамкнутых витков на сердечнике магнитного пускателя.
7. Как маркируются магнитные пускатели?
8. Расшифруйте марку магнитных пускателей, предложенных преподавателям.
9. Для чего предназначен реверсивный магнитный пускатель?
10. Для чего в конструкции реверсивного пускателя серии предусмотрена механическая блокировка?
11. Какие меры предусмотрены в схемах для защиты от аварийных режимов?
12. Каким способом изменяется направление вращения электродвигателя?
13. Расшифруйте приставку ПВЛ-2, ПКЛ1104.
14. Назначение электромагнита в конструкции пускателя.

Литература

1. Акимова Н.А., Котеленец Н.Ф., Сентюрихин Н.И. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования М.: Издательский центр "Академия", 2013. 304 с.
2. Камнев В.Н. Чтение схем и чертежей электроустановок: практ. пособие для НПО. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2014. Гл. 2-3. С. 144.
3. Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование организаций и учреждений (для бакалавров): учеб. пособие. М.: КноРус, 2017. 272 с.
4. Рождествина А.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий (для бакалавров). М.: КноРус, 2013. 368 с.
5. ГОСТ 2491-82 «Пускатели электромагнитные низковольтные. Общие технические условия».

Учебное издание

Иванюга М.М.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ
МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ**

Методическое пособие для выполнения практической работы
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Редактор Адылина Е.С.

Подписано к печати 01.02.2023 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,44. Тираж 25 экз. Изд. №7466

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ