

## 12 ЛЕКЦИЯ: ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ

### 12.1 Общие сведения о принципиальных схемах управления электроприводов

Схемы управления и автоматизации электроприводов разрабатываются в проектах силового электрооборудования и электроснабжения промышленных предприятий. Но автоматизация большинства объектов неразрывно связана с управлением различных технологических механизмов с электроприводами. В этом случае в составе проекта автоматизации технологических процессов разрабатываются отдельные электрические принципиальные схемы управления этими электроприводами.

К технологическому оборудованию, требующему электропривод для приведения в действие, относятся вентиляторы, насосы, транспортеры, смесители, компрессоры, мешалки, задвижки, клапаны и многие другие.

В качестве электроприводов механизмов автоматизируемого технологического оборудования в основном используются реверсивные и нереверсивные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Однако, встречаются и другие двигатели как, например, синхронные двигатели сервоприводов.

Схемы управления двигателями строятся на базе релейно-контактных аппаратов, таких как реле контроля трехфазного напряжения, реле промежуточное, реле времени, реле напряжения или тока, магнитные пускатели др. В схемах используются также органы управления: кнопочные посты, переключатели режимов управления и т. д. Это обусловлено наличием большого выбора серийно выпускаемой и релейно-контактной аппаратуры с контактными устройствами различных исполнений и обмотками на разное напряжение.

*При разработке схемы управления, выясняют, какие средства автоматизации и электрооборудование участвуют в работе и тщательно изучают их принцип действия.*

*Технические характеристики управляемых двигателей и аппаратуры управления являются необходимыми документами при разработке схем управления.*

Схемы управления двигателями, в том числе самые сложные, представляют собой сочетание типовых узлов и простейших электрических цепей, связывающих эти узлы. Знание типовых решений по формированию схем управления двигателями приобретает особенное значение в процессе разработки этих схем.

### 12.2 Организация управления электроприводами технологических механизмов

Проектирование схем управления электроприводами технологических механизмов нужно начинать с предъявления требований к схеме, установления условий и последовательности действий схемы. Особое внимание нужно уделить схеме организации управления электроприводами.

Схема организации управления электроприводами может предусматривать местное, дистанционное и автоматическое управление. Эти три вида управления применяются во всевозможных сочетаниях, например, местное и дистанционное управление; местное и автоматическое управление; местное, дистанционное и автоматическое управление.

При значительных расстояниях до объекта управления применяется телемеханизированное управление.

Использование релейно-контактных аппаратов позволяет осуществлять пуск, останов или изменить направление вращения вала двигателя. Можно также разработать схему ступенчатого изменения скорости вращения вала. Для плавного изменения скорости вращения вала двигателя применяются частотные преобразователи с управлением аналоговыми унифицированными сигналами, а также дискретными или цифровыми сигналами. Плавное изменение скорости вращения позволяет использовать электродвигатели в качестве исполнительных механизмов в контурах стабилизации технологических параметров.

**Местное управление** электроприводом осуществляется оператором с помощью органов управления, например кнопочных постов, расположенных в непосредственной близости от механизма. Контроль над работой механизма осуществляется оператором визуально или по слуху. В производственных помещениях с повышенным уровнем шума, где такой контроль осуществить невозможно, применяется световая сигнализация положения. Если частотные преобразователи располагают в непосредственной близости от управляемого двигателя, то плавное изменение скорости вращения двигателя осуществляют при помощи панели управления самого частотного преобразователя по месту.

**Дистанционное управление** осуществляется с поста управления, расположенного на значительном расстоянии от объекта управления. Дистанционно можно осуществлять пуск, останов или изменение направления вращения, ступенчатое и/или плавное изменение скорости вращения вала.

Поскольку объект расположен вне поля зрения оператора, его положение контролируется по сигналам: «Включено» – «Отключено», «Открыто» – «Закрыто» и т. п., а при плавном изменении скорости вращения двигателя его работа отображается на цифровых дисплеях панелей управления частотных преобразователей. Для контроля положения электромеханизмов на щитах оператора располагают световую и звуковую сигнальную арматуру, такую как сигнальные лампы, табло, звонки и т. д. С использованием световой сигнализации разрабатываются мнемосхемы,

которые располагают на пультах управления или в верхней части щита оператора.

Современные системы автоматизации, построенные с применением микропроцессорной вычислительной техники, позволяют визуализировать процесс управления технологическим объектом с помощью SCADA-программ. В этом случае с помощью программы визуализации создаются мнемосхемы на мониторе компьютера автоматизированного рабочего места оператора, которые отображают не только протекание технологического процесса, но и отображают функционирование системы автоматизации, в том числе работу электромеханизмов с системой сигнализации. Оператор имеет возможность не только наблюдать, но и вмешиваться в процесс управления, активизируя обозначенные области с помощью мышки на мониторе компьютера или вручную на сенсорной панели. Виды управления остаются теми же, что и при управлении посредством контактных органов управления.

**Автоматическое управление** обеспечивается с помощью средств автоматизации технологических параметров: регуляторов и сигнализаторов температуры, уровня, расхода, давления и многих других, а также с помощью различных программных устройств, предусматривающих автоматическое управление электроприводами механизмов с соблюдением заданных функциональных зависимостей (одновременности, определенной последовательности и т. п.).

В качестве регуляторов с двухпозиционным регулированием используются ПЛК. ПЛК используются для автоматизации пуска и останова технологического оборудования, распознавания аварийных ситуаций, защиты, позиционного регулирования и решения других логических задач.

Для автоматического управления электромеханизмами применяются также ПМК, которые в отличие от ПКЛ могут использоваться в качестве регуляторов, осуществляющих законы П, ПИ и ПИД в стабилизирующих САР.

При необходимости автономного автоматического пуска и останова (или открытия и закрытия) двухпозиционное регулирование может осуществляться по срабатыванию сигнализатора технологического параметра. Например, отключение насоса при срабатывании сигнализатора уровня по достижению заданного уровня в контролируемом резервуаре или бункере.

**Вид управления** электроприводами (местное, дистанционное или автоматическое) выбирают при помощи переключателей вида управления, которые устанавливают на местных, агрегатных и диспетчерских щитах и пультах управления. На схемах управления двигателями с использованием переключателей вида управления изображают диаграммы их переключений и таблицы замыкания контактов.

Схемы управления электроприводами могут также содержать поясняющие технологические схемы, схемы блокировочных зависимостей работы технологического оборудования, таблицы применяемости и другие поясняющие надписи на свободном поле чертежа.

## 12.3 Типовые схемы управления электроприводами

12.3.1 Технологические механизмы часто требуют управления в виде включения их в работу и останов. Примерами таких механизмов могут служить насосы, транспортеры, мешалки и т. д. В схемах управления такими механизмами используются асинхронные двигатели, работающие в одном направлении вращения. Запуск асинхронного двигателя осуществляется путем подачи в обмотку статора трехфазного напряжения требуемой величины, например, 220/380В. Для пуска и останова двигателя используются магнитные пускатели и кнопочные посты. Защита двигателя и аппаратуры управления двигателем от токов короткого замыкания обеспечивается путем включения автоматических выключателей или предохранителей. Защита двигателей от длительных перегрузок обеспечивается путем включения в цепь подачи питания в обмотку статора тепловых реле и реле тока. Рассмотрим схему управления двигателем с использованием кнопочного поста расположенного в непосредственной близости от управляемого механизма (рисунок 12.1).

Управление двигателем насоса I

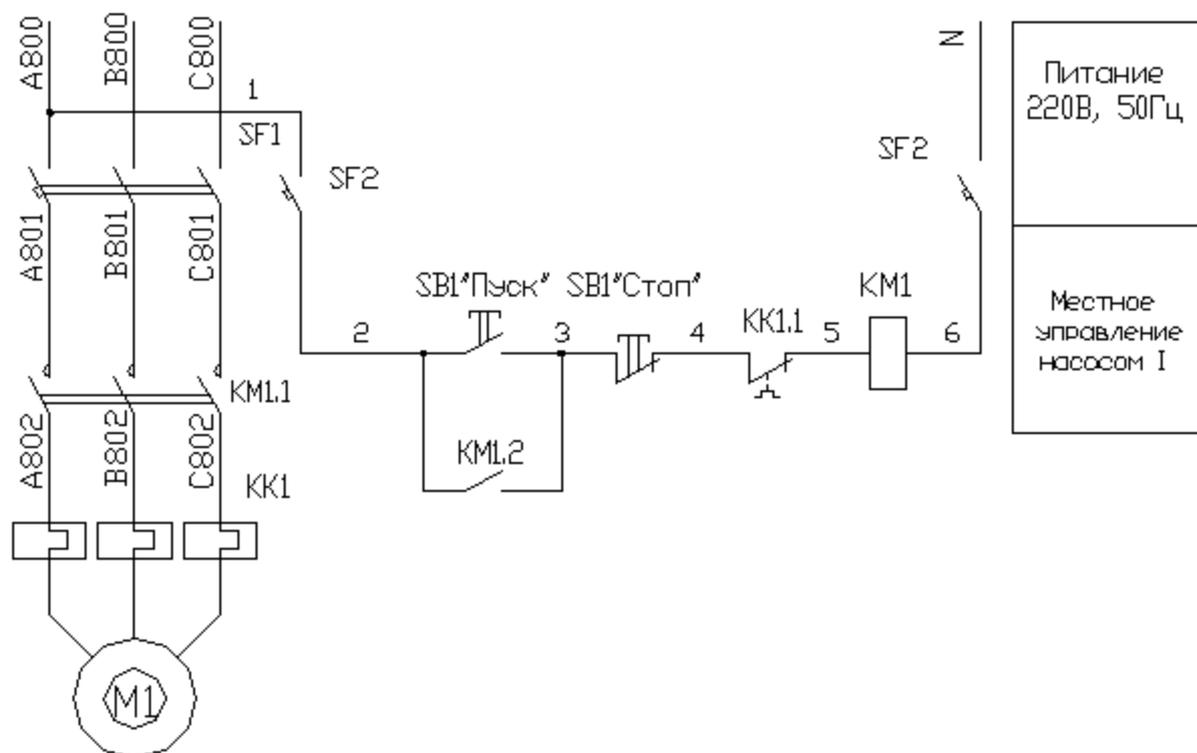


Рисунок 12.1 – Схема управления насосом (включение/отключение) по месту

На рисунке 12.1 представлена схема управления асинхронным двигателем (поз. М1), используемого для приведения в действие шестеренчатого насоса НШ-10. Технические характеристики двигателя:  $P_{пот}=3$  кВт,  $n=1000$  об/мин,  $I_{пот} = 7,4$  А,  $M_{ном}=30$  Нм.

Аппаратура защиты двигателя от тока короткого замыкания – трехполюсный автоматический выключатель SF1 типа ВА21-29-3200/10-20УЗ. Аппаратура защиты от тока короткого замыкания цепей управления двигателем – двухполюсный автоматический выключатель SF2 типа ВА21-29-2200/10-20УЗ.

Пуск двигателя осуществляется нажатием кнопки «Пуск» кнопочного поста SB1 типа ПKE112-2У2 надпись "Пуск"-«Стоп». Останов – нажатием кнопки «Стоп» того же кнопочного поста. При нажатии кнопки «Пуск» (при замкнутых контактах автоматических выключателей SF1, SF2 и замкнутом контакте теплового реле КК1.1), замыкается цепь протекания тока от фазы А на нейтраль N. Ток проходит по катушке магнитного пускателя КМ1 типа ПМЕ222-0042 и включает его – замыкаются главные контакты КМ1.1 и блокировочный контакт КМ1.2.

Замыкание главных контактов КМ1.1 обеспечивает поступление трехфазного тока в обмотку статора и двигатель приводится во вращение. Замыкание блокировочного контакта позволяет отпустить кнопку с самовозвратом «Пуск», при этом магнитный пускатель останется включенным, так как путь тока будет обеспечен по замкнутому блокировочному контакту КМ1.2.

Остановить двигатель принудительно можно нажатием второй кнопки кнопочного поста «Стоп». Тогда цепь управления двигателем будет разорвана и ток перестанет поступать в обмотку катушки магнитного пускателя КМ1. Контакты его разомкнутся (КМ1.1 и КМ1.2), ток в обмотку статора перестанет поступать и двигатель остановится.

Останов двигателя возможен также еще в трех случаях. Все они связаны с критическими ситуациями в работе двигателя или аппаратуры управления двигателем.

Первый случай, когда возникает короткое замыкание в цепи питания двигателя, тогда срабатывает автоматический выключатель SF1, его контакты размыкаются и питание двигателя, а следовательно и его работа прекращаются.

Второй случай, когда возникает короткое замыкание в цепи аппаратуры управления двигателем, тогда срабатывает автоматический выключатель SF2, его контакты размыкаются и питание катушки магнитного пускателя прекращается, а следовательно размыкаются его главные и блокировочные контакты, питание двигателя прекращается и двигатель останавливается.

Третий случай связан с повышением нагрузки на вал двигателя, тогда ток в обмотке статора возрастает, потери мощности в обмотке увеличиваются и обмотка нагревается, тем вызывая срабатывание теплового реле. Срабатывание теплового реле возможно также от длительной работы двигателя и недопустимом при этом тепловом режиме двигателя.

12.3.2 Перейдем к рассмотрению схем управления двигателем с различными видами управления. На рисунке 12.2 представлена схема



Диаграмма замыкания контактов  
переключателя ПКУЗ-14С-3031 УЗ  
поз. SA1

ПКУЗ-14С-3031 УЗ			
Номер контакта	Положение рукоятки		
	-45	0	+45
1-2			X
5-6	X		
Режимы работы	Дистан- ционное	Отключено	Местный
Условное обозначение	Д	0	М

Рисунок 12.3 – Пример оформления диаграммы замыкания контактов переключателя видов управления на электрической принципиальной схеме

Если повернуть рукоятку на угол  $-45^\circ$ , замкнутся 5 и 6 контакты переключателя и управлять пуском и остановом двигателя М1 можно будет только в дистанционном режиме с кнопочного поста SB2. Управление местное будет невозможно, так как контакты 1 и 2 будут в этот момент разомкнуты.

Затем обе цепи сходятся в одном узле и продолжают цепью, содержащей замкнутый контакт теплового реле КК1, катушку магнитного пускателя КМ1 и параллельно им включенную сигнальную лампу НЛ1, установленную на щите оператора.

12.3.3 При разработке схем управления электроприводов с использованием автоматического режима управления на схеме на свободном поле чертежа приводят устройства, вырабатывающие сигналы автоматического управления, с указанием на них номеров клемм по паспорту завода изготовителя для подключения цепей, а также дополнительную релейно-контактную аппаратуру, например, воспринимающие части промежуточных реле. На рисунке 12.4 приведена схема управления насосом в трех режимах управления: местном, дистанционном и автоматическом.



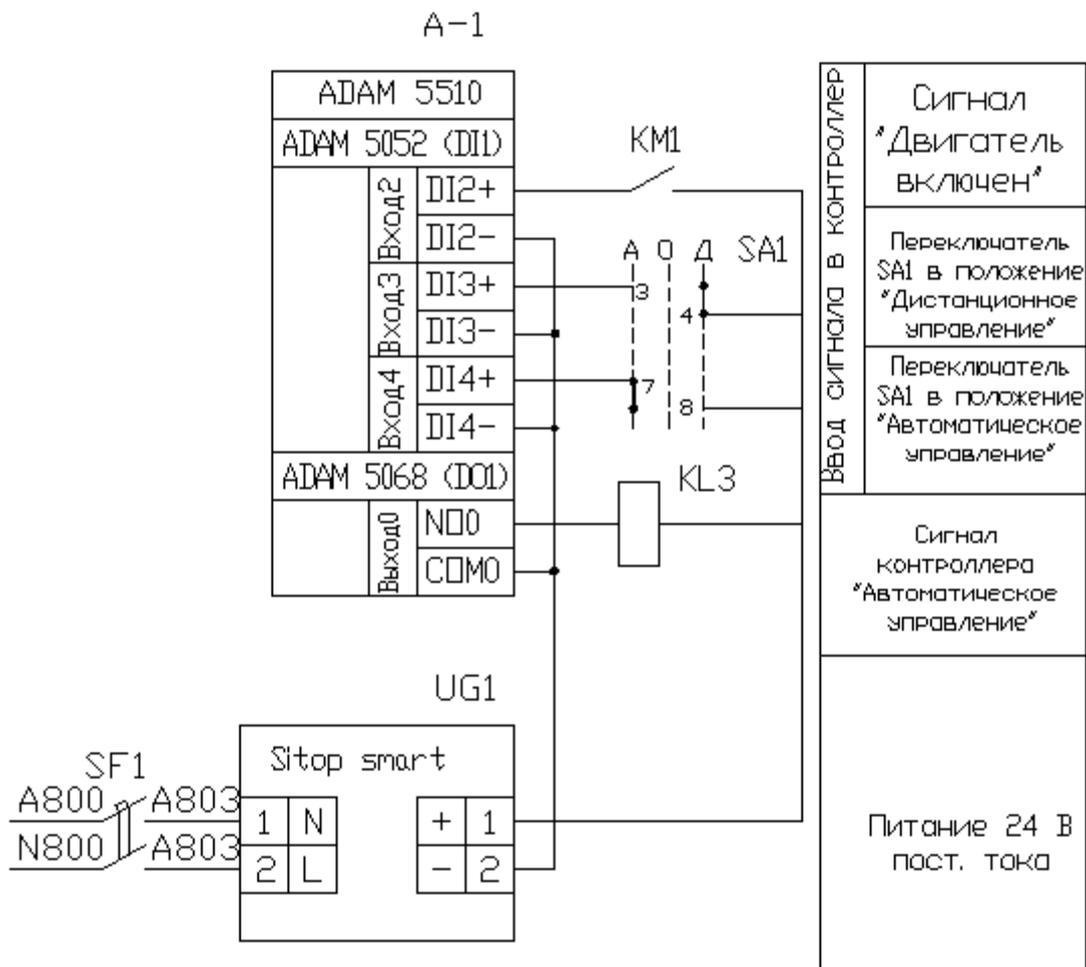


Рисунок 12.5 – Часть схемы управления насосом I: подключение промежуточного реле KL3 к модулю ADAM 5068, ввод сигналов с помощью свободных контактов магнитного пускателя KM1 и переключателя SA1 о состоянии двигателя и видов управления: автоматическое и дистанционное

Насос, двигатель и аппаратура управления двигателем являются исполнительным устройством в контуре двухпозиционного регулирования уровнем в сборнике эмульсии.

В режиме местного управления возможен только останов двигателя в экстренных ситуациях кнопкой SB2.

В режиме дистанционного управления двигатель запускается нажатием кнопки SB1 «Пуск», а останавливается нажатием SB1 «Стоп». Рукоятка переключателя SA1 в этот момент находится в положении +45°, контакты переключателя 1-2 замкнуты, а контакты 5-6 разомкнуты.

В режиме автоматического управления рукоятка переключателя SA1 находится в положении -45°, контакты переключателя 1-2 разомкнуты, 5-6 замкнуты (рисунок 12.6).

Диаграмма замыкания контактов  
 переключателя ПКУЗ-14С-3031 УЗ  
 поз. SA1

ПКУЗ-14С-3031 УЗ			
Номер контакта	Положение рукоятки		
	-45	0	+45
1-2			⊗
3-4			⊗
5-6	⊗		
7-8	⊗		
Режимы работы	АВТОМАТИ- ЧЕСКИЙ	Отключено	Дистан- ционное
Условное обозначение	A	0	Δ

Рисунок 12.6 – Диаграмма замыкания контактов переключателя видов управления для схемы на рисунках 12.4 и 12.5

Свободные контакты 3-4 и 7-8 переключателя SA1, а также свободный замыкающий контакт пускателя KM1 целесообразно использовать для формирования информации в контроллер на входах модуля дискретного ввода ADAM 5052 (рисунок 12.5). Эта информация в полной мере представляет состояние аппаратуры управления двигателем и работу самого двигателя M1 на мнемосхеме на мониторе компьютера.

Магнитный пускатель ПМЕ222, используемый в составе аппаратуры управления двигателем имеет один нормально замкнутый контакт и два нормально разомкнутых помимо главных контактов. Два нормально разомкнутых контакта этого пускателя задействованы: первый – для блокирования кнопки «Пуск», второй – для подачи дискретного сигнала 24 В на вход модуля дискретного ввода ADAM 5052. Поэтому для замыкания цепи питания сигнализации о включении двигателя (лампа HL3 типа Ц-220-10) контактов этого пускателя не хватило. Для размножения замыкающих контактов KM1 использовано промежуточное реле Omron G2R-1-SN 230VAC (поз. KL6 на рисунке 12.4).