

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

### **ТЕМА: Разработка принципиальных электрических схем.**

**ЦЕЛЬ:** Изучить типовые схемы управления электроприемниками, правила и последовательность разработки электрических принципиальных схем. Научиться составлять простейшие схемы управления технологическими поточными линиями и рабочими машинами.

**ВРЕМЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ:** 2 часа.

**МЕСТО ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ** - лаборатория «Автоматизированный электропривод»

**ДИДАКТИЧЕСКОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:** методические указания; необходимая нормативная и справочная литература:

1. Усатенко, С.Т. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД /Справочник/. М.: Издательство стандартов, 1989.
2. Изаков, Ф.Я. и др. Курсовое и дипломное проектирование по автоматизации технологических процессов. М.: ВО Агропромиздат, 1988.

### ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

#### ***1. Внеучебная подготовка***

- 1.1. Самостоятельно подготовиться к практической работе, изучив теоретический материал по соответствующей теме.
- 1.2. Подготовить титульный лист отчета и разделы основной части, включающие тему, цель работы, основные обозначения и термины, последовательность разработки принципиальных схем, необходимые исходные варианты схем автоматизации (практическая работа №1).
- 1.3. Описание алгоритма работы технологического оборудования.
- 1.4. Ответить на контрольные вопросы, приведенные в инструкционной карте.

#### ***2. Работа на занятии***

- 2.1. Изучить назначение и правила построения электрических принципиальных схем управления.
- 2.2. Изучить типовые схемы управления электродвигателями (с помощью нереверсивного и реверсивного магнитного пускателя), схемы автоматической блокировки и сигнализации.
- 2.3. Разработать электрическую принципиальную схему управления технологической поточной линией, рабочей машиной в соответствии с функциональной схемой (схемой автоматизации):
  - а) в соответствии с функциональной схемой, алгоритмом работы технологического оборудования определить последовательность включения электроприводов рабочих машин;
  - б) составить технические требования к электрической принципиальной схеме управления, с учетом требований к схеме автоматизации (см задание к практической работе №1) (порядок составления технических требований см. Пример1);
  - в) в соответствии с техническими требованиями, примерами типовых схем управления, схем сигнализации и технологических блокировок (см. рис.1 – 4) разработать отдельные элементарные участки схемы управления;
  - д) отдельные элементарные участки объединить в полную электрическую принципиальную схему управления.
- 2.4. Привести краткое описание работы разработанной электрической принципиальной схемы управления.

## 2.5. Оформить и защитить отчет по работе.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

#### *Теоретические сведения*

Принципиальная электрическая схема - это проектный документ, разрабатываемый на основании функциональной схемы автоматизации, определяющий полный состав электрических элементов и связей между ними, а также дающий детальное представление о принципах работы схемы.

**В общем случае принципиальные электрические схемы автоматизации содержат:**

- условные изображения элементов и связи между ними;
- поясняющие надписи;
- части отдельных элементов данной схемы, используемые в других схемах, а также элементы из других схем;
- диаграммы переключений контактов многопозиционных устройств;
- перечень используемых в данной схеме приборов, средств автоматизации, аппаратуры;
- перечень чертежей, относящихся к данной схеме, общие пояснения и примечания.

Принципиальные схемы составляют, исходя из заданных алгоритмов функционирования отдельных узлов контроля, сигнализации, автоматического регулирования, управления и общих технических требований предъявляемых к автоматизируемому объекту.

**Разработка принципиальных электрических схем осуществляется в следующей последовательности:**

1. На основании функциональной схемы автоматизации составляют технические требования к принципиальной электрической схеме (см. ниже пример 1).
2. Применительно к этим требованиям определяют условия и устанавливают последовательность действия элементов схемы.
3. Каждое из заданных условий действия схемы изображают в виде тех или иных элементарных цепей, отвечающих данному условию действия.
4. Элементарные цепи объединяют в общую схему.
5. Выбирают аппаратуру.
6. Рассматривают возможные варианты решения и принимают окончательную схему применительно к имеющейся аппаратуре.
7. Схему корректируют в соответствии с возможностями принятой аппаратуры.
8. Проверяют схему с точки зрения возможности возникновения ложных цепей или её неправильной работы при повреждениях элементарных цепей или контактов.

В качестве примера рассмотрим технические требования к автоматизации мобильного кормораздатчика:

**Пример 1. Схема управления кормораздатчиком должна осуществлять:**

- отключение привода заслонки по окончании времени открытия (закрытия) или при незавершении процесса открытия (закрытия) с подачей звукового и светового сигнала;
- управление линией в автоматическом, ручном и наладочном режимах и их разделение, исключающее возможность одновременного управления в нескольких режимах;
- отключение исполнительных органов при кратковременном снятии напряжения со схемы питания без последующего автоматического включения при появлении напряжения;
- аварийное отключение линии с нескольких (двух) мест, независимо от режима работы;
- технологическую сигнализацию о ходе процесса.

При автоматизации объектов управления должна соблюдаться безопасность обслуживающего персонала; определяемая последовательностью включения и отключения

токоприемников, исключающая аварийные ситуации, легкость отыскания неисправностей и т.п. С этой целью в принципиальных электрических схемах управления предусматривается:

- а) Устройство для подачи звукового и светового сигнала перед включением;
- б) Блокировки, обеспечивающие:
  - пуск двигателей механизмов против, а остановку по ходу движения продукта или материала обработки;
  - остановку без выдержки времени всех машин, работающих на загрузку какой либо машины, при аварийном отключении этой машины;
  - невозможность неправильного включения и отключения электрических цепей;
- в) Переключатели, позволяющие осуществлять переходы от автоматического управления к ручному, от централизованного к местному и к наладочному, от одного режима работы к другому;
- г) Световую и звуковую сигнализацию о состоянии машин и аппаратов при работе, появлении или исчезновении напряжения на отдельных участках схемы, возникновении неисправности, а также при других аварийных режимах;
- д) Кнопки аварийного отключения линии в разных местах протяженного помещения, позволяющие быстро отключить линию, если необходимо, не только с пульта управления.

Управление двигателями с короткозамкнутым ротором. Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, как правило, управляются при помощи магнитных пускателей. Пуск электродвигателей осуществляется непосредственным включением на полное напряжение.

Простейшая схема управления двигателем с нереверсивным магнитным пускателем показана на рисунке 1.

В этой схеме предусматривается питание силовых цепей и цепей управления от одного источника напряжения.

При включении автомата QF напряжение подается на силовые и вспомогательные цепи схемы. Нажатием кнопки SB2 замыкается цепь катушки магнитного пускателя KM, при этом силовые контакты KM замыкаются и включают двигатель в сеть. Одновременно блок-контакт KM шунтирует кнопку SB2 и дальнейшее удержание кнопки в нажатом состоянии становится ненужным.

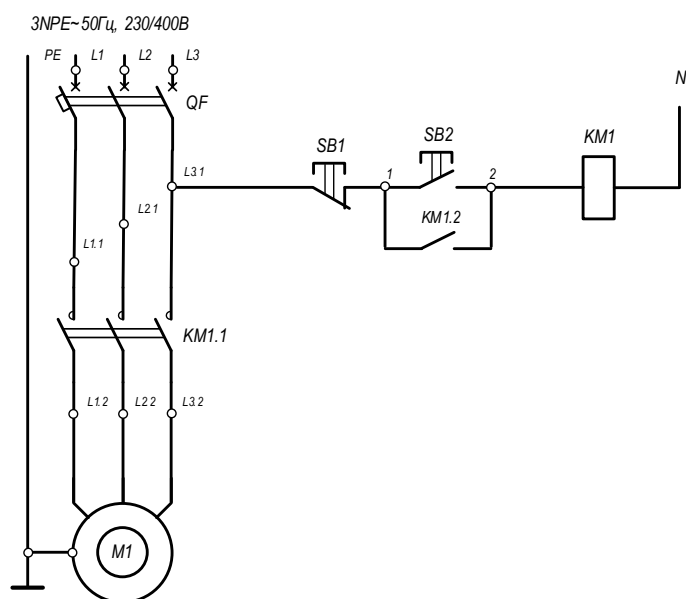


Рисунок 1 – Схема управления электроприводом с помощью нереверсивного магнитного пускателя

Отключение двигателя от сети выполняется нажатием кнопки SB1. Цепь питания катушки KM разрывается, что приводит к размыканию всех контактов магнитного пускателя.

В схеме предусмотрена защита электродвигателя от коротких замыканий и перегрузки при помощи автоматического

выключателя, который для этой цели содержит комбинированный расцепитель.

Схема магнитного пускателя с кнопочными выключателями осуществляет также защиту от самопроизвольных включений электродвигателя (нулевая защита) при

восстановлении напряжения питания после кратковременного его исчезновения. Повторный пуск электродвигателя возможен только после вторичного нажатия кнопки SB2.

В тех случаях, когда необходимо изменять направление вращения, управляют электродвигателем реверсивным магнитным пускателем, схема которого показана на рисунке 2.

При нажатии кнопки SB1 получает питание катушка KM1 магнитного пускателя, замыкаются силовые контакты в главной цепи и статор двигателя присоединяется к сети при прямом чередовании фаз.

При нажатии кнопки SB2 ее размыкающий контакт, установленный в цепи катушки KM1, размыкается, благодаря чему реверс электродвигателя может быть произведен без предварительного нажатия кнопки SB3. Чередование фаз при этом меняется на обратное.

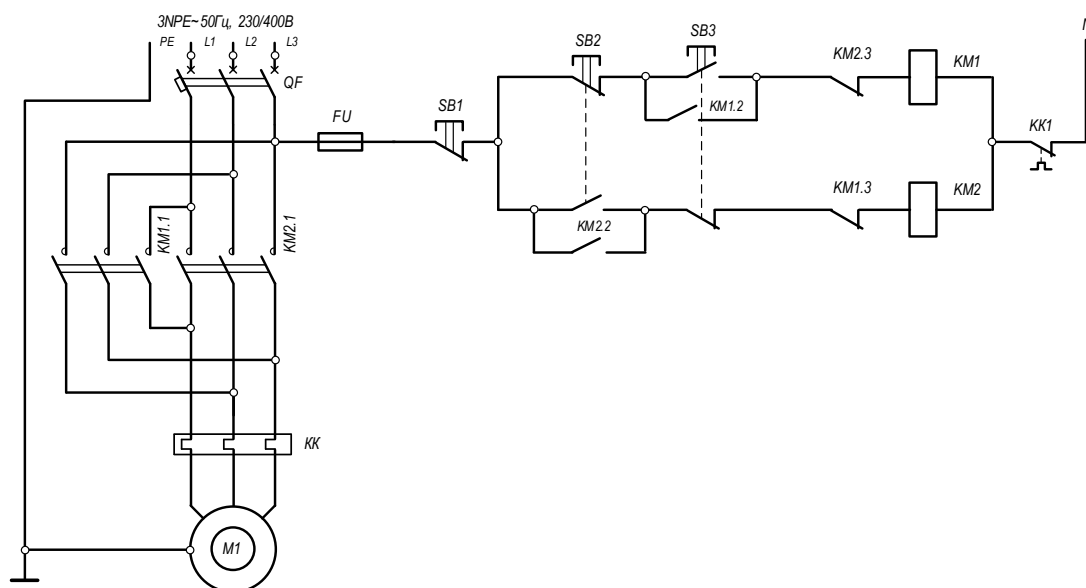


Рисунок 2 – Схема управления электроприводом с помощью реверсивного магнитного пускателя

**Узлы блокировок.** Блокировочные связи в схемах автоматического управления электроприводами обеспечивают необходимую последовательность включения и отключения отдельных ее элементов. Наличие блокировок предотвращает повреждение отдельных частей механизмов, работающих согласованно, устраняет опасность выхода из строя оборудования в результате неправильных действий обслуживающего персонала и повышает надежность установки в целом. Блокировка замыкающего контакта пусковой кнопки обеспечивает питание магнитного пускателя при опускании кнопки. Такая блокировка предотвращает самозапуск механизма при внезапных исчезновениях и появлениях питающего напряжения, что исключает возможность несчастных случаев, например при профилактических осмотрах и ремонте механизмов. Блокировка реверсивных магнитных пускателей и магнитных пускателей исключает одновременные включения магнитных пускателей при заедании или залипании подвижной части аппаратуры, при неправильных действиях с кнопками и т. д. В схеме на рисунке 3,а предусматривается включение второго электродвигателя (магнитный пускатель KM2) только после включения первого (пускатель KM1). Блокировочная связь, посредством которой выполняется это условие, осуществляется включением замыкающего блок-контакта K1 в цепь катушки магнитного пускателя K2. На рисунке 3,б изображена схема управления, предусматривающая только одновременную работу двух двигателей.

Блокировочная связь в этой схеме осуществляется замыкающим блок-контактом магнитного пускателя KM1 в цепи катушки KM2, а замыкающим блок-контактом KM2,

включенным параллельно контакту кнопки SB2. При нажатии кнопки SB2 включится магнитный пускатель KM1, который, замкнув свой блок-контакт, подаст напряжение на катушку магнитного пускателя KM2. Магнитный пускатель KM2, сработав, шунтирует своим блок-контактом кнопку SB2 и создаст цепь независимого питания катушки KM1. Если по каким-либо причинам магнитный пускатель KM2 не включится, то кнопка не будет зашунтирована и после ее отпускания вся схема выключится.

Путевые блокировки ограничивают ход рабочего органа механизма при помощи путевых и конечных выключателей. Они предупреждают повреждение механизма и обеспечивают высокую точность выполнения технологической операции.

На рисунке 3, в изображена схема управления реверсивным электроприводом с ограничением перемещения рабочего механизма. Это ограничение достигается установкой в необходимых местах конечных выключателей SQ1 и SQ2, размыкающие контакты которых находятся в цепи катушек соответствующих магнитных пускателей.

При включении рабочим механизмом какого-нибудь конечного выключателя электродвигатель останавливается, и повторный пуск его может быть осуществлен только в обратном направлении. Схема, показанная на рисунке 3,г, позволяет автоматически останавливать механизм в двух заданных точках. Достигается это установкой путевых выключателей SQ1 и SQ2, размыкающие контакты которых включаются последовательно с блок-контактом KM, шунтирующим кнопку SB2. После пуска двигателя механизм приходит в движение и при достижении места остановки нажимает на путевой выключатель, например SQ1, и электродвигатель останавливается. После выполнения необходимой технологической операции вновь нажимают кнопку SB2 и механизм продолжает дальнейшее движение.

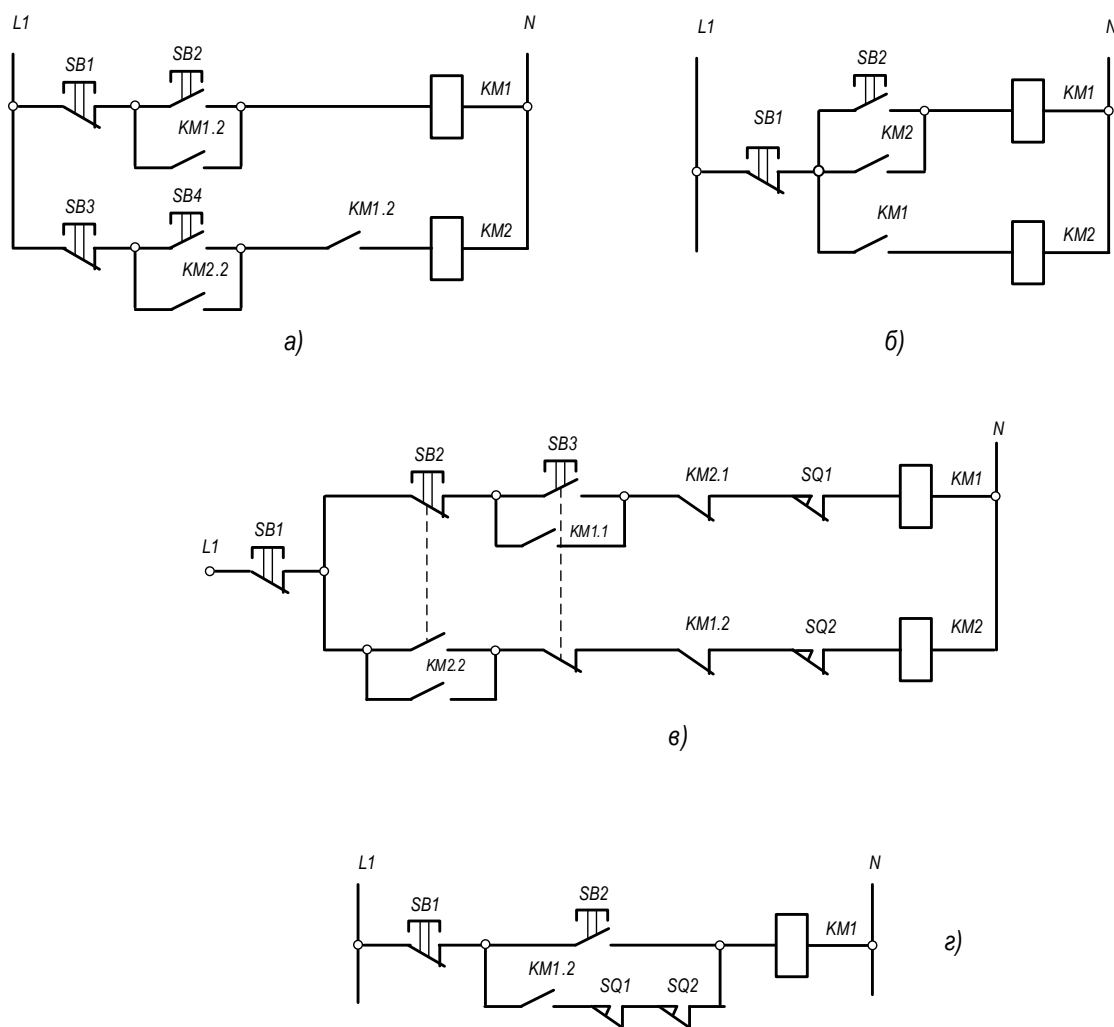


Рисунок 3 – Блокировочные связи в схемах управления

**Сигнализация**, применяемая в электрических схемах электропривода, служит для контроля наличия сигнала, например напряжения, технического состояния и положения включающих и отключающих аппаратов, последовательности операций, совершаемых схемой электропривода и для контроля аварийного состояния схемы.

Световая сигнализация осуществляется при помощи различной сигнальной аппаратуры: табло, транспарантов, семафоров. При этом световой сигнал может быть воспроизведен ровным или мигающим светом, а также свечением ламп неполным накалом. В некоторых случаях сигнализация о срабатывании защиты может быть выполнена при помощи специальных сигнальных указательных реле-блинкеров. Звуковая сигнализация выполняется при помощи звонков, гудков и сирен.

Сигнализация по назначению может быть разделена на две основные группы:

- сигнализация положения (состояния) — для информации о состоянии технологического оборудования, например включено — отключено;
- предупреждающая и аварийная — для информации об отключениях наиболее важных объектов, например вентиляции или отклонении технологического процесса от заданного хода.

Сигнализация положения выполняется для механизмов, которые имеют два или более рабочих положения. Наиболее распространены две структуры построения схем сигнализации положения (состояния) технологических механизмов:

- схемы сигнализации, совмещенные со схемами управления;
- схемы сигнализации с независимым от схем управления питанием на группу технологических механизмов одного или разного назначения.

Схемы сигнализации, совмещенные со схемами управления, как правило, выполняют в том случае, если полезная площадь щитов и пультов позволяет применить сигнальную аппаратуру без ограничения ее размеров и допускающую прямое питание от цепей управления. Сигнализация положения (состояния) технологических механизмов в таких схемах может осуществляться одним или двумя световыми сигналами.

На рисунке 4 приведены три схемы включения сигнальных ламп. В первом случае (рис. 4,а) лампа горит, когда магнитный пускатель *КМ* включен: неисправность лампы равносильна ложному сигналу, так как погашенная лампа сигнализирует об отключении. От этого недостатка свободна схема с двумя лампами (рис. 4,б). В любом положении магнитного пускателя одна из ламп горит (*HL1* — пускатель включен, *HL2* — пускатель отключен). Если же обе лампы погашены, то сигнализация неисправна.

На рисунке 4,в показана схема одноламповой сигнализации. Когда пускатель включен, лампа горит полным накалом, если отключен — неполным благодаря диоду *VD*.

Схемы предупреждающей и аварийной сигнализаций, предназначенных для оповещения обслуживающего персонала о нарушении нормального хода процесса, воспроизводятся ровным или мигающим светом и сопровождаются, как правило, звуковым сигналом.

Наиболее распространены схемы сигнализации с центральным съемом звукового сигнала. Они дают возможность принимать новый звуковой сигнал до размыкания контактов, вызвавших появление предыдущего сигнала.

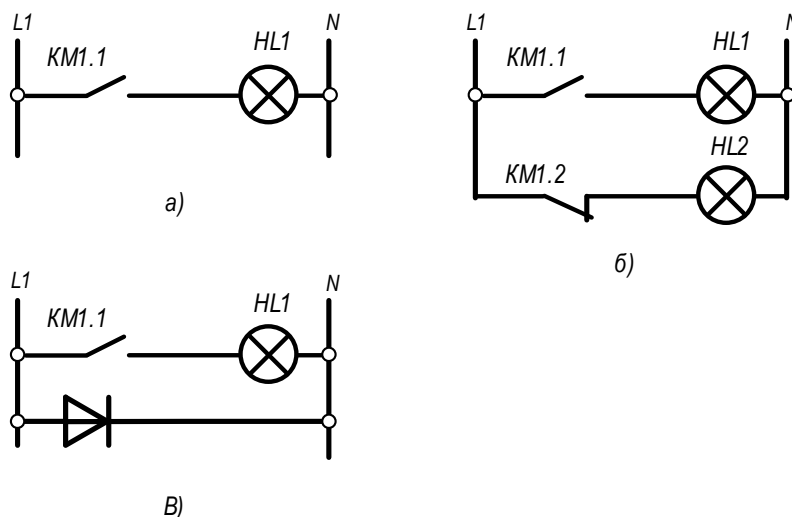


Рисунок 4 — Схемы включения ламп световой сигнализации

## ***СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА***

1. Тема и цель работы.
2. Последовательность разработки принципиальных схем управления.
3. Технические требования к схеме управления.
4. Электрическая принципиальная схема автоматизации технологического процесса (установки).
5. Краткое описание принципа работы схемы управления.

## ***КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ***

1. Какова последовательность разработки электрических принципиальных схем управления.
2. Пример составления технических требований к схеме управления.
3. Какие схемы блокировочных связей в схемах управления вы знаете?
4. Какие схемы включения ламп световой сигнализации вы знаете?
5. Какова должна быть последовательность включения и остановки машин поточной линии? Чем она обусловлена?
6. Как обеспечить аварийную остановку поточной линии?