

Тема № 5

СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

1. Схемы управления электроприводами. Общие сведения.
2. Релейно-контакторные системы управления.
3. Схемы управления АД с короткозамкнутым ротором.
4. Схемы управления АД с фазным ротором.

1. Схемы управления электроприводами. Общие сведения.

При проектировании, монтаже электрического привода выполняют различные схемы с соблюдением следующих требований:

- каждый электрический аппарат и все его элементы (катушки, контакты и т. д.) имеют условное графическое и буквенное обозначения. При начертании контактов электрических аппаратов исходят из того, что катушки обесточены и отсутствует механическое воздействие на контактную систему коммутационных аппаратов;
- выделяют цепи - главные и вспомогательные. Первые вычерчивают утолщенными линиями (силовые цепи двигателей и генераторов), вторые - тонкими. К ним относят цепи управления, сигнализации, защиты и блокировки. По назначению схемы подразделяют на:

принципиальные, на которых изображают элементы всех аппаратов и электрических машин с расположением в порядке, удобном для чтения, а не по их пространственному размещению;

монтажные, на которых показывают разводку силовых проводов и вспомогательных цепей с указанием их площади сечения, марок и способов прокладки. В монтажных схемах отдельные аппараты, элементы располагают в соответствии с их действительным размещением, разрабатывают на базе принципиальной электрической схемы;

схемы внешних соединений, на которых показывают соединения панелей с двигателем и выносными аппаратами управления.

2. Релейно-контакторные системы управления

Под термином «релейно-контакторные системы управления» (РКСУ) понимают логические системы управления, построенные на релейно-контакторной элементной базе и предназначенные для автоматизации работы двигателей. С помощью РКСУ автоматизируют следующие операции: включение и отключение двигателя; выбор направления и скорости вращения; пуск и торможение двигателя; создание временных пауз в движении; защитное отключение двигателя и остановка механизма.

Объект управления для РКСУ - это двигатель, питаемый от сети. Электропривод, выполненный на такой основе, представляет собой простой нерегулируемый электропривод, в основном общепромышленного применения (например, электропривод кранов, тихоходных лифтов, конвейеров, вентиляторов, насосов и т.п.). Технические характеристики релейно-контакторной аппаратуры приведены далее:

Быстродействие:

время срабатывания, с	0,005...0,1
частота включений, ч ⁻¹ : для контакторов	600...1200
для реле	1200...3600

Потребляемая мощность, $B \cdot A$:

для контакторов	5...50
для реле	0,2...5

Срок службы (общее число включений) $10^6 \dots 10^7$

Достоинства - наличие гальванической развязки цепей; значительная коммутационная мощность; высокая помехоустойчивость; возможность использования единого источника питания для силовых и управляющих цепей.

Недостатки - контактная коммутация, требующая соответствующего ухода за аппаратурой и ограничивающая срок ее службы; ограниченное быстродействие; повышенные массогабаритные показатели и энергопотребление.

В составе РКСУ можно выделить по функциональному назначению две части: *управляющую* (формирующую алгоритм управления, включающую различные реле) и *исполнительную*, непосредственно осуществляющую управляющие воздействия на двигатель (контакторы, магнитные пускатели). В РКСУ входят типовые узлы, выполняющие определенные функции. Помимо них участвуют нетиповые узлы для решения конкретной технологической задачи, например узел защиты рабочего органа от пробуксовки приводного шкива, превышения скорости и т.п.

Важнейшая типовая функция РКСУ - защита электрической и механической частей электропривода от аварийных режимов. Задача узла

защиты - отключить двигатель от источника питания и остановить рабочий орган производственной машины.

К числу **аварийных режимов** в механической части электропривода относят: превышение допустимого момента в механической передаче (заклинивание механизма); расцепление рабочего органа (РО) с валом двигателя; превышение допустимой скорости двигателя или РО; выход РО за пределы зоны допустимых перемещений.

Аварийные режимы и средства защиты	
Электрическая часть	
<i>Аварийный режим:</i>	<i>Средства защиты:</i>
Короткие замыкания; перегрузка силовых цепей по нагреву	Быстродействующие автоматы; плавкие предохранители; реле максимального тока; тепловое реле
Перебои в электроснабжении; недопустимое снижение напряжения в сети	Нулевая блокировка; реле минимального напряжения; реле минимального тока
Механическая часть	
Перегрузка механизма по моменту (заклинивание)	Муфта предельного момента; предохранительная шпонка
Расцепление рабочего органа с валом двигателя	Двойная тормозная система двигателя
Превышение допустимой скорости рабочего органа	Реле максимальной скорости
Выход рабочего органа за пределы зоны допустимых перемещений	Защитные путевые выключатели

3. Схемы управления АД с короткозамкнутым ротором.

Двигатели этого типа малой и средней мощности обычно пускаются прямым подключением к сети без ограничения пусковых токов. В этих случаях они управляются с помощью магнитных пускателей, которые одновременно обеспечивают и некоторые виды их защиты.

Схема управления асинхронным двигателем с использованием непереворсивного магнитного пускателя (рис.1) включает в себя магнитный пускатель, состоящий из контактора *КМ1* и трех встроенных в него тепловых реле защиты *КК1*. Схема обеспечивает прямой (без ограничения тока и момента) пуск двигателя, отключение его от сети, а также защиту от коротких замыканий (предохранители *FA*) и перегрузки (тепловые реле защиты *КК1*).

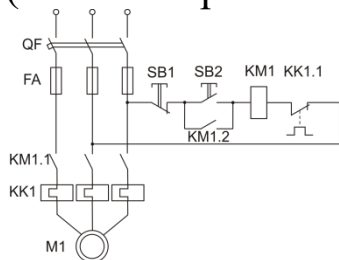


Рис.1

Для пуска двигателя замыкают автоматический выключатель *QF* и нажимают кнопку пуска *SB2*. При этом получает питание катушка контактора *КМ1*, который, включившись, своими главными силовыми контактами *КМ1.1* в цепи статора двигателя подключает его к источнику питания, а вспомогательным контактом *КМ1.2* шунтирует кнопку *SB2*. Происходит разбег двигателя по его естественной характеристике.

Для отключения двигателя нажимается кнопка останова *SB1*, контактор *КМ1* теряет питание и отключает двигатель от сети. Начинается процесс торможения двигателя выбегом под действием момента нагрузки на его валу.

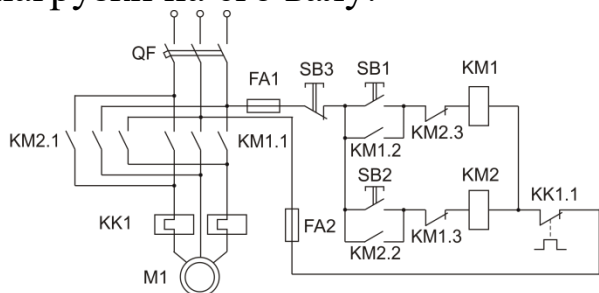


Рис.2

В схеме управления асинхронным двигателем с использованием реверсивного магнитного пускателя основным элементом является реверсивный магнитный пускатель, который включает в себя два линейных контактора *КМ1* и *КМ2* и два тепловых реле защиты *КК1* (рис.2). Схема обеспечивает прямой пуск и реверс двигателя, а также торможение противовключением при ручном (неавтоматическом) управлении.

В этой схеме предусмотрена защита от перегрузок двигателя (реле *КК1*), коротких замыканий в цепи статора (автоматический выключатель *QF*) и управления (предохранители *FA*). Кроме того, в схеме управления обеспечивается нулевая защита от исчезновения (снижения) напряжения питающей сети, которая выражается в невозможности самостоятельного включения контакторов *КМ1* и *КМ2* после их отключения.

Пуск двигателя в условных направлениях «Вперед» или «Назад» при включенном автоматическом выключателе *QF* осуществляется нажатием соответственно кнопок *SB1* или *SB2*. Это приводит к срабатыванию контактора *KM1* или *KM2* и подключению двигателя к сети.

Для реверса или торможения двигателя вначале нажимают кнопку *SB3*, что приводит к отключению включенного до сих пор контактора, например *KM1*, после чего нажимается кнопка *SB2*. Это приводит к включению контактора *KM2* и подаче на двигатель напряжения сети с другим порядком чередования фаз. Магнитное поле двигателя изменяет свое направление вращения, и начинается процесс реверса, состоящий из двух этапов: торможения противовключением и разбега двигателя в противоположную сторону.

Если необходимо только затормозить двигатель при достижении им нулевой скорости, должна быть вновь нажата кнопка *SB3*, что приведет к отключению двигателя от сети и возвращению схемы в исходное положение. Если кнопка *SB3* нажата не будет, то это приведет к разбегу двигателя в другую сторону, т.е. к его реверсу.

Во избежание короткого замыкания в цепи статора, которое может возникнуть в результате одновременного ошибочного нажатия кнопок *SB1* и *SB2*, в реверсивных магнитных пускателях иногда предусматривается специальная механическая блокировка. Она представляет собой рычажную систему, которая предотвращает одновременное включение двух контакторов.

В дополнение к механической блокировке используется типовая электрическая блокировка контактами (нормально замкнутых) *KM1.3* и *KM2.3*, применяемая в реверсивных схемах управления.

Отметим, что повышению надежности и удобства в эксплуатации способствует использование в схеме автоматического выключателя *QF*. Его наличие исключает возможность работы привода при обрыве одной фазы при однофазном коротком замыкании, как это может иметь место при установке предохранителей, а также автоматический выключатель не требует замены элементов защиты (как в предохранителях при сгорании их плавкой вставки).

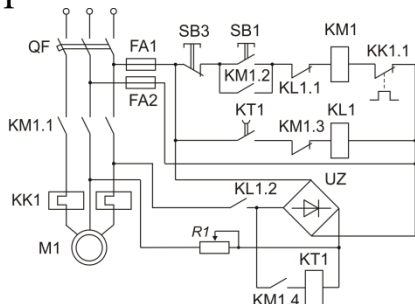


Рис3

В схеме управления асинхронным двигателем, обеспечивающей прямой пуск и динамическое торможение в функции времени пуск двигателя осуществляется нажатием кнопки *SB1* (рис.3), после чего срабатывает контактор *KM1*, подключающий двигатель к источнику питания. Одновременно с этим замыкание

контакта **КМ 1.4** в цепи реле времени **КТ1** вызовет его срабатывание и замыкание его контакта в цепи промежуточного реле **КЛ1**. Однако последний не срабатывает, так как перед этим разомкнулся размыкающий контакт **КМ1.3**.

Для останова двигателя нажимают кнопку **SB2**. Контактор **КМ1** отключается, размыкая свои контакты в цепи статора двигателя (**КМ1.1**) и отключая его от сети переменного тока. Одновременно с этим замыкается контакт **КМ1.3** в цепи катушки аппарата **КЛ1** и размыкается контакт **КМ1.4** в цепи реле **КТ1**. Это приводит к включению промежуточного реле **КЛ1**, подаче в обмотки статора постоянного тока от выпрямителя (диодного моста) **UZ** через резистор **R1** и переводу двигателя в режим динамического торможения.

Реле времени **КТ1**, потеряв питание, начинает отсчет выдержки времени. Через интервал времени, соответствующий времени останова двигателя, реле **КТ1** размыкает свой контакт в цепи промежуточного реле **КЛ1**, которая отключается, прекращая подачу постоянного тока в цепь статора. Схема возвращается в исходное положение.

Интенсивность динамического торможения регулируется резистором **R1**, с помощью которого устанавливается необходимый постоянный ток в статоре двигателя.

Для исключения возможности одновременного подключения статора к источникам переменного и постоянного тока используют типовую блокировку с помощью размыкающих контактов **КМ1** и **КЛ1**, включенных перекрестно в цепи катушек этих аппаратов.

4. Схемы управления АД с фазным ротором.

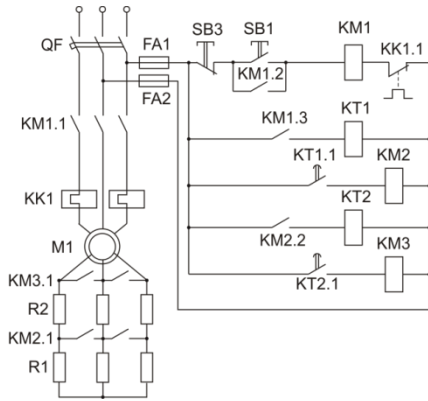


Рис 4

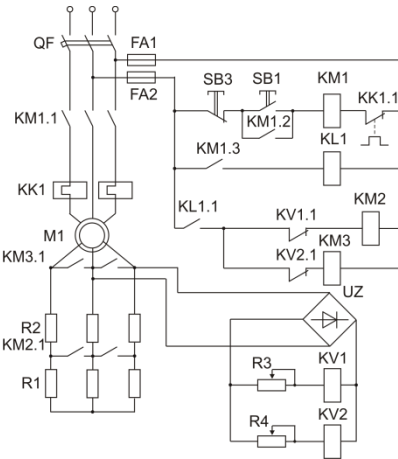


Рис 5

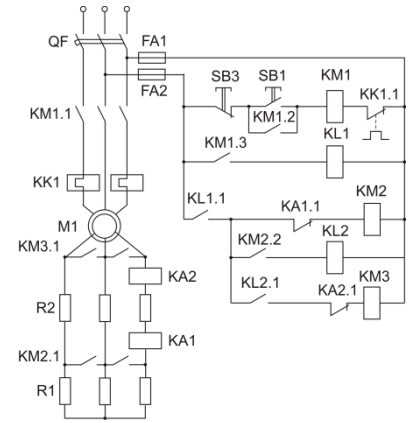


Рис 6