

## 20 Подключение асинхронного двигателя

Для нечастых включений асинхронных двигателей применяются рубильники или автоматические выключатели. При включении двигателя рубильником для защиты от перегрузки и короткого замыкания применяются **плавкие предохранители**. Они дешёвы и просты по устройству. Плавкий предохранитель состоит из двух основных частей: корпуса (патрона) из электроизоляционного материала и плавкой вставки. Концы плавкой вставки соединены с клеммами, с помощью которых предохранитель включается в линию последовательно с защищаемым потребителем или участком цепи. Плавкая вставка выбирается с таким расчётом, чтобы она плавилась раньше, чем температура проводов линии достигнет опасного уровня или перегруженный потребитель выйдет из строя.

По конструктивным особенностям различают пластинчатые, патронные, трубчатые и пробочные предохранители. Сила тока, на который рассчитана плавкая вставка, указывается на её корпусе. Оговаривается также максимально допустимое напряжение, при котором может использоваться предохранитель. Для гашения электрической дуги, возникающей при разрыве тока, плавкие вставки могут помещаться в корпус из фибры или засыпаться песком.

Основной характеристикой плавкой вставки является зависимость времени её перегорания от тока. Эта кривая снимается экспериментально: берется партия одинаковых предохранителей, которые последовательно пережигаются при разных токах. Замеряются время, по истечении которого вставка перегорает, и ток, проходящий через вставку. Каждому току соответствует определенное время перегорания вставки.

**Автоматические выключатели** (в просторечье – автоматы) предназначены для применения в электрических цепях переменного тока, защиты при перегрузках и токах короткого замыкания, пуска и остановки асинхронных электродвигателей и обеспечения безопасности изоляции проводников.

**Конструкция автоматического выключателя.** Части автоматического выключателя представлены на рисунке 44.

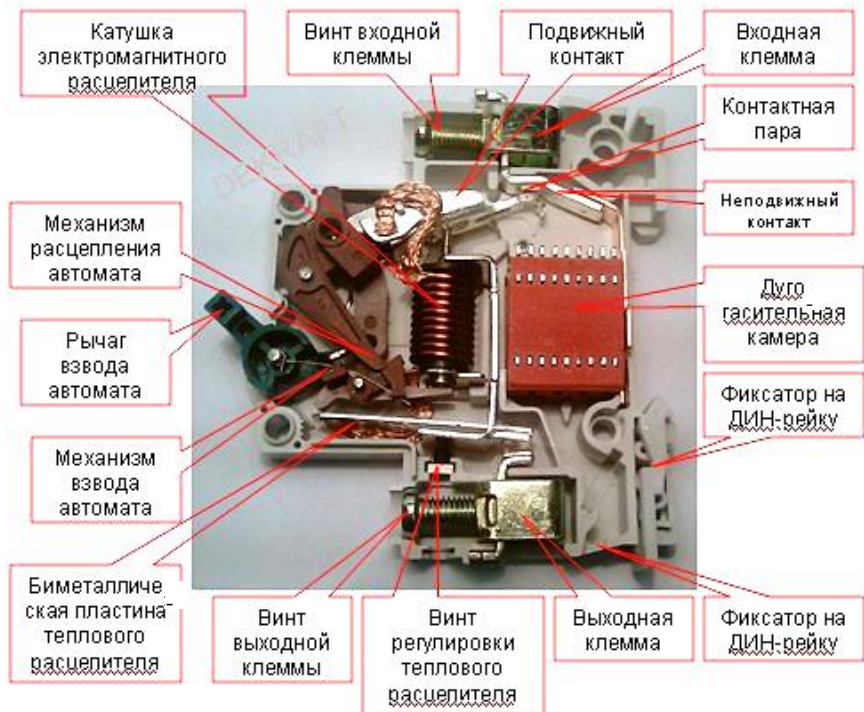


Рисунок 44 – Устройство автоматического выключателя

Чаще всего автоматические выключатели имеют два типа защиты: довольно инерционную тепловую (выполнена на биметаллической пластинке), предназначенную для защиты от длительных токовых перегрузок, даже небольших, и быстродействующую (динамическую), выполненную на электромагнитной катушке, для защиты от токов короткого замыкания, превышающих номинальные в десятки раз. Контактная система состоит из неподвижных контактов, закреплённых на корпусе, и подвижных контактов, шарнирно насаженных на полуоси рычага механизма управления, и обеспечивает, как правило, одинарный разрыв цепи. Дугогасительное устройство устанавливается в каждом полюсе выключателя и предназначается для локализации электрической дуги в ограниченном объёме. Комбинированные зажимы из посеребренной меди и анодированной

стали обеспечивают надёжный контакт с медными и алюминиевыми проводниками сечением от 1 до 25 мм<sup>2</sup>.

Автоматические выключатели имеют такую конструкцию механизма управления и механизма свободного расцепления, что во время включения замыкание контактов происходит мгновенно независимо от скорости движения рукоятки управления.

**Принцип действия автоматического выключателя.** При протекании тока потребителя через нагревательный элемент автоматического выключателя нагревается и изгибается биметаллическая пластинка (пластинка из двух слоёв металлов с различными коэффициентами теплового расширения). При перегрузке биметаллическая пластинка изгибается настолько, что толкает рычаг, воздействующий на механизм расцепления; автомат выключается. Выдержка времени отключения уменьшается с ростом тока.

Этот же ток потребителя протекает через катушку, в магнитном поле которой находится сердечник из магнитомягкого материала, удерживаемый пружиной. При коротком замыкании в защищаемой цепи ток многократно возрастает. Сердечник сильно намагничивается и практически мгновенно втягивается в катушку, перемещая рычаг расцепителя; автомат выключается.

Тепловая защита, чувствующая даже небольшие перегрузки, и электромагнитная, отключающая практически мгновенно при многократных перегрузках, гармонично дополняют друг друга. В обоих случаях подвижный контакт отходит от неподвижного, автомат выключается, происходит разрыв цепи, тем самым электрическая цепь защищается от перегрузок и токов короткого замыкания. При этом отключение автоматического выключателя производится независимо от того, удерживается ли рукоятка управления во включенном положении. Собственное время срабатывания механизма автоматического выключателя – сотые доли секунды.

Для частых пусков асинхронных двигателей применяют магнитные пускатели. Они представляют собой магнитные контакторы и реле тепловой защиты, размещенные в металлическом корпусе. Для управления магнитными пускателями используют кнопочные станции.

**Контактор** имеет сердечник из пластин электротехнической стали, в виде двух Ш-образных половинок, распираемых пружинами, и обмотку. При протекании по обмотке тока половинки сердечника намагничиваются и притягиваются друг к другу, перемещая контакты. В контакторе имеются главные и вспомогательные (блокировочные) контакты. Главные контакты при срабатывании контактора замыкаются, подавая ток в обмотки двигателя. Блокировочные контакты используются в схеме включения обмоток контакторов, часть из них при срабатывании контактора замыкается, а часть размыкается.

**Реле тепловой защиты** содержит нагревательные элементы, биметаллические пластины, расцепительный механизм и контакт. При протекании тока двигателя по нагревательным элементам теплового реле биметаллические пластины нагреваются. Так как они состоят из двух слоёв металлов с разным коэффициентом теплового расширения, от нагрева они изгибаются. Если ток двигателя превышает номинальный, биметаллические пластинки изгибаются настолько, что сбрасывают защёлку расцепительного механизма, и контакт теплового реле размыкается. При этом разрывается цепь питания обмотки контактора и двигатель выключается. После остывания биметаллических пластинок контакт реле тепловой защиты может быть восстановлен нажатием на специальный флажок. Для этого в корпусе магнитного пускателя предусмотрена кнопка «возврат реле».

В **кнопочной станции** находятся кнопки «Пуск» и «Стоп».

В схеме подключения асинхронного двигателя используются питающие провода *A*, *B* и *C*; магнитный контактор КМ; реле тепловой защиты КК, а также кнопки «Пуск» и «Стоп» ([рисунок 45](#)).

В левой части рисунка 45 изображена силовая часть схемы. Питающие провода *A*, *B* и *C* подключены к главным контактам КМ1, КМ2 и КМ3; ниже нагревательные элементы реле тепловой защиты КК1 и КК2, ещё ниже – двигатель *M*. Размыкающий контакт теплового реле КК относится к слаботочной цепи. Прямоугольник в центре рисунка 45 – обмотка контактора КМ, правее – самоблокировочный контакт КМ4 и кнопки.

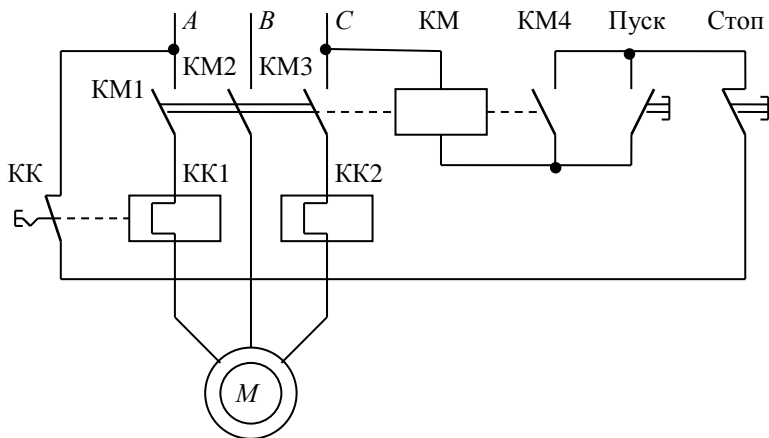


Рисунок 45 – Схема управления асинхронным двигателем

При нажатии кнопки «Пуск» создаётся цепь для протекания электрического тока:

Провод *C* – обмотка магнитного контактора *KM* – замыкающийся контакт кнопки «Пуск» – замкнутый контакт кнопки «Стоп» – замкнутый контакт реле тепловой защиты *KK* – провод *A*.

При протекании тока по обмотке контактора он срабатывает; замыкаются главные контакты *KM1...KM3* и в обмотки двигателя *M* через нагревательные элементы теплового реле *KK1* и *KK2* подаётся ток. Двигатель приходит во вращение. Одновременно замыкается блокировочный контакт *KM4*, который шунтирует контакт кнопки «Пуск». Немецкое слово «шунт» обозначает обходной путь; контактор становится на самоблокировку; кнопку можно отпустить.

Для выключения двигателя нужно нажать кнопку «Стоп», контакт которой разорвёт цепь питания обмотки магнитного контактора *KM*.

При работе двигателя сила тока в его обмотках контролируется датчиками реле тепловой защиты *KK1* и *KK2*, которые представляют собой нагреватели и биметаллические пластинки. При превышении током допустимого значения биметаллические пластинки, нагреваясь, изгибаются настолько, что включают расцепитель, размыкающий контакт *KK* теплового реле. Обмотка контактора *KM* при этом обесточивается и двигатель отключается. Восстановить тепловое реле и произвести повторный пуск можно только после

остывания биметаллических пластин нажатием кнопки «Возврат реле» на корпусе магнитного пускателя.

**Реверс** асинхронного двигателя это изменение направления вращения его ротора. Для этого достаточно поменять местами два из трёх питающих проводов, подключённых к двигателю.

Схема реверсивного пуска асинхронного двигателя *M* (рисунок 46) содержит питающие провода *A*, *B* и *C*; два магнитных контактора: КМ1 «Вперёд» и КМ2 «Назад»; кнопку *SB1* «Стоп»; а также две кнопки пуска – *SB2* «Вперёд» и *SB3* «Назад».

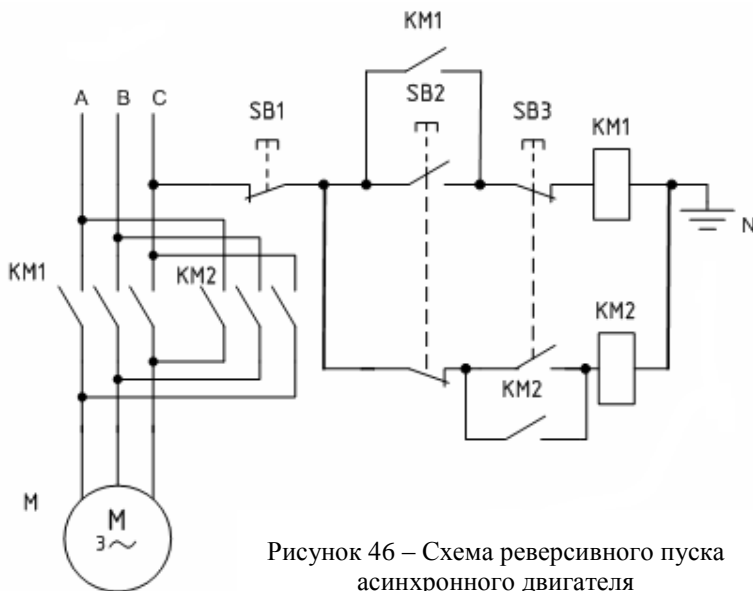


Рисунок 46 – Схема реверсивного пуска асинхронного двигателя

В цепи каждого пускателя кроме общей кнопки *SB1* «Стоп» включены по 2 контакта кнопок *SB2* и *SB3*, причём в цепи КМ1 кнопка *SB2* имеет нормально-открытый контакт (замыкающий), а *SB3* – нормально-закрытый (размыкающий) контакт; в цепи КМ2 кнопка *SB2* имеет нормально-закрытый контакт (размыкающий) а *SB3* – нормально открытый. При нажатии каждой из кнопок цепь одного из контакторов замыкается, а цепь другого одновременно при этом размыкается. Это называется взаимной блокировкой.

В левой части [рисунка 46](#) изображена силовая часть схемы. Главные контакты КМ1 и КМ2 обоих контакторов, соединены таким образом, чтобы при срабатывании контактора КМ1 «Вперёд» питающие провода подключались к обмоткам двигателя в прямой последовательности *A-B-C*, а при срабатывании контактора КМ2 «Назад» – в обратной, *C-B-A*.

В центре [рисунка 46](#) изображены кнопки пуска; каждая из них имеет по два контакта. Один из контактов – замыкающий – обеспечивает подачу тока в обмотку соответствующего контактора. При срабатывании контактора замыкающий контакт кнопки шунтируются самоблокировочными контактами контакторов; соответственно КМ1 или КМ2. Второй контакт каждой кнопки – размыкающий – включён в цепь обмотки противоположного контактора и при нажатии кнопки обесточивает его. Такое соединение кнопок пуска позволяет осуществлять быстрый реверс двигателя без его остановки кнопкой «Стоп».

Рассмотрим подробнее работу схемы. При подаче питающего трёхфазного напряжения на провода *A*, *B* и *C* это напряжение окажется на верхних клеммах главных контактов контакторов КМ1 и КМ2. При нажатии кнопки *SB2* «Вперёд» создаётся цепь для протекания тока по обмотке контактора КМ1(верхняя ветвь):

$$C - SB1 - SB2 - SB3 - KM1 - N.$$

Контактор КМ1 срабатывает, его главные контакты подают напряжение на двигатель *M* в прямой последовательности *A-B-C*. Двигатель начинает вращаться вперёд. Одновременно блокировочный контакт КМ1 шунтирует кнопку *SB2*. Создаётся обходной путь для тока обмотки КМ1 и кнопку *SB2* можно отпустить. Двигатель будет вращаться до тех пор, пока мы не обесточим обмотку контактора КМ1 нажатием кнопки *SB1* «Стоп» или, при быстром реверсе, нажатием кнопки *SB3* «Назад».

Для пуска двигателя в обратном направлении нажимаем кнопку *SB3* «Назад». При этом создаётся цепь для протекания тока по обмотке контактора КМ2 (нижняя ветвь):

$$C - SB1 - SB2 - SB3 - KM2 - N.$$

Контактор КМ2 срабатывает, его главные контакты подают напряжение на двигатель *M* в последовательности *C-B-A*. Двигатель

запускается в обратном направлении (или изменяет направление вращения при быстром реверсе). Одновременно блокировочный контакт КМ2 шунтирует кнопку *SB3*. Создаётся обходной путь для тока обмотки контактора, и кнопку можно отпустить. Двигатель будет вращаться до тех пор, пока мы не обесточим обмотку контактора КМ2 кнопкой *SB1* «Стоп» или не изменим направление вращения на прямое кнопкой *SB2* «Вперёд» (или пока не перегрузим двигатель).

Приведенная схема является упрощённой. В ней отсутствуют аппараты защиты (автоматические выключатели, тепловые реле), элементы сигнализации. Такие схемы часто дополняются различными контактами реле, выключателей, переключателей и датчиков. Также возможно питание катушки электромагнитного пускателя напряжением 380 В. В этом случае она подключается от двух любых фаз, например, от *C* и *A*. Возможно применение понижающего трансформатора для понижения напряжения в схеме управления. В этом случае используются электромагнитные пускатели с катушками на напряжение 110, 48, 36 или 24 В.