

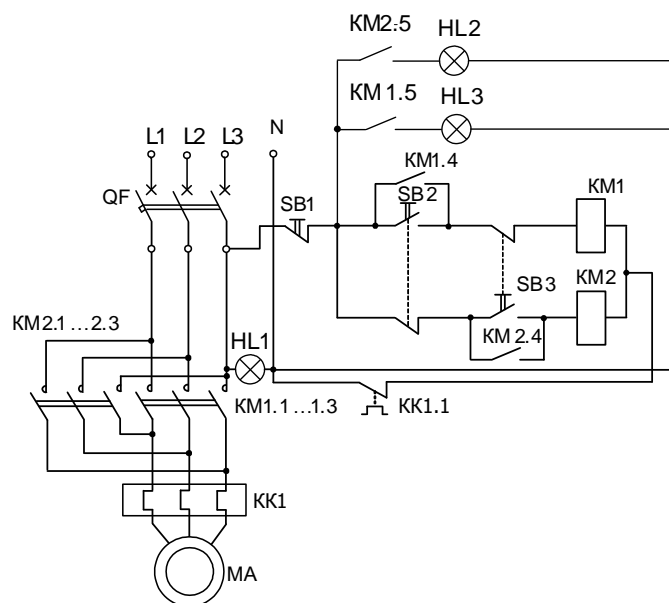
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»

Иванюга М.М.

## МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА  
И СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ

Методическое пособие  
для выполнения лабораторной работы  
для студентов направлений подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,  
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,  
35.03.06 Агроинженерия



Брянская область, 2024

УДК 621.31 (076)  
ББК 31.26  
И 18

Иванюга, М. М. **Монтаж электрооборудования и средств автоматизации:** изучение конструкции, технологии монтажа и схем включения магнитных пускателей: методическое пособие для выполнения лабораторной работы для студентов направлений подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 35.03.06 Агроинженерия / М. М. Иванюга. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2024. - 60 с.

Методическое пособие содержит краткие теоретические сведения по изучаемому материалу и выполнению лабораторной работы, контрольные вопросы для проверки глубины усвоения материала, необходимые данные по оформлению отчета. Предназначено для использования студентами очной и заочной форм обучения направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 35.03.06 Агроинженерия.

Рецензенты:

Погоньшев В.А. - д.т.н. профессор кафедры Автоматики, физики и математики, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

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

*Рекомендовано к изданию методической комиссией института энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол № 3 от 29 января 2024 года.*

© Брянский ГАУ, 2024  
© Иванюга М.М., 2024

## Содержание

Лабораторная работа. Изучение конструкции, технологии монтажа и схем включения магнитных пускателей .....	4
Теоретический сведения .....	4
Оборудование и материалы.....	55
Программа работы.....	56
Методика выполнения работы .....	56
Содержание отчета .....	57
Контрольные вопросы: .....	57
Литература .....	59

# **Лабораторная работа. Изучение конструкции, технологии монтажа и схем включения магнитных пускателей**

## **Цель работы**

Изучить назначение, устройство, принцип действия, маркировку, технические параметры магнитных пускателей.

Изучить схемы включения нереверсивного и реверсивного магнитных пускателей.

Получить практические навыки монтажа схем управления трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и магнитными пускателями.

## **Теоретический сведения**

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

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

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

Магнитные пускатели применяются в основном для пуска, остановки и реверсирования (изменения направления вращения) вала трехфазного асинхронного электродвигателя. Их используют в схемах управления освещением, управления компрессорами, насосами, кран-балками, тепловыми печами, кондиционерами, ленточными конвейерами и т.д.

## ***Классификация магнитных пускателей***

Магнитные пускатели различают по:

- роду тока (постоянного, переменного, постоянного и переменного тока);
- назначению (не реверсивные и реверсивные);
- числу главных контактов (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 (12... 440 В постоянного тока, 12... 660 В переменного тока частотой 50 Гц);
- степени защиты от воздействий окружающей среды;

Со степенью защиты IP00 пускатели - размещают в сухих отапливаемых помещениях на панелях, в закрытых шкафах или в местах, защищенных от попадания влаги, пыли, посторонних предметов;

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

Со степенью защиты IP40 в оболочке пускатели - могут размещаться в не отапливаемых помещениях, характеризующихся низким содержанием пыли, и отсутствием вероятности попадания влаги;

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.

### ***Устройство магнитного пускателя***

Конструкцию магнитного пускателя условно разделяют 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.



Рисунок 2 - Устройство верхней части магнитного пускателя

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

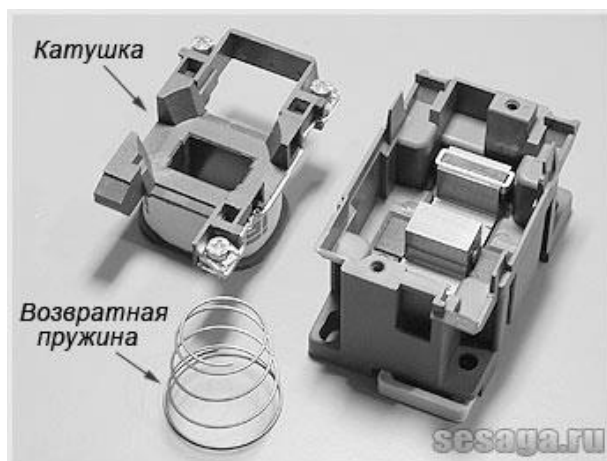


Рисунок 3 - Устройство нижней части магнитного пускателя

Основной функцией возвратной пружины является возврат якоря в первоначальное положение после того как прекращается подача напряжения на катушку. Таким образом, происходит размыкание или замыкания 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.

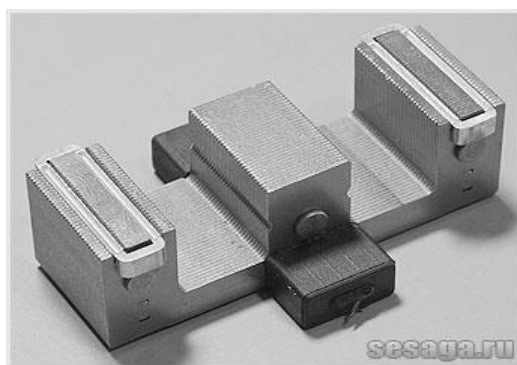


Рисунок 4 - Сердечник магнитного пускателя

В качестве обмотки катушки применяется медный провод с определенным числом 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 магнитного пускателя***

Напряжение подается на катушку пускателя, в катушке возникает магнитное поле, за счет которого во внутрь катушки втягивается подвижный якорь, связанный с контактами, 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 подключаются потребители электрической энергии. Причем клеммы 1L1; 3L2; 5L3 являются входящими - к ним подводится напряжение питания, а 2T1; 4T2; 6T3 являются отходящими - к ним подключается нагрузка рисунок 6.

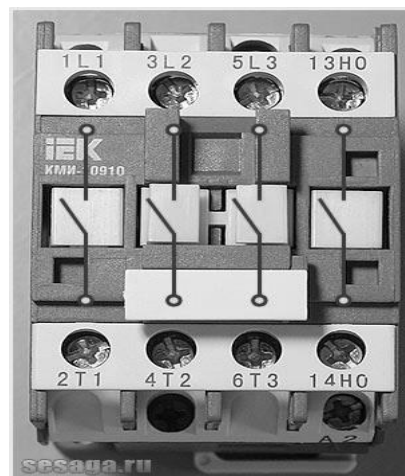


Рисунок 6 - Контакты магнитного пускателя

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 7.

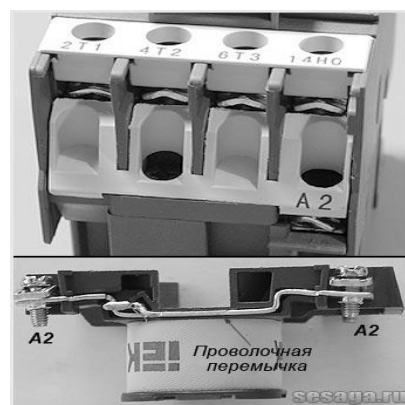


Рисунок 7 - Выводы катушки магнитного пускателя

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 применяются в цепях электропечей сопротивления и коммутируют только номинальный ток.

Магнитные пускатели категории АС-2 используются при пуске 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:



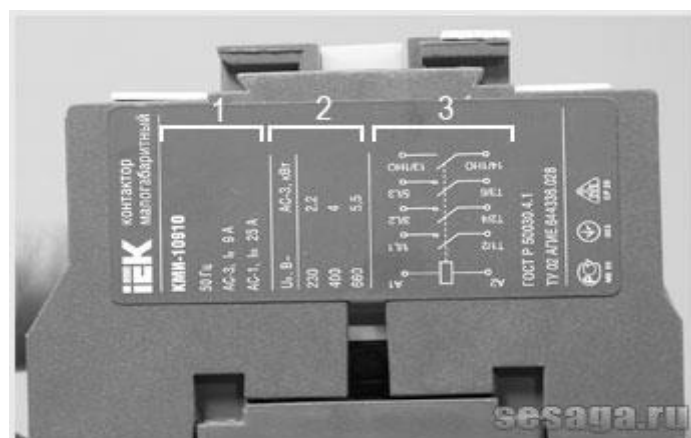


Рисунок 8 - Информация об электрических параметрах пускателя

### Сектор №1

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

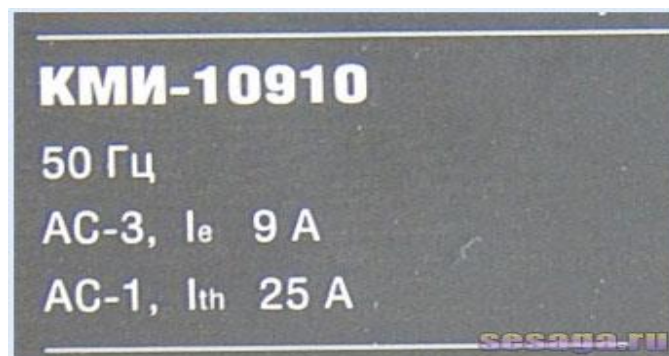


Рисунок 9 - Информация о пускателе и его область применения

КМИ 10910 марка магнитного пускателя

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

Категория применения АС-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 АС-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  $40^\circ\text{C}$ .

## 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.

$U_e, В\sim$	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 механическую связь, все четыре контакта замыкаются и размыкаются одновременно.

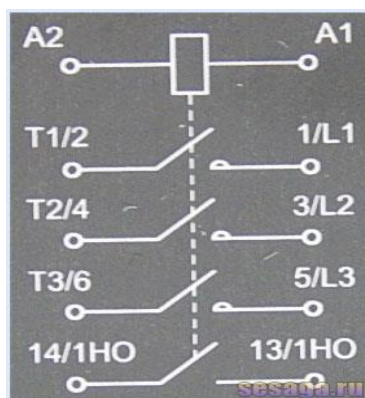


Рисунок 11 -Электрическая схема пускателя

### Пускатели электромагнитные серии ПМА

Они предназначены для дистанционного пуска, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором мощностью до 75 кВт при напряжениях до 660 В переменного тока частотой 50, 60 и 100 Гц.

При наличии тепловых реле или аппаратов позисторной защиты пускатели защищают управляемые электродвигатели от длительных перегрузок.

Пускатели с электромагнитом постоянного тока применяются в тепловозах; допускается их использование в общепромышленных стационарных уста-

новках. Пускатели, могут комплектоваться ограничителями перенапряжений, пригодны для работы в системах управления с применением микропроцессорной техники.

Пускатель серии ПМА представлен на рисунке 12.

### *Структура условного обозначения ПМА*

ПМА-Х1 Х2 Х3 Х4 Х5 Х6 Х7 Х8 Х9 Х10 Х11

ПМА - серия пускателей магнитных;

Х1 - величина пускателя в зависимости от номинального тока: 1 - 10 (16) А; 2- 25 А; 3 - 40 А; 4 - 63 (80) А; 5 - 125 А; 6 - 160 А; 7 - 250 А;

Х2 - назначение и наличие теплового реле и аппарата позисторной защиты:

1 - без реле, нереверсивные;

2 - с реле, нереверсивные;

3 - без реле, реверсивные с электрической блокировкой;

4 - с реле, реверсивные с электрической блокировкой;

5 - без реле, реверсивные с электрической и механической блокировками;

6 - с реле, реверсивные с электрической и механической блокировками;

7 - с аппаратом позисторной защиты АЗП, нереверсивные;

8 - с АЗП, реверсивные с механической блокировкой;

9 - с аппаратом позисторной защиты УВТЗ-1М, нереверсивные;

0 - с УВТЗ-1М, реверсивные с механической и электрической блокировками;



Рисунок 12 - Магнитный пускатель серии ПМА

Х3 - степень защиты и наличие кнопок:

0 - IP00; Е1 - IP40 без кнопок;

2 - IP54 без кнопок;

3 - IP40 с кнопками "Пуск" и "Стоп";

4 - IP54 с кнопками "Пуск" и "Стоп";

5 - IP40 с кнопками "Пуск" и "Стоп" и сигнальной лампой;

6 - IP54 с кнопками "Пуск" и "Стоп" и сигнальной лампой;

Х4 - род тока цепи управления, напряжение главной цепи:

0 - переменный, 380 В;

1 - постоянный, 660 В;

2 - переменный, 660 В;

Х5 - буква, обозначающая пускатели с номинальным током на 80 А, - Д;

Х6 - буква, обозначающая пускатели с встроенным тепловым реле малой инерционности, - П;

Х7- буква, обозначающая пускатели модернизированного исполнения, - М;

Х8 - буква, обозначающая пускатели сейсмостойкого исполнения, - С;

Х9 - климатическое исполнение У, Т, УХЛ, О

Х10- категория размещения 2, 3, 4 по ГОСТ 15150 - 69 и ГОСТ 15543--70;

Х11- износостойкость (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).

### Пускатели электромагнитные серии ПМЛ

Контакторы электромагнитные серии ПМЛ предназначены для применения в качестве коммутационных аппаратов в схемах управления электроприводами, для дистанционного пуска, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором в электроустановках напряжением до 660 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц.

Контакторы серии ПМЛ могут применяться совместно с тепловыми реле серии РТЛ, обеспечивая защиту управляемых электродвигателей от токов длительных перегрузок недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз.

Номинальное переменное напряжение включающих катушек: 24, 36, 40, 48, 110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 415, 500, 660 В частоты 50 Гц и 110, 220, 380, 400, 415, 440 В частоты 60 Гц.

Пускатель серии ПМА представлен на рисунке 13.



Рисунок 13 - Контактор серии ПМЛ

## Структура условного обозначения ПМЛ

ПМЛ-Х1 Х2 Х3 Х4 Х5 Х6 Х7 Х8:

ПМЛ - серия;

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

Х2 - исполнение пускателей по назначению и наличию теплового реле (1 - нереверсивный, без теплового реле; 2 - нереверсивный, с тепловым реле; 5 - реверсивный пускатель без теплового реле с механической блокировкой для степени защиты IP00 и IP20 и с электрической и механической блокировками для степени защиты IP40 и IP54; 6 - реверсивный пускатель с тепловым реле с электрической и механической блокировками; 7 - пускатель звезда-треугольник степени защиты 54);

Х3 - исполнение пускателей 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); Х - сейсмостойкое исполнение пускателей (С);

Х5 - исполнение пускателей с креплением на стандартные рейки Р2-1 и Р2-3;

Х6 - климатическое исполнение;

Х7 категория размещения ;

Х8 - исполнение по коммутационной износостойкости (А, Б, В).

Пускатели на токи 10, 25, 40 и 63 А допускают установку одной дополнительной контактной приставки ПКЛ или пневмо приставки 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).

### Контакторы 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). Контакторы позволяют дистанционно управлять цепями освещения, коммутировать трехфазные конденсаторные батареи и первичные обмотки трехфазных низко-

вольтных трансформаторов.

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

Контакты 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.

Пускатель серии КМИ представлен на рисунке 14.

По своим конструктивным и техническим характеристикам контакты малогабаритные серии КМИ соответствуют требованиям международных и российских стандартов МЭК60947-4-1, ГОСТ Р50030.4.1.

Контакты малогабаритные серии КМИ прошли сертификационные испытания и на их серийный выпуск получен сертификат соответствия РОСС CN.ME86.B00144.



Рисунок 14 - Контактор малогабаритный серии КМИ

*Структура условного обозначения контакторов малогабаритных серии КМИ*

КМИ-Х1 Х2 Х3 Х4

КМИ - контактор малогабаритный

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

Х2 -двухзначное число номинальный ток категории АС-3, А (1-(9,12,18) А 2 -(25,32) А, 3 -(40, 50) А, 4 -(65,80,95)А

Х3 -исполнение контактора (1 - нереверсивный без оболочки 2 - нереверсивный с тепловым реле без оболочки; 3 - реверсивный без оболочки; 4 - реверсивный с тепловым реле без оболочке; 5 - нереверсивный в оболочке; 6 - нереверсивный с тепловым реле в оболочке;));

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.

### ***Модульные контакторы***

Для коммутации некоторых электрических приспособлений применяют коммутационные механизмы, работающие с помощью электромагнитного привода и дистанционного управления. Эти компактные электрические приборы называются модульные контакторы (МК).

Модульные контакторы предназначены для дистанционно управлять электроустановками и оборудованием, имеют компактные размеры, отлично сочетаются с другими модульными устройствами. У них во время работы отсутствует вибрация и шум, поэтому они применяются не только на производстве, но и в жилых и общественных зданиях.

Они могут выполнять разрыв токовых цепей сразу в нескольких местах, и этим отличаются от электромагнитных реле.

Модульные контакторные устройства считаются модифицированными разновидностями пускателя рисунок 15.

### **Технические характеристики**

Основные параметры и технические характеристики наносятся на корпус. Могут присутствовать собственные показатели.

Величина номинального напряжения переменного тока (230, 400 и 600) В.

Номинальный рабочий ток, с категорией использования АС-3 - 12 А.

Тепловой ток с категорией использования АС-1 - 25 А.

Номинальная мощность по категории АС-3 для напряжения 230 В - 3 кВт, 400 В по - 5,5 кВт, 660 В по категории АС-3 - 7,5 кВт.

Номинальное напряжение катушки 24, 36, 110, 230 и 400 вольт.

При удержания катушка потребляет мощность 7 ВА.

Время замыкания контактов 12-22 миллисекунд.

Время размыкания контактов 4-16 мс.





Рисунок 15 - Модульный контактор

*Структура условного обозначения модульных контакторов серии КМ*

КМ-Х1 Х2 Х3 Х4

- КМ - контактор модульный;
- Х1 - номинальный ток;
- Х2 - число замыкающихся контактов;
- Х3 - число размыкающихся контактов;
- Х4 - род тока катушки АС/DC.

***Тиристорный пускатель***

Кроме электромагнитных пускателей могут использоваться и тиристорные пускатели. Их используют в ответственных случаях.

Тиристорный пускатель рисунок 16 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. После замыкания контакта KV1 положительная полуволна напряжения сети приложена к аноду тиристора VS1. Тогда ток управления, отпирающий этот тиристор, пройдет через диод VD1, контакт KV1, резистор R1, управляющий электрод тиристора VS1. Тиристор открывается и пропускает ток к приемнику, а цепь управления шунтируется. При переходе тока через ноль 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.

Преимущества тиристорного пускателя: отсутствие искрообразования, высокая механическая прочность, стойкость к воздействию вибраций, продолжительным сроком службы, бесшумностью в работе, малой мощностью управления. Недостаток тиристорных пускателей - большая стоимость.



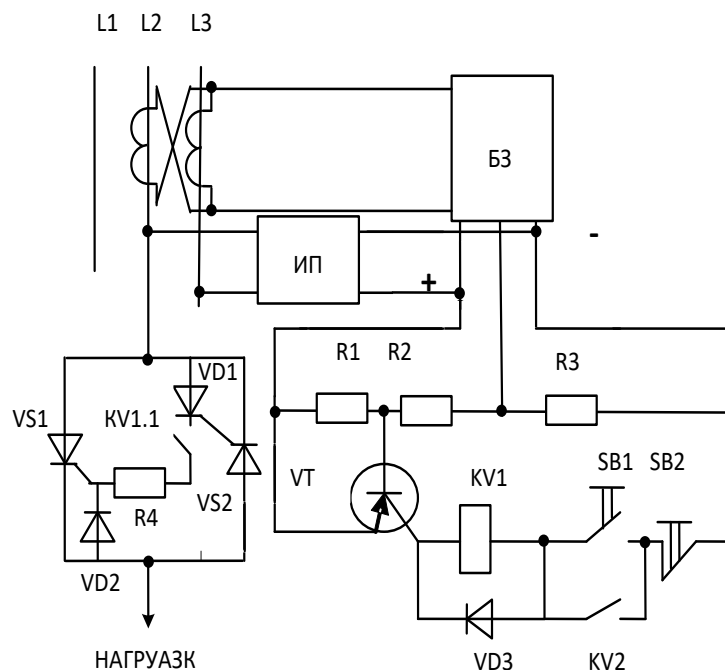


Рисунок 16 - Схема тиристорного магнитного пускателя серии типа ПМА

### *Дополнительные устройства в магнитных пускателях*

В магнитных пускателях могут различаются 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 приставки 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 перекоса фаз и токов перегрузки.

### *Ограничители перенапряжения (ОПН)*

Ограничители перенапряжения (ОПН) предназначены для ограничения коммутационных перенапряжений на катушках управления электромагнитных контакторов и пускателей рисунок 17. Коммутационные перенапряжения ограничиваются до двухкратного амплитудного значения напряжения цепи управления с учетом допустимого увеличения этого напряжения до 110% номинального значения, для напряжений 110, 220, 380 В и до четырехкратного- для 24 и 48 В.

ОПН изготавливаются двух видов: на базе цепочки RC (резистор-конденсатор) и варисторный.

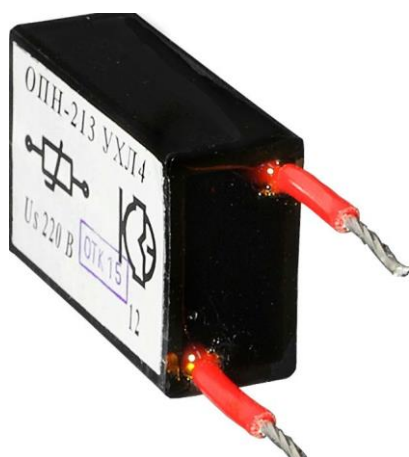


Рисунок 17 - Ограничители перенапряжения

*Структура условного обозначения*

ОПН-Х1 Х2 Х3 Х4 Х5

ОПН- ограничители перенапряжения

Х1 - исполнение элементной базы (1 - RC; 2 - варистор);

Х2 - исполнение типу аппаратов (1 - ПМ12-010, РЭП-15; 2 - ПМ12-025, ПМ12-040; 3 - ПМ12-063; 4 - ПМА-3000; 7 - ПМ12-100, ПМ12-125, ПМ12-160, ПМ12-180);

Х3 - исполнение напряжению (0 - 24В 50, 60Гц; 1 - 48В 50, 60Гц; 2 - 110В 50, 60Гц; 3 - 220В 50, 60Гц; 4 - 380В 50, 60Гц; 5 - 24В постоянный ток; 6 - 48В постоянный ток; 7 - 60В постоянный ток; 8 - 110В постоянный ток; 9 - 220В постоянный ток);

Х4 - буква или буквы, характеризующая климатическое исполнение;

Х5 - цифра, характеризующая категорию размещения

*Реле промежуточные (РП) типа РПЛ*

В схемах магнитных пускателей могут использоваться реле промежуточные (РП) типа РПЛ рисунок 18 предназначено для применения в качестве комплектующих изделий, в основном в схемах управления электроприводами.

Реле пригодны для работы в системах управления с применением микропроцессорной техники при шунтировании втягивающей катушки ограничителем перенапряжений 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 18 -Реле промежуточные (РП) серии РПЛ

*Структура условного обозначения*

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;

Х5 - климатическое исполнение О, ОМ по ГОСТ 15150-69;

4 - категория размещения 4 по ГОСТ 15150-69;

Х6 - 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 одно стабильного РП.

*Блок контактов*

При эксплуатации иногда возникает необходимость использования большего числа контактов, чем имеется на магнитном пускателе. В этом случае используют дополнительный блок контактов (приставка) рисунок 19.

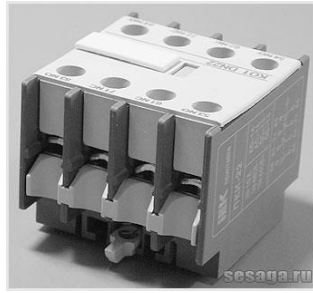


Рисунок 19 - Блок контактов или приставка контактная

Магнитный пускатель с блоком контактов изображен на рисунке 20.

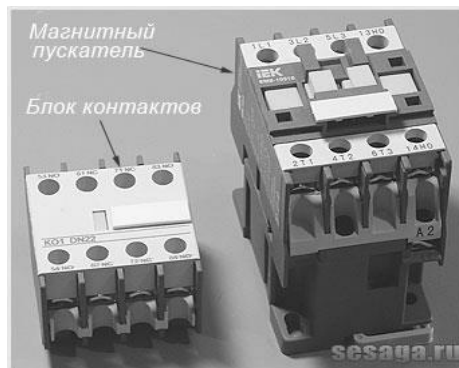


Рисунок 20 - Магнитный пускатель с блоком контактов

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 21.



Рисунок 21 - Соединение блока контактов с контактной системой магнитного пускателя

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

На рисунке 22 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, которое используется в электрических принципиальных схемах.

Все контакты на схемах показывают при отсутствии напряжения

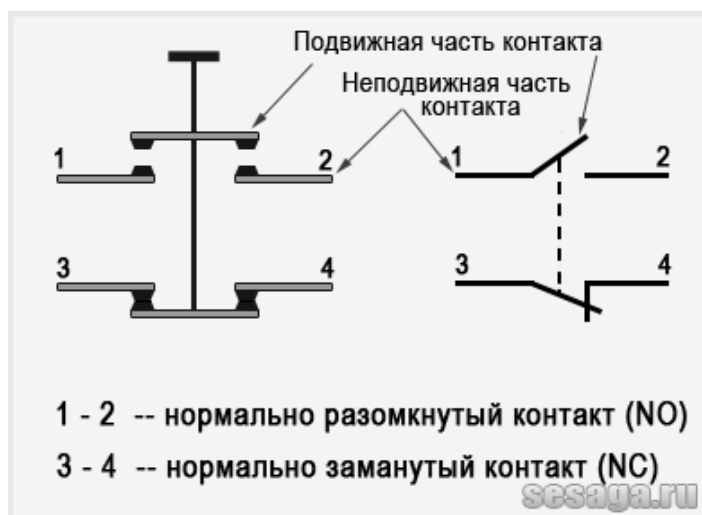


Рисунок 22 - Нормально разомкнутый (NO) контакт в нерабочем состоянии

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 23.

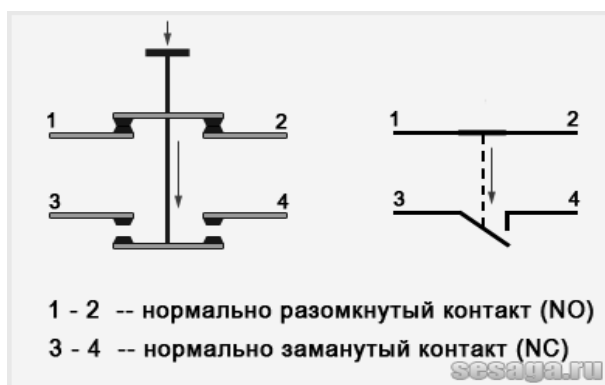


Рисунок 23 - Нормально замкнутый (NC) контакт в рабочем состоянии

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 табличка с номерами клемм контактов, расположенный на боковой стенке блока контактов, а стрелка показывает направление движения контактной группы рисунок 24.

Приставка устанавливается сверху МП, она скользит 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.

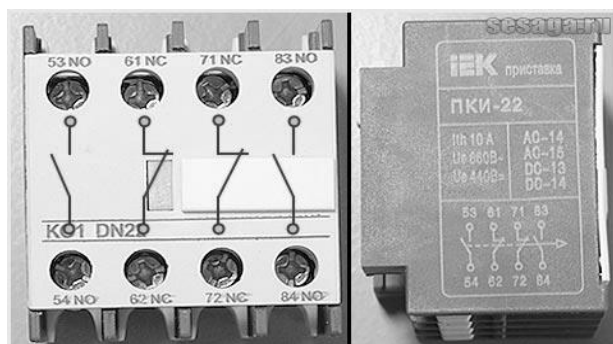


Рисунок 24 - Схема расположения контактов и шильдик (табличка)

Чтобы блок снять, достаточно приподнять защелку и выдвигать блок в сторону защелки рисунок 25.

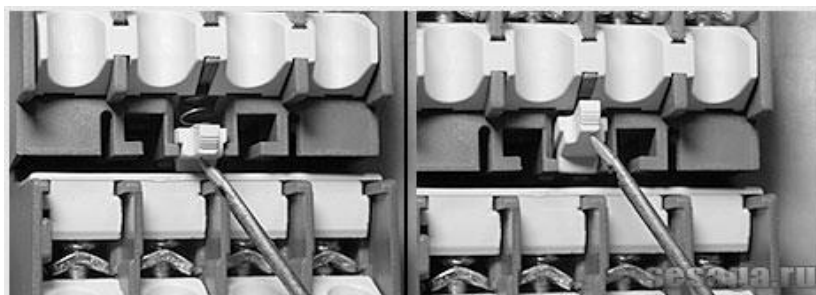


Рисунок 25 - Схема снятия приставки

#### *Приставки выдержки времени пневматические*

Приставки выдержки времени пневматические рисунок 26 или просто «приставка» предназначены для создания выдержки времени при включении или отключении МП.

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



Рисунок 26 - Приставка типа ПВЛ

### Области применения ПВЛ

Приставка с выдержкой по времени используется в схеме переключения двигателя “Звезда/Треугольник” выполняет роль управляющего реле, включая двигатель в схему “Звезда”, а через время - “Треугольник”.

Фильтрация дребезга контактов концевых 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 27.

Контактов в приставках всегда два - нормально закрытый и нормально разомкнутый (НЗ и НР)

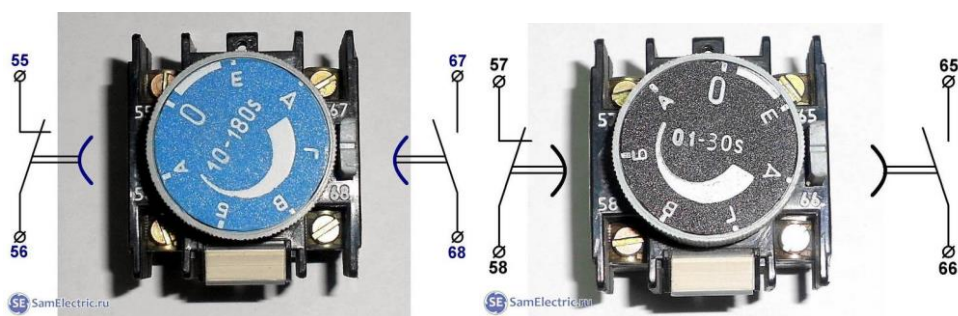


Рисунок 27 - Схема расположения контактов ВЛ-1, ПВЛ-2

На монтажной схеме магнитный пускатель изображается как показано на рисунке 28.

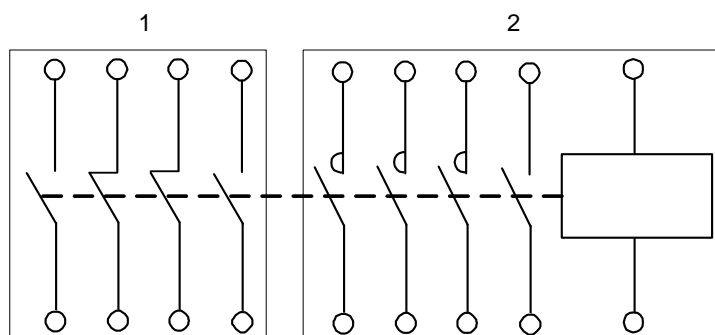


Рисунок 28 – Изображение магнитного пускателя типа КМИ на монтажной схеме:

*1 – приставка; 2 – контактор*

## Тепловые реле

В состав магнитного пускателя может входить тепловое реле.

Для защиты электрических цепей от длительного протекания токов перегрузки, в 5–7 раз превышающих номинальные токи, широко применяются *аппараты тепловой защиты* с термобиметаллическими исполнительными механизмами. Термо биметаллический элемент содержит *биметаллическую* пластину, состоящую из двух металлических полосок с различными температурными коэффициентами линейного расширения, жестко соединенных друг с другом.

Если один конец пластины консольно закреплен к основанию рисунок 29, то ее свободный конец изгибается в сторону пластины из материала с меньшим значением коэффициента линейного расширения.

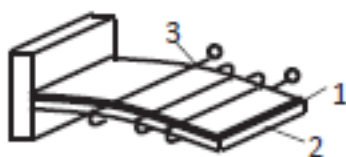


Рисунок 29 - Биметаллическая пластина с нагревательным элементом

Известны три способа подогрева пластины нагревательным элементом рисунок 30: непосредственный; косвенный; комбинированный.

Выбор способа подогрева определяется значением протекающего по цепи тока.

В некоторых тепловых реле (например, в реле ТРН-10, ТРН-25 и др.) нагревательные элементы выполняются сменными, что значительно расширяет диапазон рабочих токов.

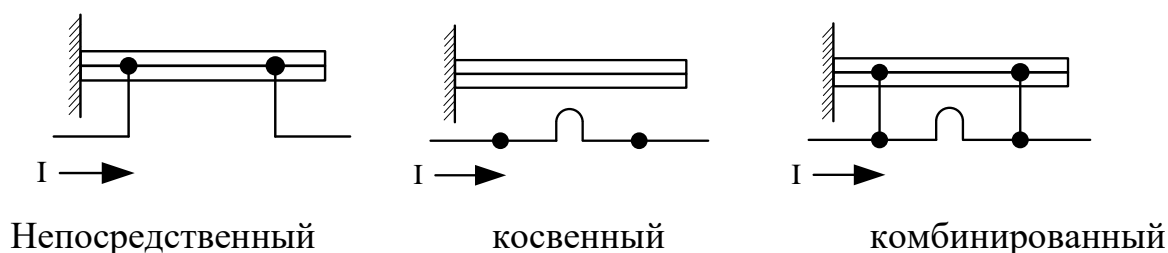


Рисунок 30 - Способы нагрева биметаллической пластины

Все тепловые реле имеют аналогичное устройство.

В конструкцию реле заложен механизм ускорения срабатывания, который защищает электродвигателя при внезапном заклинивании ротора. Все исполнения реле имеют регулирование по току срабатывания, что дает возможность точно выставить уставку под конкретного потребителя.

Стандартная конструкция теплового реле представлена на рисунке 31.



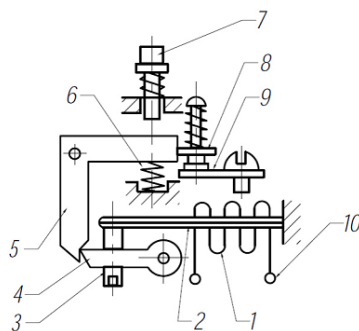


Рисунок 31 - Схема теплового реле

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

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.

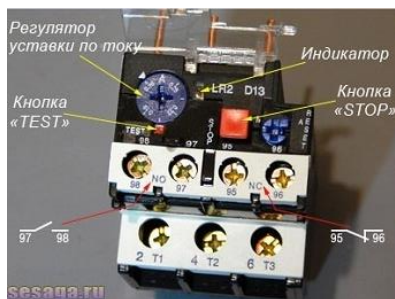


Рисунок 32 - Тепловое реле

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 рисунок 32. 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.

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

### Тепловое реле (ТРН)

Реле электротепловые токовые двухполюсные ТРН-25М и ТРН-40М рассчитаны на номинальные токи 25 и 40 А соответственно предназначены для защиты трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором от токовых перегрузок недопустимой продолжительности.

Реле могут быть использованы в сетях постоянного тока. От КЗ реле не защищают.

Реле предназначены для встраивания в электромагнитные пускатели ПМЕ-100, ПМА-3100 на номинальный ток 40 А и для индивидуальной установки.

Данные реле имеют улучшенные защитные характеристики, уменьшенную материалоемкость, установочную площадь, потребляемую мощность.

Реле классифицируются по диапазону регулирования номинального тока несрабатывания, номинальному току и климатическому исполнению.

Реле ТРН представлено на рисунке 33



Рисунок 33 - Тепловое реле ТРН

*Структура условного обозначения ТРН:*

ТРН-Х1 М Х2 Х3 Х4:

ТРН - серия тепловых реле;

Х1 использование по номинальному току реле (25 или 40 А);

М - модернизированное;

X2- условное обозначение диапазона регулирования номинального тока несрабатывания реле;

X3 - климатическое исполнение (УХЛ; О).

X4-категория размещения.

#### Тепловое реле РТЛ

РТЛ - 3-фазные тепловые реле, которые служат для обеспечения защиты электродвигателей от длительных перегрузок, заклинивания ротора, затяжного пуска, перекоса фаз. Реле фиксируются на клеммы пускателя ПМЛ. Реле также может функционировать как самостоятельное устройство Реле РТЛ представлено на рисунке 34.

#### *Структура условного обозначения реле серии РТЛ*

РТЛ-Х1 ХХХ2 Х3 Х4 Х5 Х6 4:

РТЛ - буквенное обозначение серии реле;

X1 - цифра, обозначающая номинальный ток реле

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

ХХХ2 - цифры, обозначающие диапазон токов уставки

X3 - 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;

X4 - способ возврата реле: 1 - ручной возврат; 2 - самовозврат;

X5 - класс расцепления: В - класс расцепления 10, отсутствие буквы - класс расцепления 10А;

X6 - климатическое исполнение О, ОМ по ГОСТ 15150-69;

4 - категория размещения 4 по ГОСТ 15150-69.



Рисунок 34 - Теплового реле РТЛ

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

#### *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 термо биметаллических 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.

#### Тепловое реле РТТ

РТТ - реле трехфазное, служит для обеспечения защиты короткозамкнутых электродвигателей от токовой перегрузки, затяжного пуска, заклинивания двигателя и других подобных аварийных режимов. Конструкция реле этого вида позволяет закрепить его на корпус магнитного пускателя марки ПМЕ и ПМА, либо в виде самостоятельного прибора на специально предназначенной панели. Реле РТТ представлено на рисунке 35

#### *Структура условного обозначения реле серии РТТ*

РТТ-Х1 Х2 3 Х4Х5 Х6:

РТТ - серия;

Х1 - исполнение по номинальному току реле (1 - на 40А, 2 - на 80А, 3 - на 160А);

X2 - способ установки реле (1 - исполнение на все токи для индивидуальной установки и для комплектации реле исполнения на 80А с пускателями ПМА-3000; 2 - исполнение на токи 80 и 160А для комплектации с пускателями ПМА-4000, ПМА-5000, ПМА-6000 и на ток 40А для втычного подсоединения к пускателю ПМ12-040; 3 - исполнение на ток 25А для втычного подсоединения к пускателю ПМ12-025 и исполнение на ток 63А для навесного подсоединения к пускателю ПМ12-063; 4 - исполнение для втычного подсоединения реле на ток до 40А к пускателям ПМЕ-200 и ПМА-3000);

X3 - род контактов вспомогательной цепи реле (1 - исполнение с одним размыкающим контактом; отсутствие

цифры - исполнение с переключающим контактом);

X4 - исполнение реле по величине инерционности (П - исполнение реле пониженной инерционности;

отсутствие буквы - исполнение реле повышенной инерционности);

X5 - климатическое исполнение (УХЛ, О);

X6 - категория размещения



Рисунок 35 - Теплового реле РТТ

#### Изделие трехфазное РТИ

Электротепловое реле серии РТИ пред назначено для защиты электродвигателей от перегрузки, асимметрии фаз, затянутого пуска и заклинивания ротора. Устанавливается непосредственно на контакторах серии КМИ. Для защиты от короткого замыкания должны быть предусмотрены предохранители или автоматические выключатели на соответствующее значение номинального тока срабатывания.

Тепловое реле РТИ наделено теми же функциями, что и предыдущее, но используется в модификации с пускателями КТМ и КМИ рисунок 36.



Рисунок 36 - Теплового реле РТИ

Базовыми данными устройства, защищающего двигатель, являются:

1. Быстродействие контактов в зависимости от параметров тока - время-токовый 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. Токосый 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.

### Тепловые реле серии РТЭ

Тепловые реле РТЭ предназначены для защиты трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором от токовых перегрузок недопустимой продолжительности, в том числе возникающих при выпадении одной из фаз. Реле применяются в качестве комплектующих изделий в схемах управления электроприводами совместно с контакторами серии КМЭ. Тепловое реле РТЭ соответствует ГОСТ Р 50030.4.1-2002 (МЭК 60947-4-1-2000). Реле РТЭ представлено на рисунке 37



Рисунок 37 - Тепловое реле РТЭ

## Структура условного обозначения реле серии РТТ

РТЭ-Х1 Х2 Х3 Х4

РТЭ - буквенное обозначение серии реле;

Х1 - использование по типу размера (1 - для установки КМЭ 9-18 А, 2- КМЭ 25-32 А КМЭ 40-95 А);

Х2 - число полюсов

Х3 Х4- исполнение по току не

### 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 перекоосу фаз.

На монтажной схеме тепловое реле изображается как показано на рисунке 38.

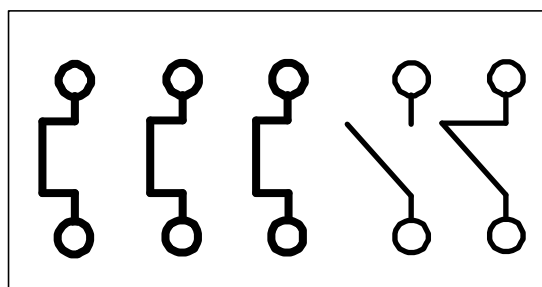


Рисунок 38 – Изображение теплового реле РТЭ на монтажной схеме

### Кнопки управления.

В состав магнитного пускателя могут входить кнопки управления рисунок 39.





Рисунок 39 - Кнопки управления

Для дистанционного управления разнообразными электрическими приборами и машинами применяют кнопки управления и кнопочные посты. Чаще всего при помощи данных средств управляют тем оборудованием, где в качестве приводов используются электродвигатели. Так, оператору не нужно забираться на кран-балку, чтобы подвести крюк в нужное место на территории цеха, вместо этого ему достаточно нажать соответствующую кнопку на пульте управления, и кран сам подойдет куда укажет оператор.

Аналогичным образом осуществляется управление питанием и режимами работы станков, вентиляторов, насосов и т.д. Кнопочные посты могут располагаться на рабочем месте оператора, формируя пульт для решения конкретных задач, связанных с управлением оборудованием.

#### *Устройство и принцип действия управляющих станций с кнопками*

Типовой кнопочный пульт (пост) содержит два или более коммутирующих элемента, кнопки управления («Пуск» и «Стоп»).

С помощью поста можно включать и выключать электроприводы, работающие в составе электронасосов, вентиляционных систем, станочного оборудования и других исполнительных механизмов.

Кнопочные элементы размещаются внутри корпуса, от которого протянут проводник до управляемого объекта.

Ошибиться в их функциональном назначении практически невозможно, так, как на них указываются команды «Пуск» и «Стоп», но возможны и символичные знаки («1» и «0» соответственно). Как правило, они дублируются цветной маркировкой рисунок 40. Несколько кнопочных механизмов, размещенных в одном корпусе, образуют пост или станцию управления.



Рисунок 40 – Функциональность кнопок управления



*Разновидности кнопок управления отличаются по следующим признакам рисунок 41:*

- форма;
- цвет;
- обозначение.



Рисунок 41 - Разновидности кнопок управления

По форме кнопки подразделяются на утапливаемые, напоминающие грибок и на изделия цилиндрической формы.

Цвет этих соответствует их функциональному назначению. Кнопки «Стоп», имеют желтое или красное лицевое покрытие, а «Пуск» - зеленую, синюю или черную окраску.

По надписям или значкам можно отличить их по функциональному назначению, «Стоп», «Пуск», «Реверс», «Stop», «Power On», «Power Of» и т.п.

На некоторых кнопочных переключателях может наноситься стрелка с указанием направления перемещения исполнительного механизма или узла. На спаренных переключающих кнопках они могут работающих по принципу коромысла, обычно наносится двойное обозначение.

Кнопка - электрический командный аппарат, состоящий из кнопочного (контактного) и приводного элементов и предназначенный в основном для ручного дистанционного управления электроаппаратами.

В состав кнопок управления входят следующие узлы и детали рисунок 42.

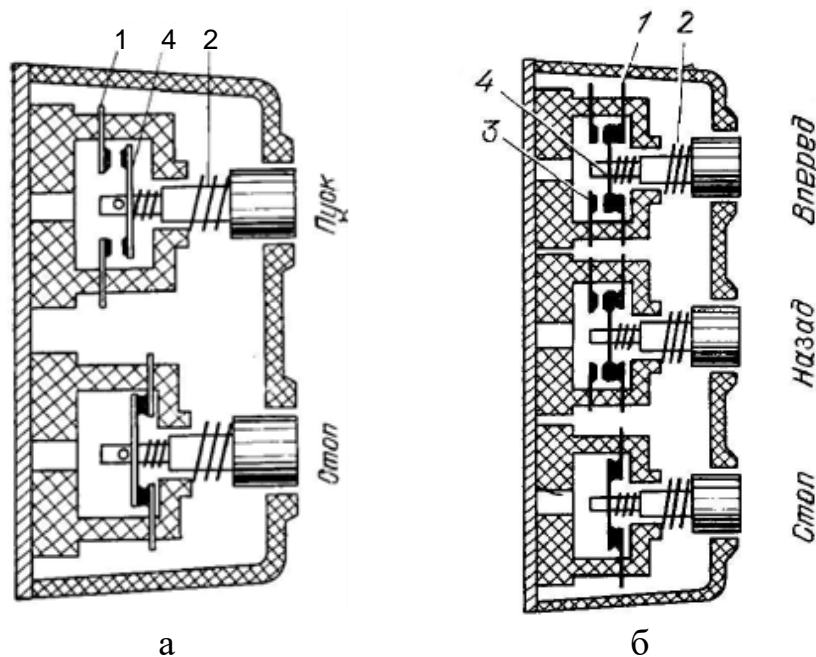


Рисунок 42 - Устройство кнопочного поста: а - содной парой контактов;  
 б- с двумя парами контактов.  
 1 и 3 - неподвижные контакты; 2 - возвратная пружина;  
 4 - подвижные контакты.

### Кнопка «Стоп»

Как было сказано выше кнопку «Стоп» легко отличить по красному цвету.

В кнопке используется размыкающий (нормально замкнутый) контакт, через который проходит напряжение питания в схему управления пускателем.

В начальном положении, когда кнопка не нажата, подвижный контакт кнопки поддавливается снизу пружиной и собой замыкает два неподвижных контакта, соединяя их между собой. И если кнопка стоит в электрической цепи, то в этот момент через нее протекает ток. Когда же необходимо разомкнуть цепь — кнопку нажимают, подвижный контакт отходит от неподвижных контактов и цепь размыкается.

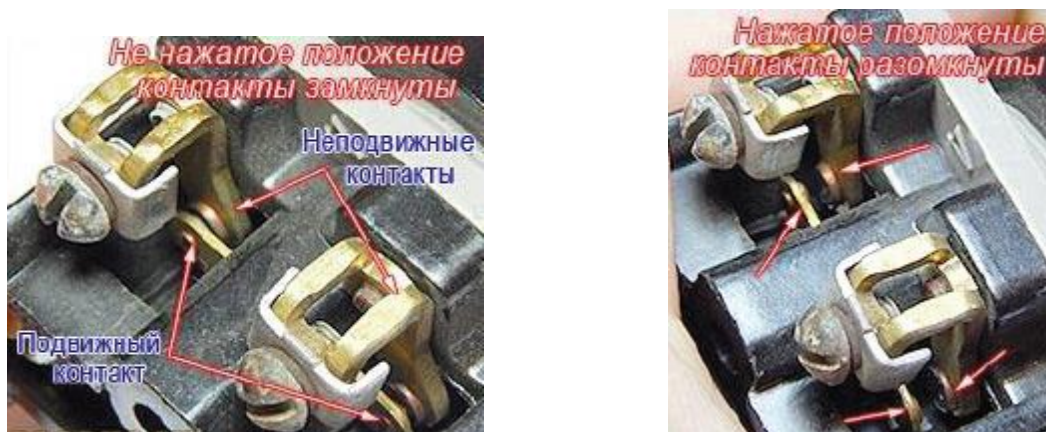


Рисунок 43 – Устройство и принцип действия кнопки «Стоп»

При отпускании кнопка опять возвращается в исходное положение пружиной, подавливающей подвижный контакт, и он опять замыкает собой оба неподвижных контакта. На рисунке 43 показаны контакты кнопки в нажатом и не нажатом положении.

### Кнопка «Пуск»

Как правило, кнопку «Пуск» раскрашивают в черный или зеленый цвета. В кнопке используется замыкающий (нормально разомкнутый) контакт, при замыкании которого через кнопку начинает проходить электрический ток.

Кнопка «Пуск» устроена так же, как и кнопка «Стоп», и отличается лишь только тем, что в начальном положении ее подвижный контакт не замыкает неподвижные контакты — то есть всегда находится в не замкнутом состоянии. В левой части рисунка 44 видно, что подвижный контакт не замкнут и пружиной подавливается вверх.



Рисунок 44 – Устройство и принцип действия кнопки «Пуск»

При нажатии на кнопку подвижный контакт опускается и замыкает оба неподвижных контакта. Когда же кнопка отпускается, то ее подвижный контакт под действием пружины возвращается в исходное верхнее положение и контакты размыкаются.

Механизмы кнопок по своему устройству делятся на два типа, с фиксацией и без нее. Первые при срабатывании воздействуют на контакты и возвращаются обратно только после повторного нажатия. Вторые действуют за счет автоматического выталкивания одной кнопки при нажатии другой или под воздействием пружины.

### *Кнопочные станции и их разновидности*

Ассортимент кнопочных этих изделий достаточно велик, но все они устроены одинаково и работают по схожему принципу. Особой популярностью пользуются изделия серии «ПКЕ» (единые кнопочные посты). Как правило, они устанавливаются на деревообрабатывающих, расточных и фрезерных станках и т.д. рисунок 45.

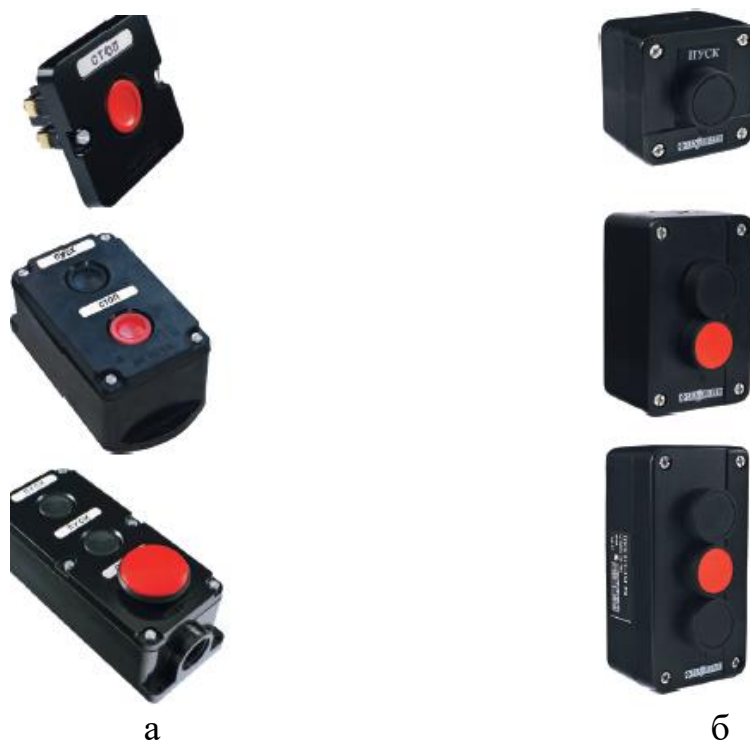


Рисунок 45 - Разновидности постов управления ПКЕ:  
 а - классическое исполнение; б - модернизированное исполнение

Для кодировки кнопочных управляющих постов серии ПКЕ используются цифры, которые расшифровываются следующим образом:

*Структура условного обозначения кнопочных постов серии ПКЕ*

ПКЕ-Х1 Х22 Х3 Х4 Х5-IPX6X7-КЭАЗ Х8:

ПКЕ – серия;

Х1 - исполнения по эксплуатационному назначению (1 - для встройки в нишу, 2 - для установки на ровную поверхность, 6 - «Стоп», «Пуск».);

Х2 - условное обозначение степени защиты по ГОСТ 14255:

1 - IP40 со стороны управляющего элемента и IP00/IP40 со стороны монтажа проводов;

2 - IP54 со стороны управляющего элемента и IP00/IP54 со стороны монтажа проводов.

2 - материал корпусных деталей - пластмасса;

Х3 - цифра, обозначающая количество управляющих элементов: 1, 2\*\*, 3;

Х4 - климатическое исполнение;

Х5 - категория размещения ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1: У2 для постов со степенью защиты IP54; У3 для постов со степенью защиты IP40. IPX6X7 IPX6X7 - степень защиты: IP54; IP40.

КЭАЗ - торговая марка;

Х8 - цвет и вид управляющего элемента: ПКЕ ХХХ-1 - красная кнопка, красный гриб, черная кнопка, черный гриб. ПКЕ ХХХ-2 и ПКЕ ХХХ-3 - вид кнопки «Стоп»: красный гриб, красная кнопка (не указывается). ПКЕ 6ХХ и ПКЕ 7ХХ

«Пуск» только черная кнопка (не указывается), «Стоп» - только красная (не указывается). \*Степень защиты постов для установки на ровную поверхность.  
 \*\*Для постов серий ПКЕ 6. и ПКЕ 7. количество управляющих элементов - 2.

Графические обозначения кнопок управления на схемах представлены на рисунке 46

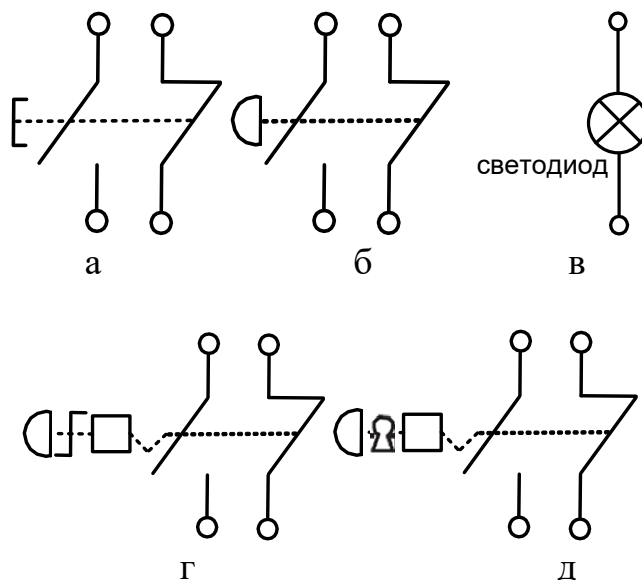


Рисунок 46 - Графические обозначения кнопок управления на схемах:

- а - толкатель  $Iz+Iр$ ; б - грибовидный толкатель  $Iz+Iр$ ;*
- в- сигнальная лампа со светодиодом (только для ПКЕ-М);*
- грибовидный толкатель возврат поворотом  $Iz+Iр$ ;*
- грибовидный толкатель, возврат ключом  $Iz+Iр$*

*Основные технические параметры управляющих кнопок и их значения:*

- Токи, коммутируемые кнопками от - 0,1 до 10 А.
- Номинальное напряжение переменного тока частотой 50Гц - 660 В
- Номинальное напряжение постоянного тока - 440 В
- Минимальное рабочее напряжение - 12 В
- Усилие нажатия на оголовок составляет не более 0,5-2 кг.
- Кнопка «Стоп», в ответственных случаях должна выступать над поверхностью панели примерно на 3-5 мм, кнопка «Пуск» располагается ниже ее уровня на ту же величину.
- Коммутационная износостойкость при частоте включения 1200 циклов в час, млн. циклов ВО 1.

### Посты кнопочные серии ПКТ

Основная сфера применения кнопочных постов - предприятия, учреждения и организации с размещенными в них электроприводами. Эти изделия широко применяются практически во всех отраслях народнохозяйственной деятельности.



С их помощью могут включаться и выключаться привода управления мощными задвижками в системах подачи воды и тепла в городских коммуникациях, распределяя нагретые носители по различным объектам. Отдельная сфера применения кнопочных постов ПКТ- крановые хозяйства, где посредством дистанционных переключателей удастся управлять перемещением кран-балок и подъемного механизма. Такой пульт показан на рисунке 47.



Рисунок 47 - Пост управления тельферный ПКТ

*Основные характеристики пульта ПКТ-62:*

- количество кнопок управления -4;
- функции кнопок управления - Пуск вверх ↑, вниз ↓, вправо →, влево ←
- условный тепловой ток в оболочке - 5А;
- номинальное рабочее напряжение - 400 В;
- Номинальное напряжение по изоляции - 500 В;
- конструктивное исполнение кнопок управления – нажимные с самовозвратом;
- наличие блокировки кнопок управления - механическая блокировка;
- усилие управления - 30Н;
- коммутационная износостойкость – 10000 циклов;
- механическая износостойкость 30000 циклов;
- степень защиты - IP54;
- сечение подключаемых проводников – 1,5 мм<sup>2</sup>;
- климатическое исполнение - УХЛ4.

*Структура условного обозначения кнопочных постов серии ПКТ*

ПКТ-Х1 Х2 Х3Х4

ПКТ - пост кнопочный тельферный

Х1- Общее число управляющих элементов (толкателей): 2; 4; 6

Х2 - Число двухоперационных управляющих элементов : 0; 2; 4; 6

Х3 - Климатическое исполнение (У, Т, ХЛ)

Х4 - категория размещения

Пульт должен эксплуатироваться при следующих условиях окружающей среды:

- невзрывоопасная;
- не содержащая агрессивных газов и паров, в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию;
- не насыщенная токопроводящей пылью и парами;

- отсутствие непосредственного воздействия ультрафиолетового излучения. Корпус изделия выполнен из АВС-пластика не поддерживающего горение. Электрические принципиальные схемы пульта приведены на рисунке 48.

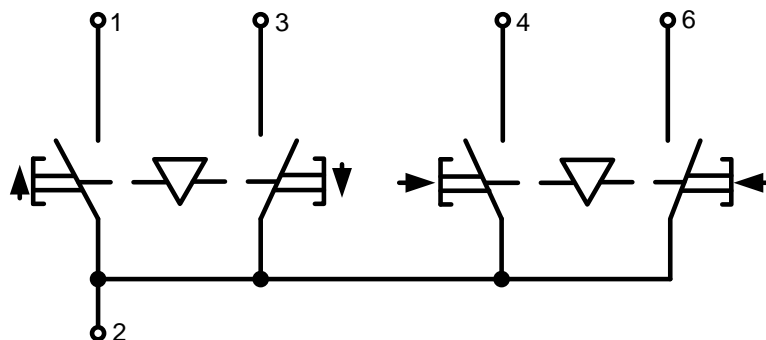


Рисунок 48 - Электрические принципиальные схемы тельферного пульта РКТ 62

На монтажной схеме Кнопочный пост типа ПКЕ изображается как показано на рисунке 49.

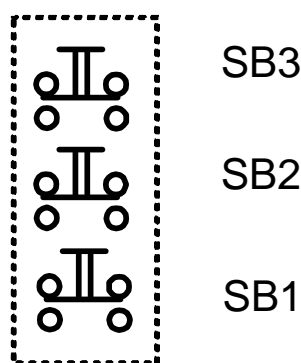


Рисунок 49 – Изображение кнопочного поста типа ПКЕ на монтажной схеме

### Выключатели конечные (путевые) серии ВПК

Выключатели путевые серии ВПК рисунок 50 предназначены для применения в электрических цепях управления, сигнализации и контроля относительного положения подвижных частей механизма в пространстве под воздействием управляющих упоров путем механического контакта в определенных точках пути контролируемого объекта.

Концевые выключатели – одна из разновидностей путевых. Они необходимы для размыкания и соединения электрической цепи. Как правило, устанавливаются для ограничения возвратно-поступательного перемещения в подъемно-транспортных механизмах, ограничения хода закреплённого инструмента в металлообрабатывающих станках, для пуска и останова электрических двигателей. Основное применение – коммутация электрических цепей под воздействием управляющих упоров в определённых точках пути контролируемого объекта.



Рисунок 50 - Выключатели конечные (путевые) серии ВПК

Эти элементы отличаются наличием прочного корпуса. Он может быть выполнен из пластмассы, силумина, чугуна, полиэстера или алюминия.

В выключателе имеются два контакта нормально замкнутый и нормально разомкнутый. Они функционируют в качестве самовозвратных механизмов. Кроме того, предусмотрены фиксирующие зажимы для подсоединения проводов.

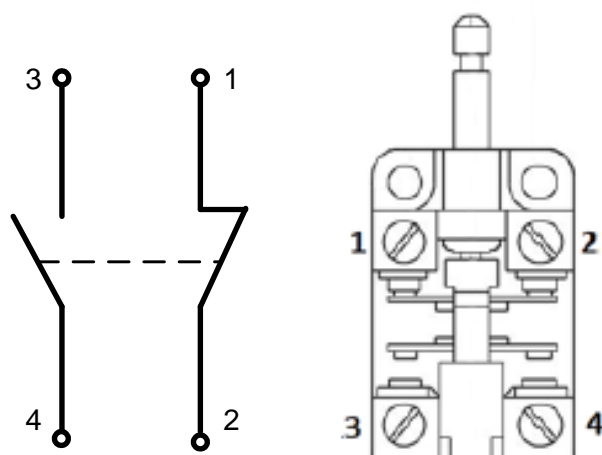


Рисунок 51 - Электрические принципиальные схемы путевого выключателя:  
*а - графическое изображение на схемах; б - внешний вид выключателя*

Корпус изнутри может быть усилен герметизационными или армирующими элементами. Они требуются, когда выключатель работает в химически агрессивной, взрыво- или пожароопасной среде. Внутри корпуса расположены два или четыре контакта и привод рисунок 51.



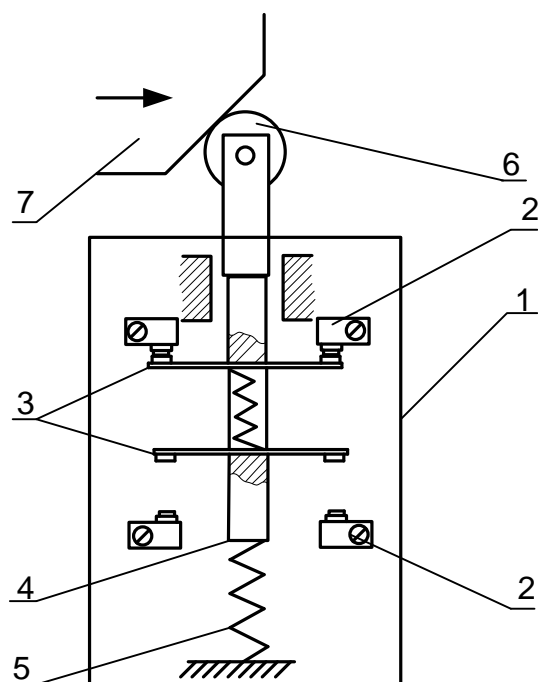


Рисунок 52 - Устройство путевого выключателя:

*1 - корпус; 2 – неподвижные контакты; 3 – подвижные контакты;  
4 – шток; 5 – пружина; 6 – ролик; 7- механизм*

Основное отличие по конструкции и принципу срабатывания между путевыми и конечными выключателями состоит в срабатывании на разные ситуации и, соответственно, в наличии необходимых элементов. Путевые выключатели могут иметь несколько точек включения. Концевые – только две: «открыть» при начале пути и «закрывать» - по его завершении.

Благодаря многочисленным модификациям выключатели используются в широком спектре и имеют следующую маркировку.

#### *Структура условного обозначение*

ВПК – X1 X2 X3 X4 - Б – X5X6:

ВПК – выключатель путевой концевой.

X1 Условное обозначение номера серии:

X2 Условное обозначение способа крепления: 0 - базовое крепление, степень защиты (IP00); 1 - базовое крепление, резьбовой неуплотненный ввод, степень защиты (IP65).

X3 Условное обозначение количества полюсов и типа контактов: 1 – 2 полюса 1z + 1p.

X4 Условное обозначение исполнения по виду привода:

0 - толкатель; 1 - толкатель с роликом; 2 - рычаг с роликом; 3 – селективный.

Условное обозначение индекса модернизации: Б

X5 Климатическое исполнение У2, УХЛ4

X6 категория размещения.

*Технические характеристики путевых выключателей:*

напряжения питания на переменном токе с частотой 50 Гц 660 В;

напряжения питания на постоянном токе- 400 В;

номинальное напряжение по изоляции – 660; В

номинальный коммутируемый ток - 10 А;

минимальное напряжение - 12 В;

механическая износостойкость - 12500000 циклов;

коммутационная износостойкость - 4000000. циклов;

температура окружающей среды от -40 до +50°С

На монтажной схеме путевые выключатели типа ВПК изображаются как показано на рисунке 53.

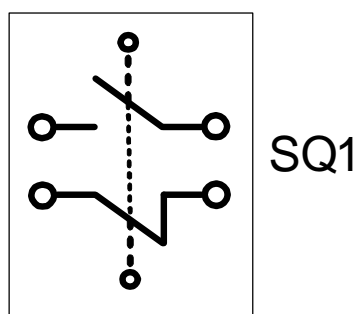


Рисунок 53 – Изображение путевого выключателя ВПК на монтажной схеме

### Схемы включения магнитных пускателей

Магнитный пускатель – устройство, которое обязательно содержит контактор (как главный коммутационный элемент), а также может содержать:

- [защитный автомат](#) (как устройство оперативного или аварийного отключения),
- [тепловое реле](#) (как устройство аварийного отключения при перегрузке и обрыве фазы),
- кнопки “Пуск”, “Стоп”, различные переключатели режимов схемы,
- индикация работы и аварии.

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

Суть схем 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.

Различные схемы подключения магнитных пускателей и их отличия рассмотрим ниже.

Схема подключения магнитного пускателя с катушкой управления на напряжение 220 В приведена на рисунке 54.

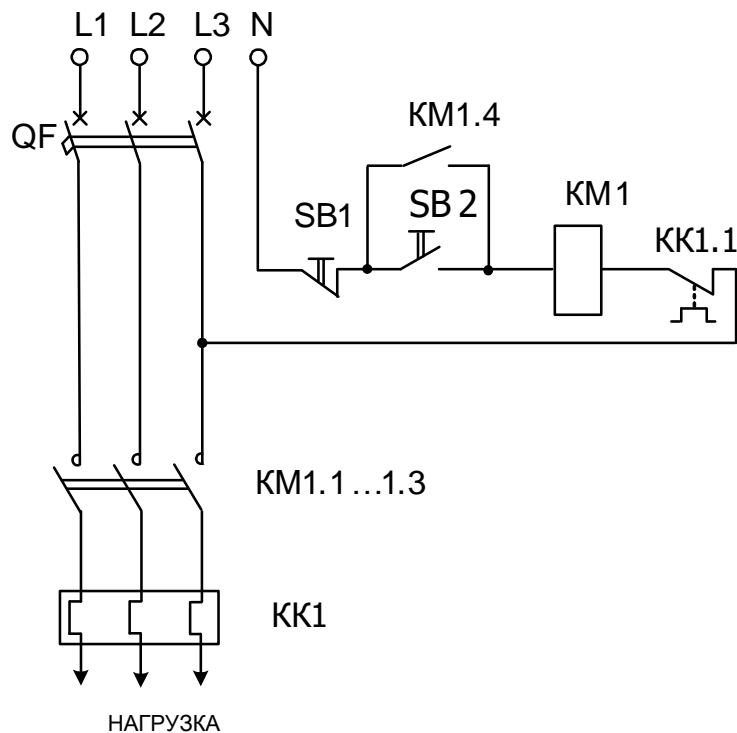


Рисунок 54 - Принципиальная электронная схема подключения магнитного пускателя с катушкой на 220В

Питание на катушку магнитного пускателя KM1 поступает через контакты последовательно включенных в ее цепь кнопки «Пуск» - SB2, «Стоп» SB1 и контакты теплового реле KK1.1. 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 KM1.1...1.3 и блокировочный KM1.4 на нагрузку подается напряжение.

При отпускании кнопки «Пуск» SB2 цепь катушки не разрывается, так как параллельно SB2 включен блок-контакт KM1.4 с замкнутыми контактами (якорь магнитного пускателя втянут) - фазное напряжение L3 на катушку будет поступать через них.

Нажатием кнопки «Стоп» SB1 цепь питания катушки KM1 разрывается, происходит возврат группы подвижных контактов KM1.1...1.3 в исходное состояние и нагрузка, таким образом, оказывается обесточенной. То же самое происходит при токовой перегрузке электродвигателя, на нагревательных элементах теплового реле KK1 выделяется дополнительная тепловая энергия, которая приводит к срабатыванию размыкающего контакта теплового реле KK1.1, прерывая, в данном случае ноль N, питающий катушку KM1 магнитного пускателя.

По принципиальной электрической схеме можно вычертить монтажную схему, которая будет выглядеть как показано на рисунке 55

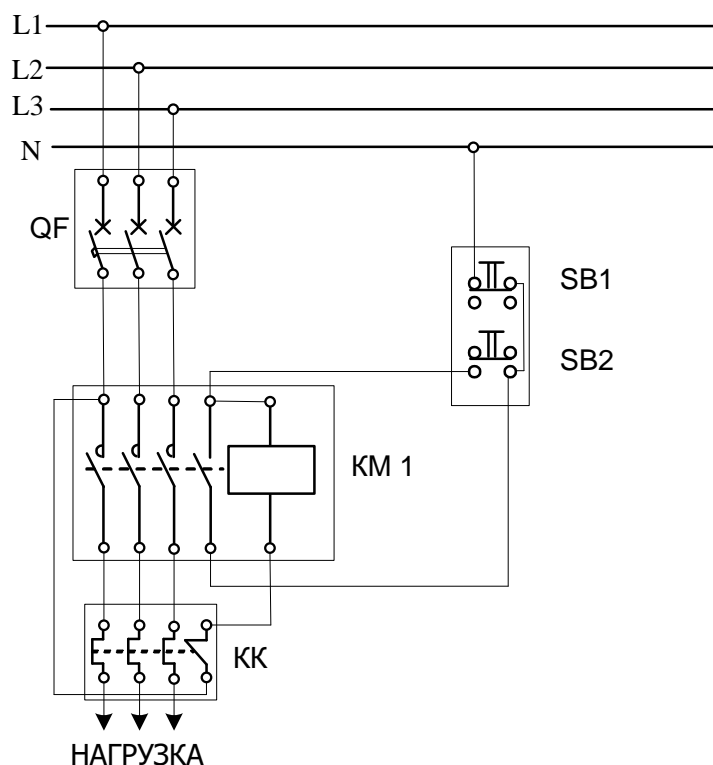


Рисунок 55 - Монтажная электронная схема подключения магнитного пускателя с катушкой на 220В

Схема подключения магнитного пускателя с катушкой на 380 В приведена на рисунке 56.

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.

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 кнопочными постами конвейер 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.

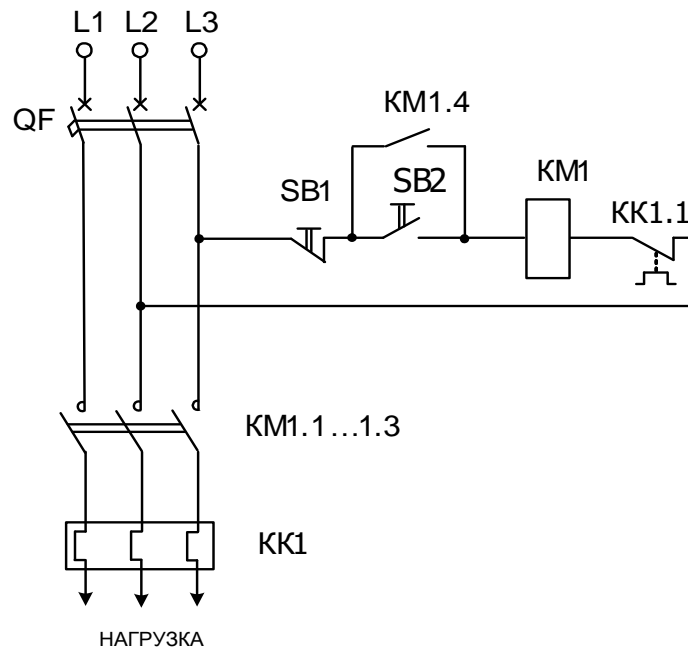


Рисунок 56 - Принципиальная электронная схема подключения магнитного пускателя с катушкой на 380 В

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 кнопочными постами конвейер 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 57.

При включении одной из кнопок (SB2, SB4) напряжение проходя через кнопки SB1 и SB3 получает питание катушка KM1. Блок-контакт KM 1.4 поставит катушку на самопитание. В силовой цепи контакты магнитного пускателя KM1.1...1.3 замкнутся и напряжение, проходя через нагревательные элементы теплового реле KK1 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.

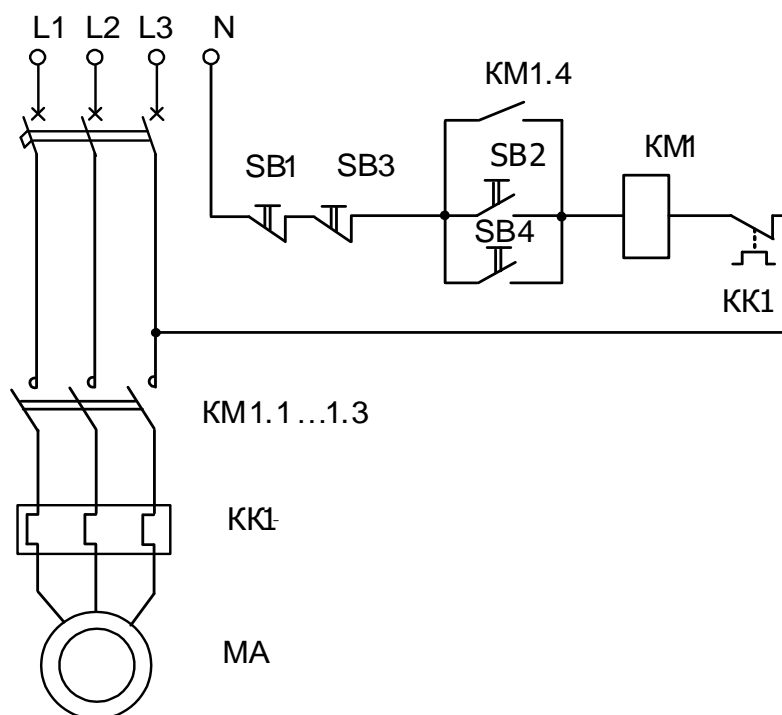


Рисунок 57 - Принципиальная классическая схема пуск с двух мест трехфазного электродвигателя

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 58.

Из распределительного щита напряжения подается 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 КМ1.1...1.3. Катушка магнитного пускателя КМ1 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 L3, кнопка «Стоп» SB1, кнопка «Пуск» SB2, катушка магнитного пускателя КМ1, контакты теплового реле КК1.,1 катушка КМ1.

Электрический ток проходит по катушке КМ1, создает магнитное поле, которое притягивает якорь к сердечнику, и тем самым замыкает главные и вспомогательные контакты магнитного пускателя контакты КМ1.1...1.3, КМ1.4 и КМ1.5. 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.

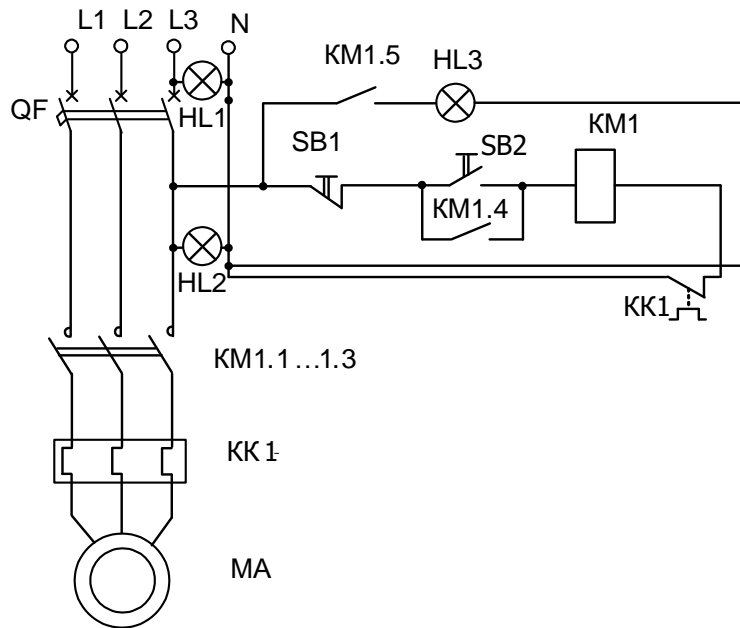


Рисунок 58 - Принципиальная классическая схема пуск с двух мест трехфазного электродвигателя

При эксплуатации электродвигателей иногда необходимо 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 рисунок 59.

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



Рисунок 59 - Реверсивный магнитный пускатель

Рассмотрим силовую цепь электродвигателя, управляемого реверсивным магнитным пускателем рисунок 60.

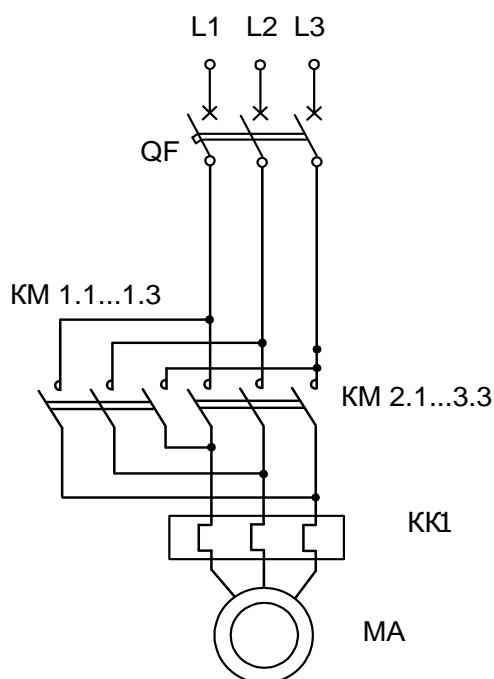


Рисунок 60 - Силовая цепь питания двигателя

При срабатывании пускателя КМ 1 замыкаются силовые контакты первого пускателя, чередование фаз на двигателе - L13, L23, L33. При срабатывании КМ 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 КМ1 и КМ 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 КМ 1 и КМ2, 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 61.

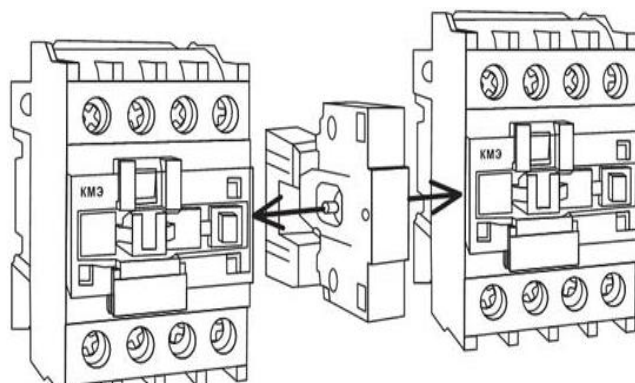


Рисунок 61 - Реверсивный магнитный пускатель с механической блокировкой

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.

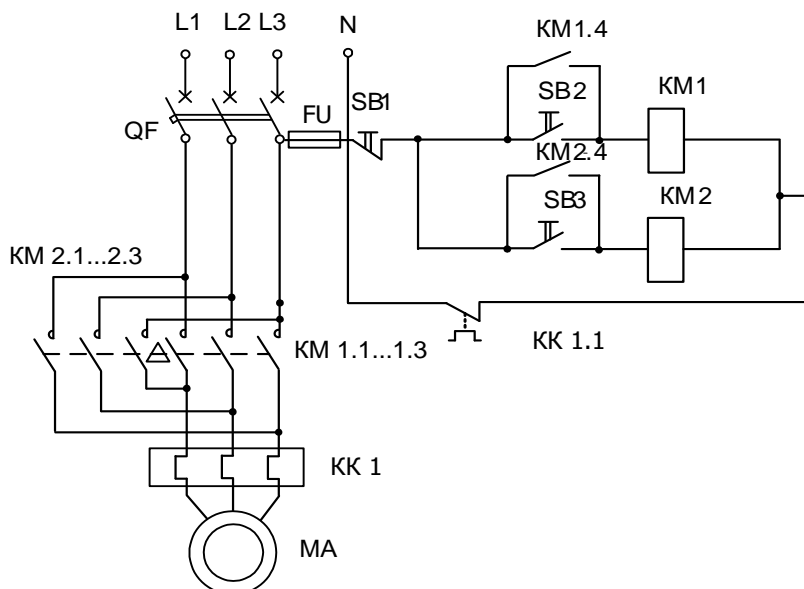


Рисунок 62 - Схема электрическая принципиальная реверсивного управления электродвигателем с механической блокировкой магнитного пускателя

Схема приведенная на рисунке 62 работает следующим образом: нажатием кнопки «Пуск» (SB 2) замыкается цепь питания катушки KM1, (фаза (С) L3, предохранитель FU, кнопка «Пуск» SB 2, катушка магнитного пускателя KM1, Контакт теплового реле KK1.1, нулевой провод N происходит вытягивание якоря пускателя и замыкание силовых контактов KM1.1...1.3, KM1.4. После от-

пускания кнопки пуск ток протекает через блокировочный контакт КМ1.4. 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 КМ1 приводит к возврату подвижных силовых контактов в исходное положение, таким образом, электродвигатель оказывается отключенным.

Нажатием кнопки «Пуск» (SB3) по аналогии замыкается цепь питания катушки КМ2, происходит втягивание и замыкание силовых контактов КМ2 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 блокирован от включения системой рычагов.

Принципиальная схема реверсивного магнитного пускателя с блокировкой замкнутыми контактами магнитного пускателя изображена на рисунке 63.

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.

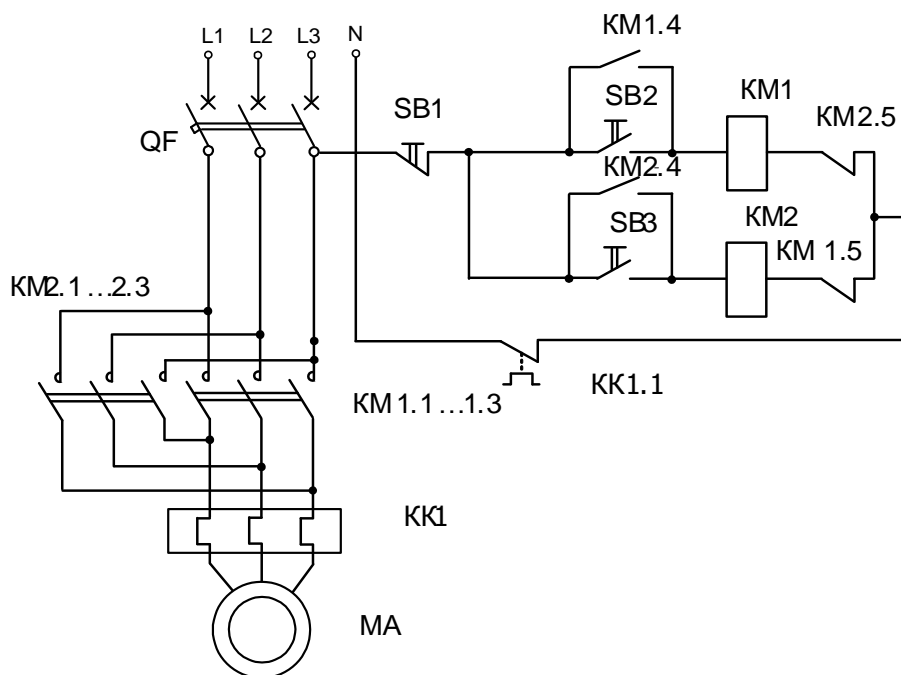


Рисунок 63 - Схема электрическая принципиальная реверсивного управления электродвигателем с блокировкой замкнутыми контактами магнитного пускателя

При нажатии кнопки «Пуск» SB 2 замыкается цепь питания катушки КМ1, (фаза (С) L3, кнопка «Пуск» SB 2, катушка магнитного пускателя КМ1, замкнутый контакт КМ 2.5, контакт теплового реле КК1.1, нулевой провод N.

Происходит втягивание якоря пускателя и замыкание силовых контактов КМ1.1...1.3, блок - контакта КМ1.4 и размыкание контакта КМ1.5. После отпущения кнопки пуск ток протекает через блокировочный контакт КМ1.4. 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 КМ1 приводит к возврату контактов в исходное положение КМ1.1...1.3 и КМ 1.4 размыкаются, а КМ1.5 замыкается таким образом, электродвигатель оказывается отключенным от напряжения.

Нажатием кнопки «Пуск» SB3 по аналогии замыкается цепь питания катушки КМ2, происходит втягивание и замыкание силовых контактов КМ2.1...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 КМ1, в случае ошибочного включения кнопки «Пуск» SB3, осуществляется последовательным включением в цепь питания катушки КМ1 нормально замкнутого блок-контакта КМ2.5 второго магнитного пускателя КМ2. В цепь катушки КМ 2 последовательно включен нормально замкнутый блок-контакт КМ1.5, а в цепь катушки КМ1 включен нормально закрытый блок-контакт КМ2.5.

Принципиальная схема реверсивного магнитного пускателя с блокировкой контактами кнопки изображена на рисунке 64.

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.

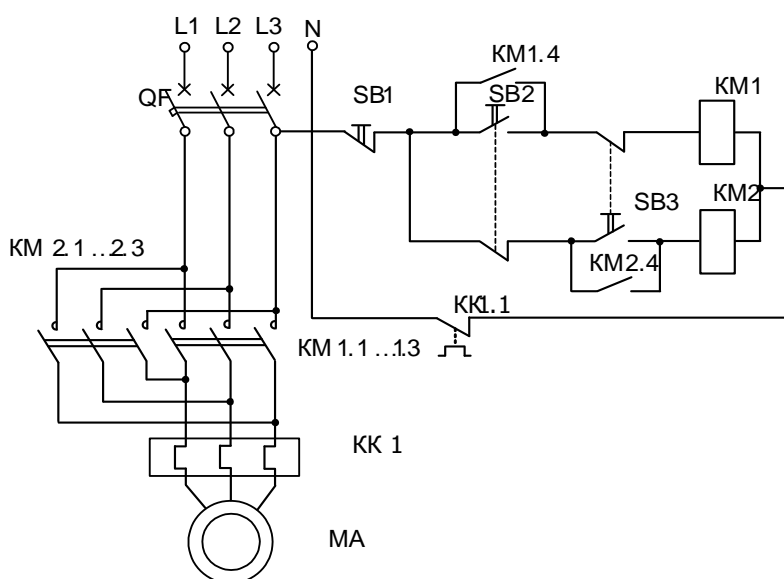


Рисунок 64 - Схема электрическая принципиальная реверсивного управления электродвигателем с блокировкой контактами кнопочной станции

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 KK1.1, 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» SB2 (замкнутые контакты),SB3 разомкнутые контакты, катушка магнитного пускателяKM2, контакт теплового реле KK1.1, нулевой провод N 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, 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» SB3 своими замкнутыми контактами размыкает цепь,(фаза (С) L3, «Стоп» SB1 кнопка «Пуск» SB2 (замкнутые контакты),SB3 разомкнутые контакты, катушка магнитного пускателяKM2, контакт теплового реле KK1.1, 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 65.

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 KK1.1, 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.

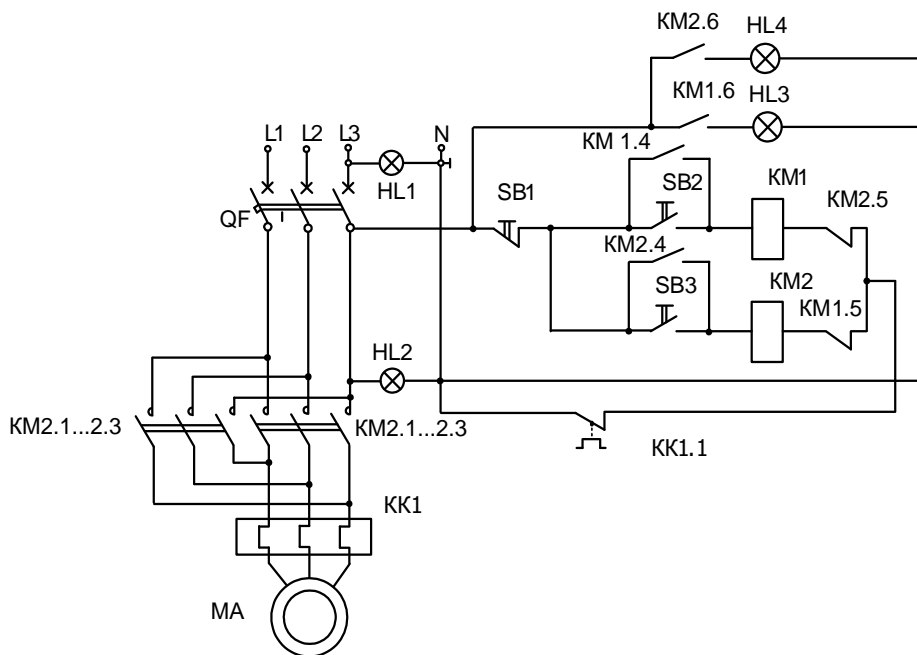


Рисунок 65 - Электрическая принципиальная схема реверсивного МП, со встроенными в оболочку кнопками управления и сигнальными лампами

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 МА (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 ограничивать перемещение механизма.

Путевая автоматика, или управление в функции пути, применяется для ограничения перемещения механизма или его останова в любой промежуточной или конечной точке пути.

Основными вариантами рабочих циклов, управляемых элементами путевой автоматике, могут быть: автоматическое отключение электропривода в конце цикла, реверсирование с автоматическим ограничением пути перемещения какого-либо элемента исполнительного механизма без выдержки и с выдержкой на конечных пунктах, реверсирование с выключением механизма после каждого цикла или с длительным челночным движением.

Рассмотрим типовые схемы управления отключения электродвигателя в конце пути при помощи конечных выключателей

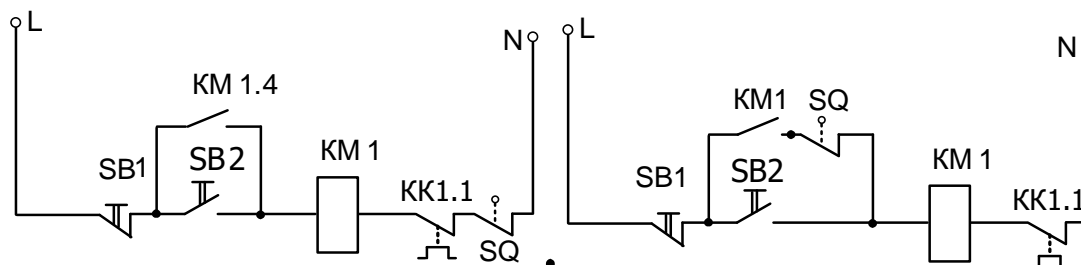


Рисунок 66 – Варианты схем управления с отключением в конце пути

Схемы на рисунке 66 предусматривают отключение двигателя в конце перемещения механизма конечным выключателем и различаются между собой только его размещением в цепи управления и вызванными этим функциональными особенностями.

Схема реверсивного управления с ограничением перемещения приведена на рисунке 67

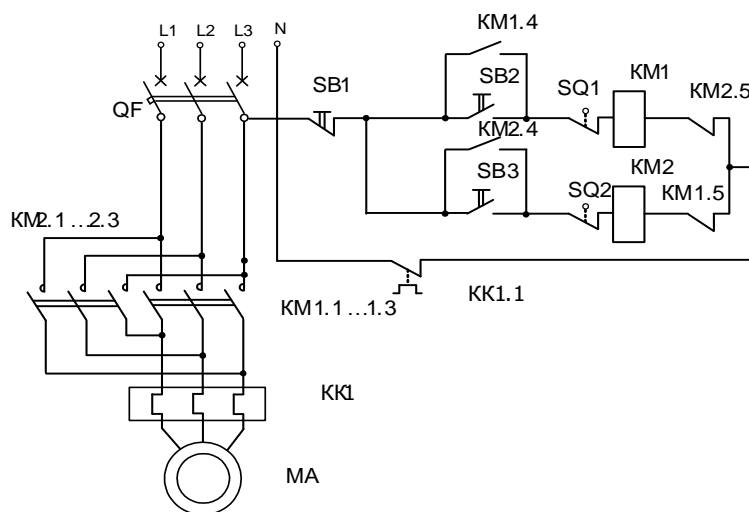


Рисунок 67 - Схема реверсивного управления с ограничением перемещения

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.

На принципиальной электрической схеме рисунок 60. в предусматривается перемещение механизма по пути, ограниченному двумя путевыми выключателями SQ1 и SQ2, причем работа может осуществляться как отдельными, так и непрерывными ходами. В первом случае механизм начинает свое перемещение вперед при нажатии кнопки SB2 и движется до тех пор, пока не нажмет на путевой выключатель SQ1. Для того чтобы вывести механизм из этого положения, необходимо нажать на кнопку SB1.

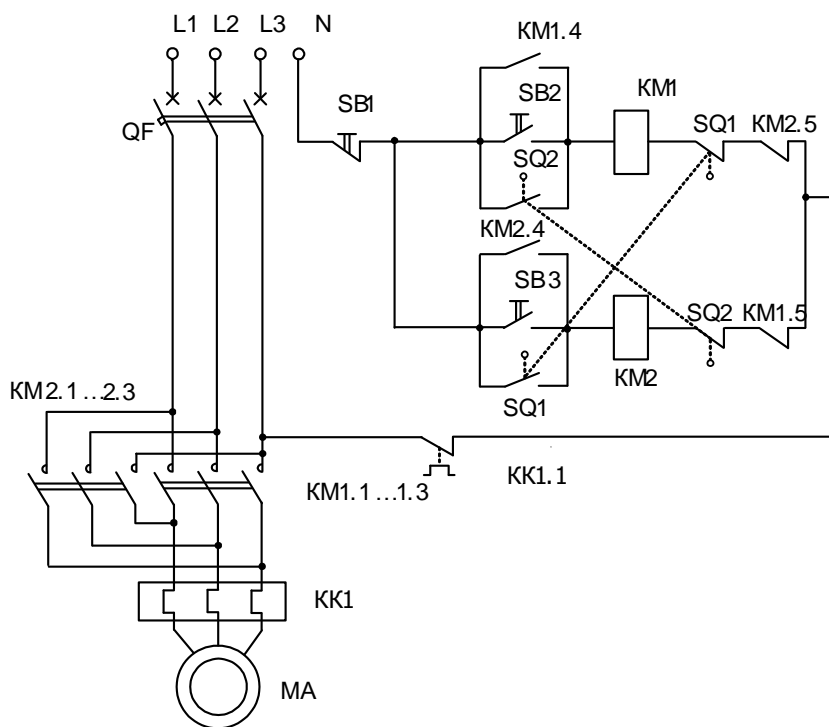


Рисунок 68 - Схема реверсивного управления с перемещением механизма по пути, ограниченному двумя путевыми выключателями SQ1 и SQ2

Для циклической работы механизма с различной выдержкой времени в крайних положениях может быть применена схема рисунок 69. При пуске двигателя вперед пусковой кнопкой SB2 включается реле времени КТ1 и размыкает свой контакт в цепи катушки контактора KM2. Движение продолжается до срабатывания путевого переключателя SQ1, размыкающего цепь катушки кон-

тактора КМ1 и замыкающего механически связанный с ним контакт SQ 1. Но реверсирование наступает не сразу, так как размыкающий контакт КТ1 еще разомкнут.

Реле времени КТ1, отключаемое контактом КМ1, отсчитывает заданную выдержку времени и включает катушку контактора КМ2, реверсируя двигатель. Через замыкающий блок-контакт КМ2 включается реле времени КТ2 и разрывает цепь катушки КМ1 контактом КТ2. Электродвигатель включается и перемещает механизм до срабатывания путевого выключателя, после чего цикл повторяется в том же порядке.

Если по условиям работы выдержка времени нужна только в одном каком-либо крайнем положении, то в схеме управления исключается одно реле времени и его размыкающий контакт.

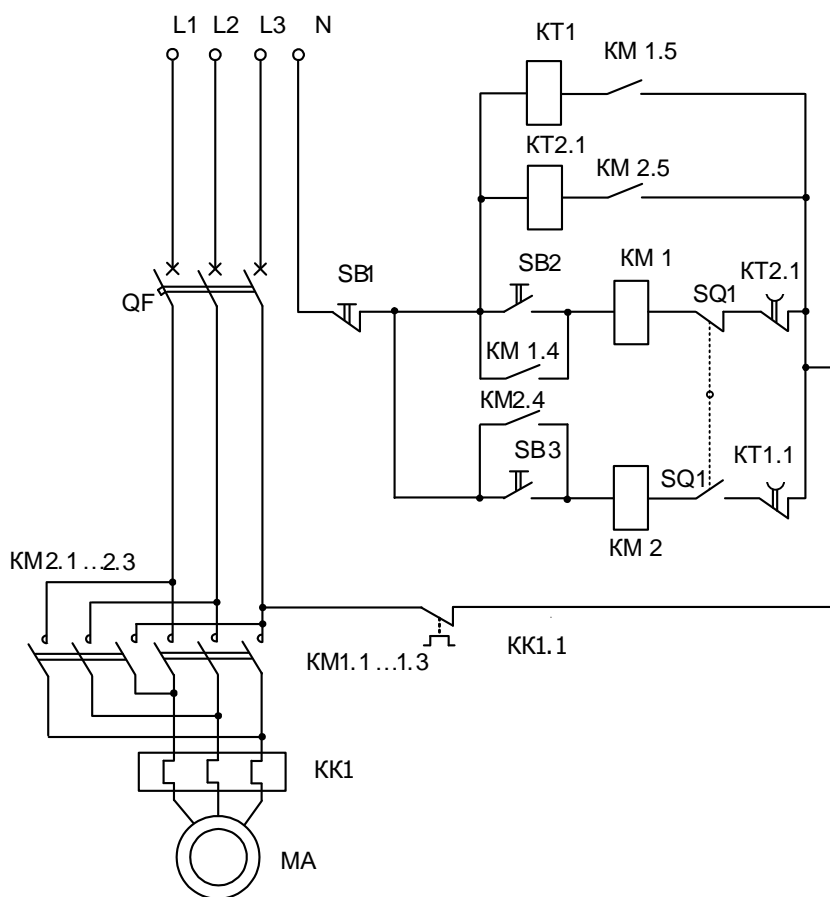


Рисунок 69 - Схема реверсивного управления работы механизма с различной выдержкой времени в крайних положениях



## **Оборудование и материалы**

1. Автоматический выключатель
2. Магнитные контакторы
3. Кнопочные посты
4. Тепловое реле
5. Трехфазный асинхронный электродвигатель
6. Монтажные провода
7. Набор инструментов.
8. Мультиметр М-830В.
9. 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 Изучить схему управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью реверсивного 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 осмотреть магнитный пускатель сделать вывод о его состоянии.
2. Определить тип магнитного пускателя, записать его технические данные.
3. Изучить устройство, принцип действия пускателя и его основных частей.
4. Изучить устройство, принцип действия магнитного контактора и его основных частей.
5. Описать назначение и устройство магнитного пускателя.
6. Изучить устройство, принцип действия теплового реле и его основных частей.
7. Изучить устройство, принцип действия постов управления.
8. Изучите схему управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью магнитного пускателя.
9. По принципиальной электрической схеме вычертить монтажную электрическую схему
10. Убедитесь в целостности лабораторного оборудования и соединительных проводов.
11. Произвести монтаж схем включения нереверсивного и реверсивного магнитного пускателей.

12. После проверки преподавателем схемы, осуществите управление трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью магнитного пускателя.

Во избежание поражения электрическим током касаться руками клемм, других токоведущих деталей **категорически запрещается**.

После успешного пуска и остановки электродвигателя - отключите автоматический выключатель QF.

При возникновении аварийных ситуаций: гудении электродвигателя (например, при неполнофазном режиме работы), появлении запаха дыма и возникновении прочих аварийных режимов – немедленно отключите автоматический выключатель QF и сообщите о неисправности преподавателю.

13. Ответьте на контрольные вопросы.

### **Содержание отчета**

1. Название и цель работы.
2. Технические характеристики элементов электрической схемы.
3. Назначение и устройство и принцип действия магнитного пускателя.
4. Принципиальная и монтажная электрические схемы 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. Структура обозначения магнитных пускателей.
8. Расшифруйте марку магнитных пускателей, предложенных преподавателям.
9. Для чего предназначен реверсивный магнитный пускатель?
10. Для чего в конструкции реверсивного пускателя серии предусмотрена 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 Михаил Михайлович

**МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ  
И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА  
И СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ

Методическое пособие  
для выполнения лабораторной работы  
для студентов направлений подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,  
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,  
35.03.06 Агроинженерия

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 26.02.2024 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 3,49. Тираж 25 экз. Изд. №7628.

---

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