МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО ДГАУ)

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

Кафедра «Электроэнергетика и теплоэнергетика»

А.П. Мартынов, А.М. Королев

МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Учебно-методическое пособие

Зерноград – 2024

© Мартынов А.П., Королев А.М., 2024
© Азово-Черноморский
инженерный институт ФГБОУ ВО
Донской ГАУ, 2024

Об издании – 1,2
Содержание

УДК 621.311.1(075)

Публикуется по решению методического совета
энергетического факультета
Азово-Черноморского инженерного института – филиала
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донской государственный аграрный университет»
в г. Зернограде

Рецензент:
к.т.н., доцент кафедры ЭЭО и ЭМ Н.Е. Пономарева.

Мартынов, А.П. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации в сельских электрических сетях [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А.П. Мартынов, А.М. Королев. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2024. – 85 с. – Режим доступа: Локальная сеть Библиотеки Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Учебно-методическое пособие содержит необходимые сведения для подготовки и проведения лабораторных работ по дисциплине, а также краткие указания для самостоятельного усвоения студентами материалов курса.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов бакалавриата энергетического факультета, обучающихся по направлениям подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электроснабжение», 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Электрооборудование и электротехнологии».

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры электроэнергетики и теплоэнергетики
Протокол № 2 от 01.10.2024 г.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией энергетического факультета
Протокол № 2 от 28.10.2024 г.

© Мартынов А.П., Королев А.М., 2024
© Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

стр
1 Общие сведения…… 4
1.1 Подготовка к работе…… 4
1.2 Выполнение лабораторной работы…… 4
1.3 Техника безопасности при выполнении лабораторных работ…… 4
1.4 Составление отчета и его сдача…… 5
Лабораторная работа № 1…… 6
Лабораторная работа № 2…… 13
Лабораторная работа № 3…… 22
Лабораторная работа № 4…… 28
Лабораторная работа № 5…… 33
Лабораторная работа № 6…… 45
Лабораторная работа № 7…… 49
Лабораторная работа № 8…… 55
Приложение…… 59
Лабораторная работа № 9…… 63
Приложение…… 67
Лабораторная работа № 10…… 71
Приложение…… 75
Лабораторная работа № 11…… 78

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Подготовка к работе

Лабораторные работы являются одним из видов практического обучения. Они позволяют приобрести студентам основные навыки в сборке электрических схем и закрепить знания, полученные в процессе изучения теории. Для работы в лаборатории подгруппа делится на бригады, в которых должно быть не менее двух студентов. Лабораторные работы разделены на блоки по пять лабораторных работ. Для качественного и своевременного выполнения лабораторных работ каждый студент должен:

- в отчете записать номер, название и цель лабораторной работы;
- ознакомиться с описанием и порядком выполнения лабораторной работы;
- изучить теоретический материал, относящийся к лабораторной работе по конспекту и литературе;
- подготовить рабочие схемы;
- письменно ответить на контрольные вопросы.

1.2 Выполнение лабораторной работы

Допущенная к лабораторной работе бригада знакомится с рабочим местом, наличием и расположением элементов лабораторного стенда, техническими характеристиками основных аппаратов, их паспортными данными. После этого студенты собирают электрическую цепь и предъявляют ее для проверки преподавателю.

1.3 Техника безопасности при выполнении лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ следует соблюдать общие правила техники безопасности, изложенные в инструкции, имеющейся в лаборатории. Кроме того, при выполнении лабораторных работ необходимо учитывать особенности питания лаборатории. Лаборатория питается от сети 220 В с изолированной нейтралью, то есть нулевой проводник отсутствует и при выполнении лабораторных работ линейное напряжение равно 220 В.

Основные правила по технике безопасности при выполнении лабораторных работ:

1. Студенты допускаются к занятиям в лаборатории после проведения с ними инструктажа по технике безопасности с обязательной росписью в журнале инструктажа по технике безопасности. Перед выполнением каждой работы проводится инструктаж на рабочем месте с учетом особенностей данной работы.

2. Перед началом сборки электрической цепи следует убедиться в том, что автоматический выключатель, питающий лабораторный стенд, выключен.
3. При выполнении лабораторных работ с использованием электрооборудования, имеющего движущиеся части, нельзя приближаться к этим частям во время включения лабораторного стенда.
4. При использовании в лабораторных работах трансформаторов тока необходимо следить за надежностью крепления проводов во вторичных цепях, так как работа трансформаторов тока без нагрузки во вторичной цепи недопустима.
5. Собранная электрическая цепь должна быть проверена преподавателем и может включаться только по его разрешению.
6. Перед включением электрической цепи необходимо убедиться в том, что никто не прикасается к оголенным токоведущим частям.
7. Перед разборкой схемы, после ее проверки, необходимо убедиться в том, что автоматический выключатель, питающий лабораторный стенд, отключен.

1.4 Составление отчета и его сдача

Отчет по лабораторной работе является документом о проделанной работе. Отчет должен содержать номер и название лабораторной работы, ее цель, краткие теоретические сведения, схемы электрических цепей. Отчет составляется каждым студентом самостоятельно.

При оформлении отчета обязательно следует соблюдать требования ЕСКД. Схемы выполняются с применением чертежных инструментов. При составлении схем должны соблюдаться стандартные условно-графические и позиционные обозначения соответствующие ГОСТ.

После выполнения лабораторной работы и подготовки отчета проводится его сдача. Студенты должны знать ответы на контрольные вопросы, уметь пояснить принцип работы лабораторной установки по схемам.

Сдача отчета по лабораторной работе проводится в определенное преподавателем время.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

МОНТАЖ СКРЫТОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ ПРОВОДКИ В БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Цель работы: изучение методов и технологии определения начал и концов отдельных жил проводов или кабелей. Приобретение практических навыков, необходимых при монтаже скрытых осветительных проводок в бытовых помещениях.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Госстандарт России ввел в действие комплекс ГОСТ, разработанных на основе международного стандарта МЭК 364 «Электрические установки зданий». Комплекс стандартов распространяется на электроустановки жилых зданий, торговых предприятий, общественных зданий, сельскохозяйственных строений и т.д. Требования комплекса стандартов относятся к электроустановкам проектируемых, строящихся и реконструируемых зданий, сооружений и помещений, а также рекомендуются для проведения мероприятий по повышению безопасности электроустановок действующих зданий, сооружений, помещений. Кроме того, внесены соответствующие этому комплексу ГОСТ изменения ПУЭ. Способ монтажа и сечения электропроводок должны быть выбраны на основе нового комплекса ГОСТ.

Приведем некоторые положения из нового ГОСТа и ПУЭ.

1. Изолированные провода разрешается прокладывать только в трубах, в коробах и на изоляторах. Не допускается прокладывать изолированные провода, в том числе марки АППВ и ППВ, скрыто под штукатуркой, в бетоне, кирпичной кладке, пустотах строительных конструкций, а также открыто по поверхности стен и потолков, на лотках, на тросах и других конструкциях. В этих случаях должны применяться кабели или изолированные провода с защитной оболочкой.
2. Сечения фазных проводов выбираются исходя из типа электроустановки и назначения цепи, при этом минимальные сечения для кабелей или изолированных проводов в стационарных электроустановках должны быть в силовых и осветительных цепях:
   - медные провода – 1,5мм^2,
   - алюминиевые провода – 2,5мм^2;

   в цепях сигнализации и управления:
   - медные провода – 0,5мм^2,
3. Сечения нулевого рабочего N и совмещенного PEN – проводника в однофазных двухпроводных сетях и многофазных цепях должны быть равны сечению фазных проводов.

4. Электропроводки в жилых, общественных, административных и бытовых зданиях следует выполнять кабелем и проводом с медными жилами.
5. В этих зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых, этажных и квартирных щитков до светильников общего освещения, штепсельных розеток и стационарных электроприемников, должны выполняться трехпроводными (фазный L, нулевой рабочий N и нулевой защитный PE проводники).
6. Штепсельные розетки должны устанавливаться:
   – в производственных помещениях, как правило, на высоте 0,8 – 1 м;
   – при подводе проводов сверху допускается установка на высоте до 1,5м;
   – в административно-конторских, лабораторных, жилых и других помещениях – на высоте, удобной для присоединения к ним электрических проводов, в зависимости от назначения помещений и формирования интерьера, но не выше 1 м. Допускается установка штепсельных розеток в (на) специально приспособленных для этого плинтусах, выполненных из негорючих материалов;
   – в школах и детских учреждениях (в помещениях для пребывания детей) – на высоте 1,8 м.
7. Установка штепсельных розеток в ванных комнатах, душевых, мыльных помещениях бань, помещениях, содержащих нагреватели для саун, а также в стиральных помещениях прачечных не допускается, за исключением ванных комнат квартир и номеров гостиниц.
8. В ванных комнатах квартир и номеров гостиниц допускается установка штепсельных розеток, присоединяемых к сети через разделительные трансформаторы или защищенных устройством защитного отключения, реагирующим на дифференциальный ток, не превышающий 30 мА.
9. Выключатели для светильников общего освещения должны устанавливаться на высоте от 0,8 до 1,7 м от пола, а в школах, детских яслях и садах, в помещениях для пребывания детей – на высоте 1,8 м от пола. Выключатели рекомендуется устанавливать на стене у двери со стороны дверной ручки. Допускается установка выключателей под потолком с управлением при помощи шнура.
10. Любые выключатели и штепсельные розетки должны находиться на расстоянии не менее 0,6 м от дверного проема душевой кабины.
11. Минимальное расстояние от выключателей, штепсельных розеток и элементов электроустановок до газопроводов должно быть не менее 0,5 м.

При выполнении электрических цепей необходимо помнить, что фазный провод сети должен проходить через токовую обмотку счетчика (первая и вторая клеммы счетчика), а нулевой должен быть подключен к третьей и четвертой клеммам. При подключении патрона электролампы фазный провод должен быть подключен к центральному контакту патрона, поэтому при вы-

полнении электрической цепи нужно сразу же промаркировать фазный и нулевой провода.

В распределительных коробках соединяют и изолируют провода с одноименными обозначениями. Соединения алюминиевых жил в коробках выполняются либо при помощи винтовых зажимов, или скруткой с последующей опрессовкой. Изоляция осуществляется намоткой изоляционной ленты не менее чем на 2 слоя или при помощи изолирующих колпаков.

В лабораторной работе необходимо собрать сеть, питающую две комнаты, каждая из которых имеет двухламповую люстру и розетку.

Лабораторный стенд собран на двух рабочих столах. На первом рабочем столе расположены: счетчик PI1 с предохранителями FU1, FU2, две распределительные коробки XA1 и XA2, люстра с лампами EL1 и EL2, двухполюсный выключатель SA1, розетка XS1. На втором рабочем столе расположены распределительные коробки XA3 и XA4, розетка XS2, люстра с лампами EL3 и EL4, двухполюсный выключатель SA2.

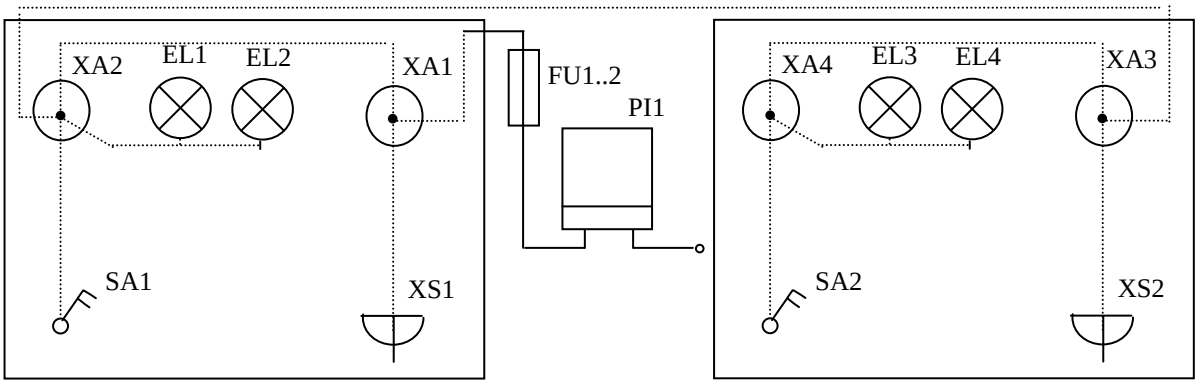


Рисунок 1 – Расположение элементов на лабораторном стенде

Счетчик подключен к сети, фазный и нулевой провод после счетчика выведены в распределительную коробку XA1.

Между распределительными коробками и соответствующими аппаратами проложены соединительные провода в соответствии со схемами рисунков 1, 5. Рабочие концы соединительных проводов выведены в соответствующие распределительные коробки и места установки люстр, выключателей, розеток.

В лабораторной работе при монтаже скрытой электропроводки для обеспечения правильности сборки электрической схемы установки необходимо прозвонить жилы проводов, то есть определить начала и концы отдельных жил. Для этой операции используют телефонные трубки, мегомметры, контрольные лампы, включаемые последовательно с источником питания через прозваниваемые жилы. В качестве источника питания используют понижающие трансформаторы. В лабораторной работе определение начал и концов

проводов осуществляют специальным приспособлением схема электрическая принципиальная которого, приведена на рисунке 2.

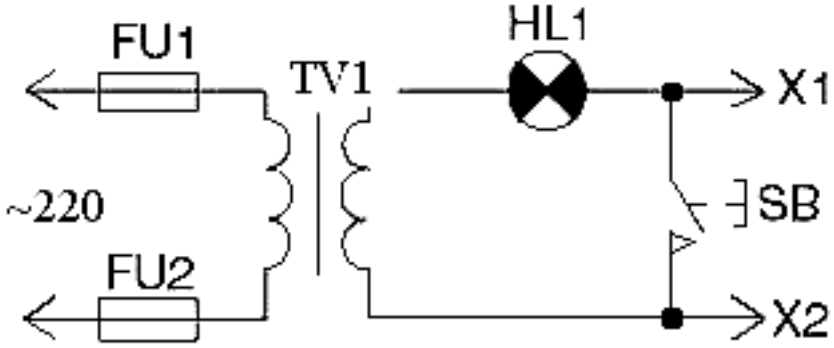


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная приспособления для определения начал и концов проводов

Источником питания является трансформатор Т1 напряжением 220/6 В. Защита трансформатора от аварийных режимов в данном устройстве осуществляется предохранителями FU1 и FU2. При помощи кнопки SB1 производят контроль исправности трансформатора и лампы HL1.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В период подготовки к работе по однолинейной схеме электрических соединений (рисунок 5) и примерам, приведенным на рисунке 3 и рисунке 4, необходимо разработать многолинейную схему электрических соединений и схему электрическую принципиальную, на которую нанести обозначения проводов в соответствии с ГОСТ.

2. Включив в сеть приспособление для определения начал и концов проводов, производят проверку его исправности. Затем один из щупов присоединяют к одному из проводов, подключенному к какому-либо аппарату, например розетке, вторым щупом поочередно касаются проводов, входящих в соответствующую распределительную коробку, до тех пор, пока не загорится контрольная лампа HL1. Оба вывода провода маркируют бирками в соответствии с обозначениями на схеме электрических соединений. Прозвонку ведут до тех пор, пока не будут обозначены все выводы в распределительных коробках.

3. В каждой распределительной коробке провода с одинаковой маркировкой соединяют в одну точку и изолируют. В установочных коробках в соответствии с выбранной маркировкой производят подключение люстр, розеток, выключателей.

4. Под контролем преподавателя производят включение и опробование работы собранной цепи.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ

1. Выполнять все работы по подключению аппаратов, соединению проводов и их прозвонке можно только при отключенном автоматическом выключателе на первом рабочем столе и вывернутых предохранителях на щитке электросчетчика.

2. Так как на стенде использована искусственная “земля”, запрещается прикасаться к клеммам, имитирующим “землю”, при включенном автоматическом выключателе на первом рабочем столе.

3. Питание устройства для определения начал и концов проводов подается от отдельной розетки, расположенной под питающим автоматическим выключателем, кроме автоматического выключателя подключена розетка.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть приведены номер и название лабораторной работы, ее цель, краткие теоретические сведения, однолинейная схема электрических соединений цепи, а также выполненные при подготовке многолинейные схемы: электрическая принципиальная и схема электрических соединений с нанесенными обозначениями проводов. Ответы на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким проводом допускается выполнение скрытой под штукатуркой проводки в силовых и осветительных цепях?
2. Какими способами крепят провода при их скрытой прокладке?
3. Почему соединения проводов выполняют только в распределительных коробках?
4. Как выполняют соединения проводов в распределительных коробках?
5. На какой высоте устанавливают групповые щитки, выключатели, розетки, распределительные коробки?
6. Как подключают электросчетчик, патрон лампы, розетку, основание предохранителя, сдвоенный выключатель?
7. Какое напряжение считается безопасным для прозвонки проводов в помещениях с химически активной средой, в помещениях без повышенной опасности?

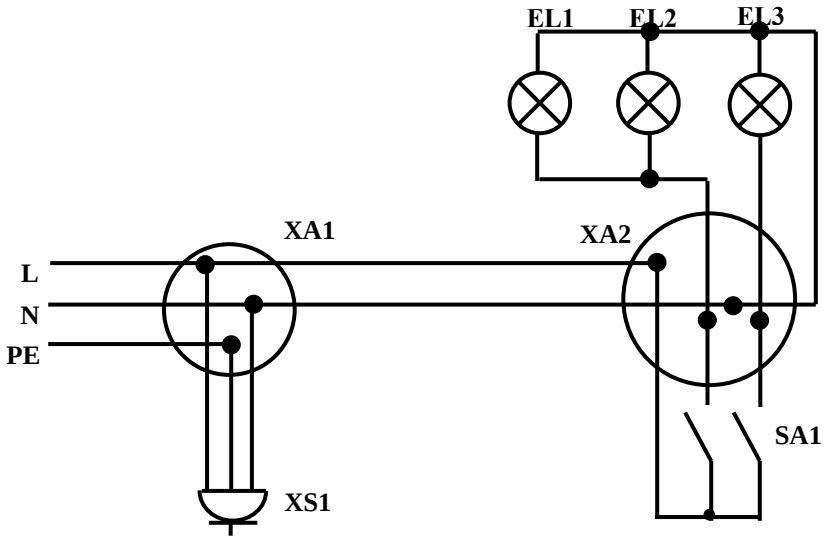


Рисунок 3 – Пример выполнения многолинейной схемы электрических соединений люстры и розетки

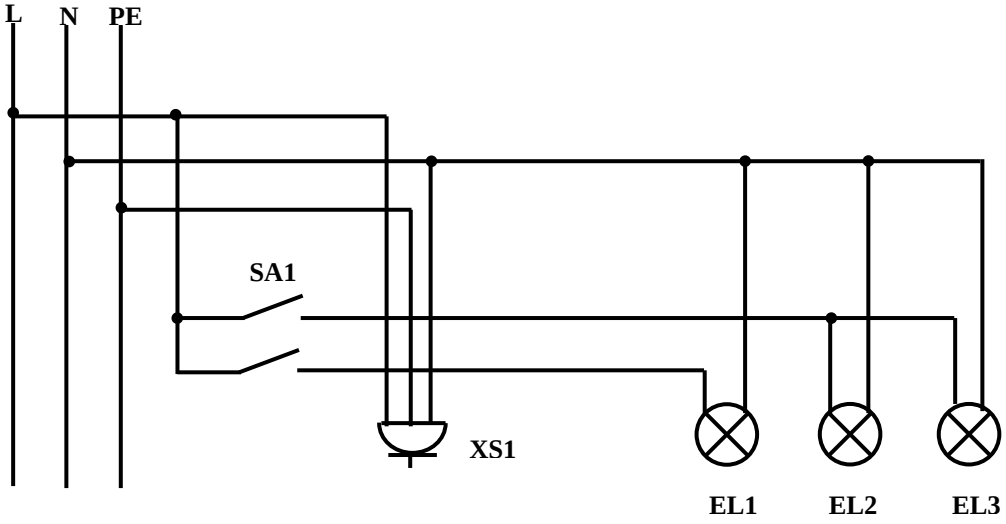


Рисунок 4 – Пример выполнения многолинейной схемы электрической принципиальной люстры и розетки

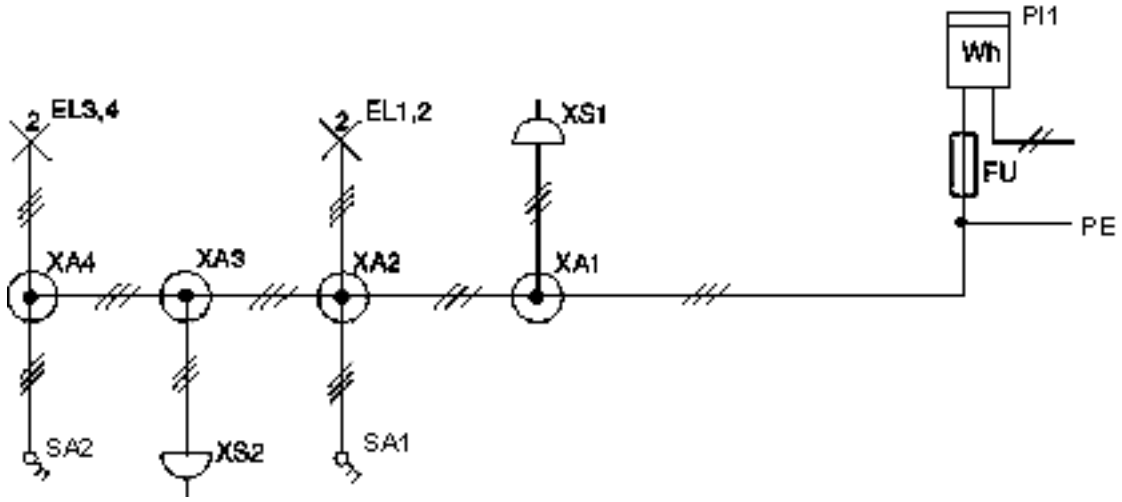


Рисунок 5 – Однолинейная схема электрических соединений лабораторного стенда

ЛИТЕРАТУРА

1. Коломиец А.П. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин – Москва: КолосС, 2008. – 351с.

2. Сибикин Ю.Д. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – Москва: ФОРУМ, 2014. – 352 с.

3. Смирнов В.Н. Монтаж электрических установок / В.Н. Соколов, Соколов Б.А., Соколова Н.Б – М.: Энергоатоматиздат ,1991.

4. Гордон С.В. Монтаж сельских электроустановок. – М: Колос , 1989.

5. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011. – 688 с.

6. Головко А.Н. Монтаж электропроводки в кабельных каналах: методические указания по выполнению лабораторной работы / А.Н. Головко – Зерноград: РИО ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2011. – 16 с.

7. Сборник стандартов «Электроустановки зданий. Основные положения. Требования по обеспечению безопасности». – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998.

8. Отраслевой стандарт «Монтаж внутренних электротехнических изделий. Общие технические требования». ОСТ16 0.684.032-92. – М.: Издательство Стандартэлектро, 1992.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

МОНТАЖ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ И ОБЛУЧАТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

Цель работы: изучение основных правил монтажа осветительной и облучательной аппаратуры. Приобретение практических навыков, необходимых при монтаже осветительной и облучательной аппаратуры.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Промышленностью выпускается осветительная и облучательная аппаратура для источников света, отличающаяся друг от друга назначением, светотехническими, электрическими схемами и характеристиками, конструктивным исполнением. Эту аппаратуру можно разделить на две большие группы: для ламп накаливания и ДРЛ, для люминесцентных ламп низкого давления.

Основными конструктивными элементами группы светильников для ламп накаливания и ДРЛ являются:

1. Вводный узел, служащий в ряде случаев и узлом установки.
2. Пластмассовый или металлический корпус, внутри которого на скобе или ниппеле укрепляются патроны с резьбой гильзы Е21 или Е40.
3. Отражатель, рассеиватель, преломитель, экранирующая решетка (светотехническая схема светильника).
4. Защитные стекла и сетки, служащие для защиты от механических воздействий и предохранения внутренней полости от попадания в нее пыли и воды.

Светильники для люминесцентных ламп низкого давления имеют более сложную конструкцию, что связано с необходимостью применения пускорегулирующей аппаратуры (ПРА). ПРА обеспечивает необходимый режим зажигания и разгорания, стабилизацию режима электрического разряда, подавления радио помех, возникающих при зажигании и работе, а также увеличения коэффициента мощности и снижения пульсации светового потока лампы.

Простейшая ПРА для светильника с одной лампой EL1 состоит из дросселя L1, стартера VL1, одного или двух конденсаторов C1 (рисунок 1).

При подаче напряжения в электрическую цепь (рисунок 1) ток через люминесцентную лампу не проходит, а идет по цепям 1-2-3-4-5-6 через элементы C1-R1, L1, VL1 и биспиральные электроды лампы EL1, нагревая их. Через малый промежуток времени, необходимый для разогрева электродов лампы и уменьшения напряжения ее зажигания, стартер разрывает цепь тока. При резком исчезновении тока в дросселе L1, согласно закону Ленца, возникает кратковременное напряжение самоиндукции, которое, складываясь с напряжением сети, обеспечивает подачу на электроды лампы импульса напряжения, намного превышающего напряжение источника питания. В лампе возникает разряд, напряжение на ней падает, но близко к номинальному, за с включенного последовательно дросселя. При таком напряжении стартер не работает. В рабочем режиме конденсатор C1 предназначен для

снижения уровня радиопомех и повышения коэффициента мощности цепи соответственно.

В цепи включения люминесцентной лампы наряду с индуктивным балластом (дросселем L1) может использоваться емкостно-индуктивный или активный балласты. Однако наиболее эффективным является индуктивный балласт, который кроме описанных функций за счет нелинейной вольтамперной характеристики способствует стабилизации тока при горении лампы.

Самым ненадежным элементом описанной схемы является стартер, поэтому в настоящее время достаточно широко распространяются бесстартерные схемы горячего зажигания (с предварительным подогревом электродов) и холодного зажигания (без подогрева электродов лампы).

Светильник для люминесцентных ламп низкого давления имеет те же основные элементы, что и светильник для ламп накаливания. Конструктивное исполнение этих элементов значительно отличается от аналогичных для ламп накаливания, что определяется в основном конструкцией самой люминесцентной лампы. Наиболее часто используются двухламповые светильники. Их корпус, как правило, металлический, к корпусу с помощью специальных крепежных деталей крепятся патроны для ламп и стартеров, конструкция которых обеспечивает безопасную замену ламп и стартеров без применения инструмента. Внутри корпуса предусмотрены крепления для дросселя, конденсаторов или других элементов ПРА, а также наборов зажимов с винтовыми контактными соединениями или специальных штепсельных соединителей. Отражатели, рассеиватели, преломители, экранирующие решетки, защитные стекла и сетки, в отличие от светильников ламп накаливания, имеют, как правило, плоскую конструкцию.

Светильники ламп ДРЛ отличаются от светильников для ламп накаливания несколько большими размерами и наличием ПРА. Лампы ДРЛ представляют собой ртутные люминесцентные лампы высокого давления с исправленной цветностью и в настоящее время достаточно широко применяются для освещения производственных территорий, проезжей части дорог.

Лампы ДРЛ выпускаются двухэлектродными (горелка содержит два основных электрода) и четырехэлектродными (в горелке два основных и два поджигающих электрода). Четырехэлектродная конструкция лампы является основной.

Включение ламп типа ДРЛ в сеть, как и большинство газоразрядных ламп, возможно только путем последовательного соединения с ними специальной ПРА. В четырехэлектродных лампах ДРЛ основному разряду между рабочими электродами предшествует возникновение тлеющего разряда между рабочими и поджигающими электродами, который затем переходит на основные электроды. Схема включения четырехэлектродных ламп показана на рисунке 2, где дроссель L1 играет роль балласта, а конденсатор C1 предназначен для компенсации реактивной мощности.

Зажигание электрического разряда в кварцевой горелке двухэлектродных ламп ДРЛ не может быть осуществлено рабочим напряжением сети, по-

этому для их зажигания применяются специальные поджигающие устройства, в частности, устройство импульсное зажигающее универсальное (УИЗУ).

Период разгорания ламп типа ДРЛ продолжается 3–7 мин, а повторно зажечь погасшую лампу можно лишь после того, как она остынет (примерно через 10–15 мин.).

Конструкции современных светильников обеспечивают доступ к лампе и патрону при смене лампы без применения инструмента. Различные элементы светильника (защитные стекла и сетки, а также отражатели, рассеиватели, преломители, экранирующие решетки), которые необходимо снять для смены ламп, крепятся к корпусу при помощи зажимов и замков, освобождаемых вручную, а также при помощи специальных зажимных устройств, которые освобождают или фиксируют элемент при его повороте относительно корпуса светильника.

Монтаж светильников включает зарядку светильника (то есть подключение проводов внутри светильника к патрону и переходной клеммной колодке), крепление светильника на месте монтажа, присоединение светильника к проводам групповой сети. В жилых помещениях патроны светильников могут присоединяться непосредственно к проводам групповой сети, поэтому операция зарядки будет отсутствовать. Во всех других случаях в светильниках, как правило, должны предусматриваться переходные клеммные колодки, обеспечивающие присоединение как медных, так и алюминиевых сетевых проводов сечением до 4 мм. Для зарядки светильников должны применяться гибкие провода с медными жилами с термостойкой изоляцией, марок ПРКС, сечением не менее 1 мм^2 для подвижных конструкций и 0,5 мм^2 для неподвижных конструкций, зарядные провода не должны быть натянуты, должны быть предохранены от механических повреждений и перетирания. В зарядных проводах должен быть предусмотрен запас по длине с обоих концов провода для обеспечения повторного соединения.

В сети 380/220В с глухозаземленной нейтралью осветительные приборы включаются на фазное напряжение 220 В, то есть между нулевым и фазным приводом. Некоторые осветительные приборы могут быть рассчитаны на напряжение 127 В. Использовать их в сети 380/220 В без дополнительного снижения напряжения нельзя.

Присоединение к электропроводке светильников в жилых и общественных зданиях, в бытовых помещениях производственных зданий рекомендуется выполнять на зажимах переходных клеммных колодок. В жилых зданиях патроны допускается присоединять непосредственно к проводам, которыми выполнена электропроводка, при этом в сетях с глухозаземленной нейтралью токоведущая винтовая гильза патрона должна быть присоединена к нулевому проводнику, а центральный контакт патрона – к фазному проводнику.

Наиболее прогрессивным является способ присоединения светильника к электросети с помощью штепсельных разъемов, позволяющих быстро отсоединить светильники при необходимости чистки, ремонта и смены перего-

ревших ламп. Такое присоединение чаще используется для светильников с люминесцентными лампами.

В производственных помещениях и наружных электроустановках металлические нетоковедущие части светильника в сетях с глухозаземленной нейтралью должны быть надежно занулены и подключены к цепи повторного заземления. Заземление корпуса без зануления применять не допускается. Зануление выполняют следующим образом:

- при открытой прокладке проводов, подводимых к светильникам с помощью гибких перемычек между заземляющими контактом светильника и нулевым проводом, перемычки следует соединять с нулевым проводом на ближайшей к светильнику неподвижной опоре;

- при прокладке защищенным изолированным проводом, кабелем, изолированным проводом в трубах, введенных в корпус светильника, соединение корпуса светильника с нулевым проводом осуществляют непосредственно в светильнике.

По способу установки различают **стационарные** и **переносные** светильники.

Из *стационарных* выделяют подвесные, потолочные и, встраиваемые в потолок, настенные светильники.

К *переносным* относят различного вида настольные и напольные, а также ручные светильники.

Степень защиты светильников от воды и пыли приводится в паспорте по системе International Protection (ГОСТ 14254-80) или по ГОСТ 17677-82.

Кроме того, промышленностью выпускаются светильники с различной степенью защиты от взрыва.

При размещении и установке светильников особое внимание обращают на удобство и безопасность обслуживания. Светильники должны быть доступны для обслуживания с лестниц-стремянок, с телескопических подъемников, со специальных светотехнических мостиков или мостовых кранов с соблюдением правил техники безопасности.

Светильники, обслуживаемые с лестниц-стремянок, не рекомендуется располагать над громоздким оборудованием, открытыми лентами транспортеров, а также в других местах, где затруднена установка стремянок и лестниц. В целях безопасности эксплуатации светильники, обслуживаемые с лестниц-стремянок, должны располагаться не выше 5м от пола, а с мостовых кранов – не менее 1,8 м над настилом крана. Крепление светильника к опорной поверхности или конструкции должно быть разборным.

В зависимости от конструкции светильника и способа прокладки групповой сети монтаж светильников может выполняться разными способами, основными из которых являются: подвеска на крюк или шпильку; установка на кронштейне, на подвесе или стойке; установка на коробе КЛ и осветительных шинопроводах; подвеска на тросе или тросовом проводе; встраивание в отверстие подвесного потолка; закрепление на подрозетнике.

Светильники с люминесцентными лампами могут крепиться к конструкции из полосовой стали с впрессованными или приваренными болтами, расположенными в соответствии с крепежными отверстиями светильника.

Используются также дюбель-винты с применением вместо увеличенных шайб и гаек конструкций для безметизного крепления. Конструкции и дюбель-винты пристреливаются к перекрытиям или стенам.

Сложные многоламповые люстры крепят к несущим конструкциям перекрытий. Приспособления для крепления многоламповых светильников массой свыше 100 кг подлежат обязательному испытанию.

В помещениях без повышенной опасности (квартиры, жилые комнаты общежитий, небольшие общественные здания и т.д.) светильники не заземляют и поэтому крюки и шпильки, устанавливаемые в железобетонных перекрытиях, должны быть изолированы, а приспособления для подвеса светильников должны иметь изолирующие кольца. Выполнение этих требований предотвращает случайное соединение металлических нетоковедущих частей светильника с заземленной металлической арматурой и обеспечивает требуемую безопасность эксплуатации.

Крепление светильников на стенах, колоннах и фермах зданий осуществляется с помощью кронштейнов, стоек, подвесов, типов У116, К290, К291, К292, К987 и др., а также при помощи конструкций, изготовленных электромонтажной организацией.

При выполнении электропроводок на тросу и тросовых электропроводок, выполненных специальным тросовым проводом, светильники массой до 5кг крепят на ответвительных тросовых коробках У245, У246. Крепление светильников массой до 15 кг выполняют на подвесах К354.

Присоединение светильников к групповой сети выполняют обязательно в ответвительных коробках при помощи переходных клеммных колодок, ответвительных сжимов, сваркой или опрессовкой, а также с помощью вилки и встроенного штепсельного разъема.

В местах закрепления ответвительных тросовых коробок и подвесов для обеспечения надежного электрического контакта при устройстве защитного заземления с троса снимают изоляцию, пленку или покрытие. Оголенные участки троса и зажимное устройство на корпусе металлических коробок зачищают до блеска, покрывают противокоррозионной смазкой и закрепляют зажимными винтами.

При массовом использовании светильников с люминесцентными лампами для их крепления применяют стальные короба КЛ-1 для однорядной подвески и КЛ-2 для двухрядной подвески светильников к осветительной сети. Светильники присоединяют с помощью ответвительных зажимов У739 без разрезания магистральных проводов, которые прокладывают внутри короба. 20 м короба обеспечивают подвеску на них 15 светильников при однорядном и 30 – при двухрядном расположении светильников.

Светильники могут устанавливаться также на осветительном шинопроводе ШОС-67, ШОС-80. Присоединение светильников осуществляется при

помощи специальных штепселей У1634-1, У1634-2, У1919, У1926, а подвешивается светильник при помощи крюков и хомутов К470, У1922.

При монтаже светильников согласно ПУЭ также необходимо выполнять следующие требования.

Защитное заземление металлических корпусов и других частей светильников, нормально не находящихся под напряжением в сетях с глухозаземленной нейтралью, осуществляется путем присоединения к заземляющему винту РЕ проводника. Заземление корпуса светильника ответвлением от нулевого рабочего провода внутри светильника не допускается.

При вводе в светильник проводов, не имеющих механической защиты, защитный проводник должен быть гибким.

Приспособления для подвешивания светильников должны выдерживать в течение 10 минут без повреждения и остаточных деформаций приложенную к ним нагрузку, равную пятикратной массе светильников, а для сложных многоламповых люстр массой 25 кг и более – нагрузку, равную двукратной массе люстры плюс 80 кг.

Осветительную арматуру допускается подвешивать на питающих проводах, если они предназначены для этой цели и изготавливаются по специальным техническим условиям.

Осветительная арматура общего освещения, имеющая клеммные зажимы для присоединения питающих проводников должна допускать подсоединение проводов и кабелей как с медными, так и с алюминиевыми жилами.

Для осветительной арматуры, не имеющей клеммных зажимов, когда вводимые в арматуру проводники непосредственно присоединяются к контактным зажимам ламповых патронов, должны применяться провода или кабели с медными жилами сечением не менее 0,5мм^2 внутри зданий и 1мм^2 вне зданий. При этом в арматуре для ламп накаливания мощностью 100 Вт и выше, ламп ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ должны применяться провода с изоляцией, допускающей температуру их нагрева не менее 100°С.

Вводимые в свободно подвешиваемые светильники незащищенные провода должны иметь медные жилы.

Провода, прокладываемые внутри осветительной арматуры, должны иметь изоляцию, соответствующую номинальному напряжению сети.

Для зарядки стационарных светильников местного освещения должны применяться гибкие провода с медными жилами сечением не менее 1мм^2 для подвижных конструкций и не менее 0,5 мм^2 для неподвижных.

В облучательных сельскохозяйственных установках могут использоваться ртутно-кварцевые, эритемные, бактерицидные лампы, зеркальные и кварцевые инфракрасные лампы и другие источники излучения. Источники излучения включаются по схемам, идентичным схемам включения ламп накаливания и люминесцентных ламп, поэтому монтаж облучательной аппаратуры незначительно отличается от монтажа осветительной аппаратуры.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для выполнения лабораторной работы в период подготовки необходимо:

- Разработать многолинейные схемы электрических соединений люстры из пяти ламп накаливания, рассчитанной на включение одной или четырех ламп, а также двух или трех ламп. (При разработке схемы рекомендуется пользоваться схемой примера, приведенной на рисунке 4).
- По принципиальной схеме (рисунок 1) следует самостоятельно разработать многолинейную схему электрических соединений светильника люминесцентной лампы, пользуясь схемой расположения элементов, приведенной на рисунке 3.
- Разработать схему управления лампой с двух рабочих мест при помощи двух пакетных выключателей.
- Изучить теоретические вопросы монтажа осветительной и облучательной аппаратуры по рекомендуемой литературе.
- После сборки схем под руководством преподавателя проверить: работу люстры; светильника с люминесцентной лампой; схему управления лампой с двух рабочих мест при помощи пакетных переключателей.

Ознакомиться с конструкцией, правилами зарядки и монтажа облучательной и осветительной аппаратуры, имеющейся в аудитории.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть представлены: цель работы, краткие теоретические сведения, схемы электрических соединений люстры из пяти ламп, рассчитанные на включение группы двух или трех ламп, а также группы одной или четырех; схема электрическая принципиальная и разработанная при подготовке схема электрических соединений стартерного включения люминесцентной лампы; схема включения четырехэлектродной лампы типа ДРЛ, схема управления лампой с двух рабочих мест.

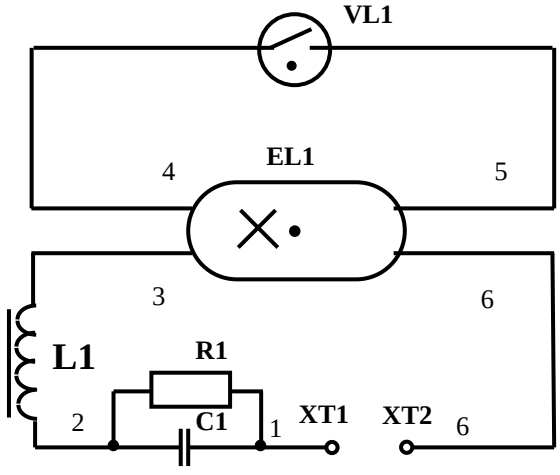


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная стартерного включения люминесцентной лампы

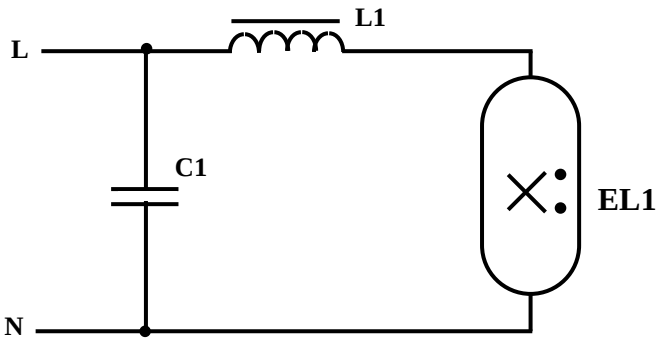


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная включения лампы типа ДРЛ в сеть

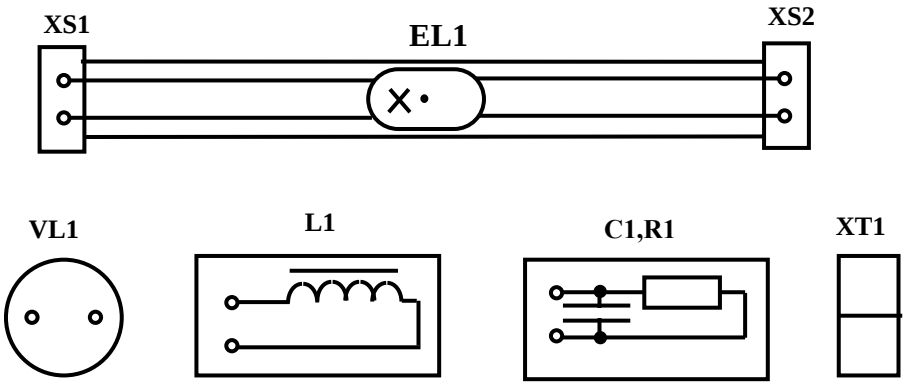


Рисунок 3 – Расположение элементов для составления схемы электрических соединений стартерного включения люминесцентной лампы

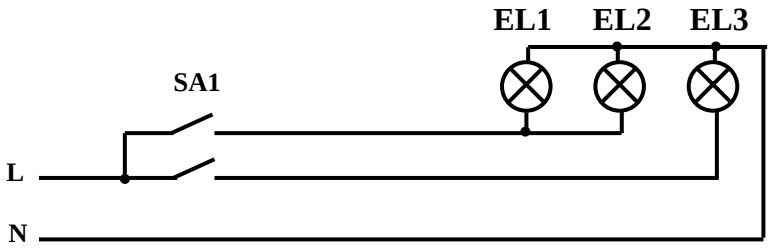


Рисунок 4 – Пример выполнения многолинейной схемы электрических соединений люстры для трех ламп

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительные нормы и правила. Правила производства и приемки работ. Электротехнические устройства 03.05.06-85.-М: Стройиздат, 1986.

2. Гордон С.В. Монтаж сельских электроустановок. – М: Колос , 1989.

3. Коломиец А.П. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин – Москва: КолосС, 2008. – 351с.

4. Сибикин Ю.Д. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – Москва: ФОРУМ, 2014. – 352 с.

5. Смирнов В.Н. Монтаж электрических установок / В.Н. Соколов, Соколов Б.А., Соколова Н.Б – М.: Энергоатоматиздат ,1991.

6. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011. – 688 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДУШНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ И ПАКЕТНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Цель работы: изучить конструкцию, принцип действия, особенности монтажа автоматических выключателей и пакетных выключателей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Автоматический выключатель (автомат) – коммутационный аппарат, предназначенный для нечастых коммутаций (замыканий и размыканий) электрической цепи и длительного прохождения по нему тока нагрузки, а также для защиты электрических цепей при аварийных и ненормальных режимах (прохождении токов перегрузки, короткого замыкания и при снижении напряжения ниже допустимого).

К автоматам предъявляются основные требования по эксплуатации:

1. Токоведущая цепь автоматического выключателя должна пропускать номинальный ток в течение сколь угодно длительного времени.
2. Автоматический выключатель должен обеспечивать многократное отключение предельных токов короткого замыкания, которые могут в десятки раз превышать номинальные токи автоматов. После отключения этих токов автомат должен быть пригоден для длительного пропускания номинального тока.
3. Автоматический выключатель должен иметь малое время отключения, что необходимо для электродинамической и термической стойкости энергоустановок, а также уменьшения разрушений, вызываемых токами короткого замыкания.

К автоматам предъявляются также основные требования по монтажу:

1. Автоматический выключатель должен быть установлен вертикально.
2. Питающая цепь, подходящая к автоматическому выключателю, должна подключаться на неподвижные контакты.
3. Разрыв контактов автоматического выключателя должен быть направлен вверх.
4. У автоматических выключателей, имеющих включающую рукоятку, включение должно осуществляться движением рукоятки вверх, у автоматических выключателей с кнопкой, кнопка включения должна располагаться вверху.
5. В зоне возможного выхлопа дуги не должно располагаться токоведущих частей.
6. Монтаж соединительных проводов производится без значительных усилий, при этом не должны быть нарушены изоляционные междуфазные расстояния и перегородки.

7. Монтаж автоматических выключателей с тепловыми расцепителями производится вдали от источников тепла в тепловых условиях, аналогичных защищаемому объекту. Должна быть исключена также возможность передачи тепла по соединительным проводам.

Автомат состоит из следующих основных узлов: токоведущая и дугогасительная системы, узел привода и механизма свободного расцепления, узел элементов защиты – расцепителей.

Для дистанционного отключения автоматов, а также автоматического отключения при аварийных и ненормальных режимах в них предусматриваются один или несколько расцепителей.

Различают **максимальные, минимальные** и **независимые** расцепители.

Максимальные расцепители обеспечивают автоматическое отключение автомата при увеличении одного из параметров, как правило, тока автомата, выше установленного для данного расцепителя значения.

Минимальные расцепители производят отключение автомата при снижении одного из параметров, как правило, напряжения, ниже установленного для данного расцепителя значения.

Независимые расцепители отключают автомат при подаче на расцепитель управляющего сигнала независимо от значения основных рабочих параметров автомата.

Из максимальных расцепителей в автоматах наиболее часто применяют тепловые и электромагнитные расцепители, электромагнитные расцепители с гидравлическим замедлением, расцепители тока в нулевом проводе, а также расцепители на полупроводниковых элементах. Совместно применяемые тепловой и электромагнитный расцепитель обычно называют **комбинированным расцепителем**. В качестве минимального расцепителя используется расцепитель минимального напряжения. Независимый расцепитель необходим для дистанционного отключения выключателя. Полупроводниковые расцепители выполняют легкосъемными и взаимозаменяемыми.

Наибольшее распространение в сельском хозяйстве получили так называемые установочные автоматы, которые для уменьшения возможности соприкосновения персонала с деталями, находящимися под напряжением, закрыты пластмассовым кожухом и практически не выбрасывают дугу из-под кожуха при коммутациях. Кроме выключателей такого типа, в комплектных распределительных устройствах низкого напряжения можно встретить универсальные автоматы открытого типа, предназначенные для коммутации цепей с большими номинальными токами.

Характерными особенностями конструкций установочных выключателей, кроме наличия пластмассового кожуха, закрывающего все токоведущие части, являются: независимость скорости перемещения подвижных контактов при включении и отключении от скорости перемещения оператором рукоятки; отцепление рукоятки от контактной системы при автоматическом отключении; возможность определить коммутационное положение силовых

контактов по положению рукоятки. Эти свойства установочных выключателей делают их надежными, удобными и безопасными в обслуживании.

Современные автоматы могут снабжаться электромагнитным приводом, позволяющим производить не только ручное, но и дистанционное автоматическое включение выключателя. Это еще более расширяет область применения автоматов. В автоматах не применяется какой-либо специальной среды для гашения дуги, она гасится в воздухе, поэтому они называются воздушными.

В сельскохозяйственном производстве широкое применение нашли установочные автоматы серий АК63, АП50Б, А3700, А3100, АЕ1000, АЕ2000, ВА.

В лабораторной работе необходимо самостоятельно изучить конструкции автоматов, представленных в лаборатории.

Пакетные выключатели предназначены для нечастых неавтоматических коммутаций электрических цепей.

Пакетные выключатели можно отнести к широкому классу командоаппаратов, к которым относятся кнопочные выключатели, универсальные переключатели, командоконтроллеры, путевые и конечные выключатели. Однако, пакетные выключатели к этому классу относят достаточно условно, так как они могут применяться для коммутаций и в силовых цепях, размыкая токи до 100 А и более, поэтому пакетные выключатели наряду с широким использованием в цепях управления находят применение и в силовых цепях для коммутаций осветительных и других нагрузок, а также для запуска электродвигателей.

Свое название «*пакетные*» они получили потому, что основу конструкции выключателя составляет «пакет»: один полюс выключателя с несколькими неподвижными контактами и одним подвижным. Подвижный контакт жестко соединён с валом выключателя и может вращаться вместе с ним вокруг оси полюса. Вращаясь, он перемыкает между собой неподвижные контакты, обеспечивая электрическую цепь. Контакты помещены в изолированный корпус полюса, вал выключателя выполнен также из диэлектрика, что обеспечивает изоляцию полюсов друг от друга. Достаточная герметизация контактов от окружающей среды дает возможность размыкать выключателем номинальный ток нагрузки, при этом дуга быстро гасится в замкнутом пространстве внутри полюса. Полюса собираются на общем валу выключателя, образуя пакет. Сверху общего пакета выключателя на его валу монтируется привод, который передает усилие от рукоятки к валу выключателя. Привод выполнен таким образом, что при начальном повороте рукоятки происходит натяжение включающей пружины, под действием которой при дальнейшем повороте рукоятки производится быстрое перемещение подвижных контактов с фиксацией в новом положении. Отключение выполняется аналогично.

Классифицировать пакетные выключатели можно по следующим признакам:

- по роду и значению тока (постоянного, переменного тока, 5, 10, 25, 63, 100, 160А);

- по числу полюсов, фактически по числу пакетов выключателя (одно-, двух-, трех-, многополюсные);

- по числу положений рукоятки, то есть возможных переключений (двух-, трех-, многопозиционные);

- по степени защиты (открытое исполнение, защищенное, герметичное);

- по назначению (для пуска электродвигателей, для переключения электродвигателей со «звезды» на «треугольник», реверсирования электродвигателей, переключения полюсов многоскоростных электродвигателей, а также для переключения во вспомогательных цепях).

В настоящее время находят распространение выключатели серии ПМ, ПВ, ПКП, ПК и некоторые другие.

Основными техническими характеристиками пакетных выключателей являются: напряжение и ток силовых цепей, а также диаграмма работы выключателя, то есть таблица, в которой отмечены номера замкнутых и разомкнутых выводных контактов при различных положениях рукоятки.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Изучить конструкции автоматов, обратив внимание на расположение основных узлов и внешние подключения автомата.

Изучить принцип действия механизма моментного включения и механизма свободного расцепления автомата.

Изучить принципы работы расцепителей автомата.

Познакомиться с особенностями конструкции механизмов привода и расцепителей автоматов серий АП50Б, А3700, АЕ2000.

Познакомиться с конструкцией пакетных выключателей, имеющихся в аудитории.

Изучить и запомнить условные графические и позиционные обозначения автоматического и пакетных выключателей в схемах электрических принципиальных.

Изучить схему переключения электродвигателя со «звезды» на «треугольник» при помощи пакетного выключателя.

Используя рекомендованные преподавателем аппараты, разработать схему электрических соединений для переключения электродвигателя со «звезды» на «треугольник».

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

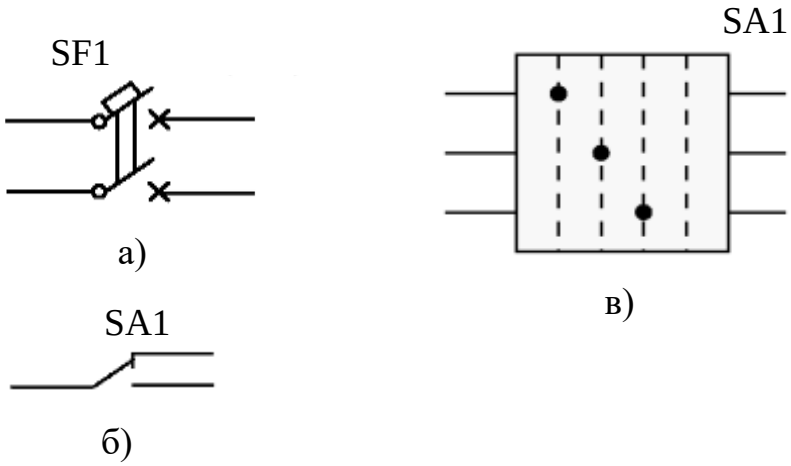
В отчете должны быть представлены: цель работы, необходимые теоретические сведения, диаграмма работы исследованного пакетного выключателя, схема электрическая принципиальная переключения электродвигателя со «звезды» на «треугольник» и разработанная схема соединений.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные узлы и детали автоматических выключателей различных серий.
2. От каких аварийных режимов защищают электрическую цепь: тепловой, электромагнитный, комбинированный расцепители, другие расцепители автоматических выключателей?
3. К каким выводам производят подключение автомата к сети?
4. Как должна располагаться рукоятка автомата во включенном положении?
5. Каково назначение пакетных выключателей, их основных узлов и деталей, поясните принцип работы пакетных выключателей.
6. Как получить диаграмму работы пакетного выключателя?
7. Какие требования предъявляются к монтажу автоматических, пакетных выключателей?
8. Что обозначают надписи в паспортной табличке автоматического, пакетного выключателя?

ЛИТЕРАТУРА

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Горобец А.С., Евзеров И.Х. Автоматические выключатели серии А-3700. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
3. Родштейн Л.А. Электрические аппараты. – Л.: Энергоатомиздат, 1989.
4. Коломиец А.П. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин – Москва: КолосС, 2008. – 351с.
5. Сибикин Ю.Д. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – Москва: ФОРУМ, 2014. – 352 с.
6. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011. – 688 с.



а) двухполюсный автоматический выключатель; б) однополюсный, двухпозиционный пакетный выключатель; в) трехполюсный, четырехпозиционный пакетный выключатель

Рисунок 1 – Примеры условного графического и позиционного обозначения аппаратов в схемах

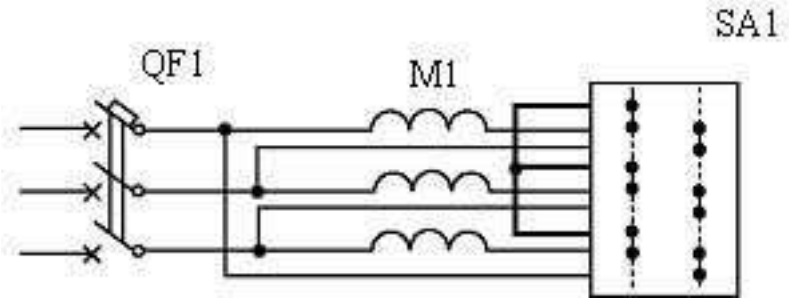


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная переключения электродвигателя со «звезды» на «треугольник»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

МОНТАЖ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ С ДВУХ РАБОЧИХ МЕСТ

Цель работы: овладеть приемами определения начал и концов одноименных жил контрольных кабелей, разработки схем электрических соединений. Приобрести навыки монтажа магнитных пускателей, выполнить монтаж схемы управления асинхронным двигателем с двух рабочих мест.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В цепях управления электроустановками, сигнализации и контроля технологических процессов используются контрольные кабели, которые имеют значительно большее число жил, чем силовые и предназначены для соединения отдельных элементов установки с пультом управления.

Для правильного монтажа контрольного кабеля необходимо его прозвонить, то есть определить начала и концы одноименных жил. При проведении этой операции используют телефонные трубки, мегомметры, омметры и лампы накаливания, включаемые последовательно с источником питания через жилы прозваниваемого кабеля.

В лабораторной работе для прозвонки используется приспособление, аналогичное применяемому в лабораторной работе №1. Приспособлением прозванивают пять жил контрольного кабеля, который используется для монтажа цепей управления асинхронным двигателем с двух рабочих мест. Такая схема управления может применяться в животноводческих помещениях для управления навозоуборочным транспортером или транспортером раздачи корма, при этом управление может осуществляться как с щита управления, расположенного как правило в электрощитовой, так и при помощи кнопочной станции, установленной непосредственно у электродвигателя транспортера.

В рассматриваемом случае в одном шкафу управления монтируют магнитный пускатель КМ1, кнопки управления SB1 и SB3, а также сигнальную лампу HL1. Кнопки управления SB2, SB4 и сигнальную лампу HL2 монтируют в другом шкафу управления и соединяют с первым шкафом контрольным кабелем, проложенным вдоль помещения. Электродвигатель М1 устанавливается непосредственно у рабочей машины и соединяется с первым шкафом управления силовым кабелем. Схема электрическая принципиальная управления электродвигателем с двух рабочих мест представлена на рисунке 1. По такой схеме двигатель можно включить кнопками SB3 и SB4, а также отключить кнопками SB1 и SB2 – с первого и второго рабочего места. Контроль работы электрической цепи на двух рабочих местах осуществляется сигнальными лампами HL1 и HL2, которые горят только при наличии

напряжения на катушке магнитного пускателя КМ1, то есть при работающем электродвигателе М1.

Совместно с магнитным пускателем КМ1 используются аппараты защиты: предохранители и тепловые реле, которые не включены в схему лабораторной работы с целью упрощения (защиту схемы осуществляет автоматический выключатель на рабочем столе).

Расположение элементов схемы на лабораторном стенде приведено на рисунке 2, где каждый элемент изображен монтажным символом, а позиционное обозначение соответствует принципиальной схеме рисунка 1.

На рисунке 2 X1 – клеммник питания; зажимы электродвигателя С1, С2 и С3 выведены на клеммник X2; X3, X4 – клеммники выводов сигнальных ламп HL1 и HL2; X5 и X6 – клеммники выводов контрольного кабеля.

При подготовке к лабораторной работе, приняв действительное расположение элементов по рисунку 2 и используя принципиальную схему (рисунок 1), необходимо выполнить схему электрических соединений. Номера зажимов на клеммниках X5 и X6 рекомендуется не проставлять или проставлять карандашом.

Для того чтобы правильно выполнить схему электрических соединений, необходимо предварительно нанести обозначение цепей в схеме электрической принципиальной. (Обозначение цепей на рисунке 1 нанесено). Это намного упрощает процесс выполнения схемы соединений. При нанесении обозначений необходимо помнить, что все провода, имеющие непосредственный контакт между собой, должны иметь одинаковое обозначение (например, на рисунке 1 провода, соединяющие выводы кнопок SB2, SB3, SB4 и магнитного пускателя КМ1 в одну точку, все имеют номер 2, а провода, соединяющие другие выводы кнопок SB3, SB4 с катушкой магнитного пускателя КМ1 и сигнальными лампами HL1, HL2, имеют номер 3).

Провода, соединенные между собой через элементы аппаратов и приборов, должны иметь разные обозначения. После того как обозначены цепи, приступают к выполнению схемы электрических соединений.

Особое внимание необходимо уделять прокладке параллельных ветвей, не забывая ни об одном соединении, нанесенном на схему электрическую принципиальную. Чтобы не пропускать ни одного соединения, удобно двигаться в одном определенном направлении, например, слева направо и сверху вниз.

При выполнении схемы электрических соединений цепей управления, необходимо помнить, что все соединения между рабочим местом №1 и рабочим местом №2 осуществляются через контрольный кабель, при этом зажимы клеммников X5 и X6 контрольного кабеля удобно обозначить номерами проводов, подключаемых к ним. Соединения проводов между собой должны осуществляться только в зажимах клеммников и аппаратов схемы, причем для удобства монтажа к одному зажиму должно быть подключено не более двух проводников.

При монтаже магнитных пускателей, используемых для управления электродвигателями, необходимо соблюдать следующие требования:

1. Пускатели устанавливаются, как правило, на вертикальных панелях на высоте удобной для обслуживания.
2. Подсоединение жил проводов к винтовым контактным зажимам должно осуществляться с помощью кабельных наконечников, за исключением зажимов, конструкция которых допускает подключение неоконцованного провода.
3. Однопроволочные провода сечением до 10 мм^2 допускается подсоединять к винтовым контактным зажимам без кабельного наконечника с помощью кольца из этого же провода, с предохранением от выдавливания фасонными шайбами. Внутренний диаметр кольца должен быть на 0,3 – 0,5 мм больше диаметра контактного стержня.
4. Допускается крепление кольца однопроволочных проводов сечением до 10 мм^2 в контактном зажиме выполнять плоскими шайбами, с обязательной установкой направления свивки кольца в сторону заворачивания резьбового соединения.
5. Проводные соединения длиной более 30 мм должны быть выполнены изолированным проводом. Соединения длиной менее 30 мм, а также, вне зависимости от длины, заземляющие перемычки и провода цепей, подключенных к корпусу, могут быть выполнены голым проводом.
6. Необходимо следить, чтобы номинальные параметры (ток силовых и блокировочных контактов, напряжение катушки) соответствовали условиям работы.
7. Рекомендуется чтобы процесс пуска или останова был виден с места управления, иначе предусматривается сигнализация о предстоящем пуске или кнопка «стоп» у рабочей машины.
8. При работе пускатель не должен издавать значительного шума.
9. При защите силовых цепей электродвигателя предохранителями катушка магнитного пускателя должна быть включена на междуфазное напряжение.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Проверить исправность приспособления для определения начал и концов жил кабеля. Для этого замыкаем его зажимы между собой, при этом должна загореться контрольная лампа.

Произвольно пронумеровать зажимы клеммника X5 контрольного кабеля. При определении начал и концов контрольного кабеля один студент, присоединяет зажим приспособления к первому зажиму клеммника X5 на лабораторном стенде, а второй поочередно касается зажимов кабеля на клеммнике X6 стенда до тех пор, пока не загорится контрольная лампа. Таким образом определяют номер зажима на клеммнике X6, соответствующий прозваниваемой жиле. Номер зажима заносится в таблицу 1.

Таблица 1 –Результаты определения начал и концов контрольного кабеля

Номер зажима клеммника X5					
Номер зажима клеммника X6					

Номера жил на клеммниках X5 и X6 проставить на подготовленной заранее схеме электрических соединений. Изучить правила монтажа магнитных пускателей и произвести монтаж установки в соответствии со схемой электрических соединений и таблицей определения начал и концов контрольного кабеля.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть представлены: название и цель работы, краткие теоретические сведения, схема электрическая принципиальная и схема электрических соединений для включения электродвигателя с двух рабочих мест. Студенты должны знать ответы на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Где используются контрольные кабели и в чем различие между контрольными и силовыми кабелями?
2. Как обозначаются соединительные провода, жилы кабелей и зажимы клеммников при монтаже электрических схем?
3. Подробно объясните работу схемы (рисунок 2) при включении и отключении электродвигателя с любого рабочего места.
4. Объясните методику выполнения схемы электрических соединений на примере схемы лабораторной работы.
5. Перечислите основные правила монтажа магнитных пускателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пястолов А.А., Мешков А.А., Вахрамеев А.Л. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования. – М.: Колос,1981.
2. Прищеп Л.Г. Учебник сельского электрика. – М.: Колос,1981.
3. Каминский Е.А. Практические приемы чтения схем электроустановок. – М.: Энергоатомиздат,1988.
4. Коломиец А.П. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин – Москва: КолосС, 2008. – 351с.
5. Сибикин Ю.Д. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – Москва: ФОРУМ, 2014. – 352 с.
6. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011. – 688 с.

7. Назаров В.Н. Монтаж, наладка, эксплуатация систем автоматизации: учебное электронное издание / В.Н. Назаров, А.А. Третьяков, И.А. Елизаров, В.А. Погонин – Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018. –249 с.

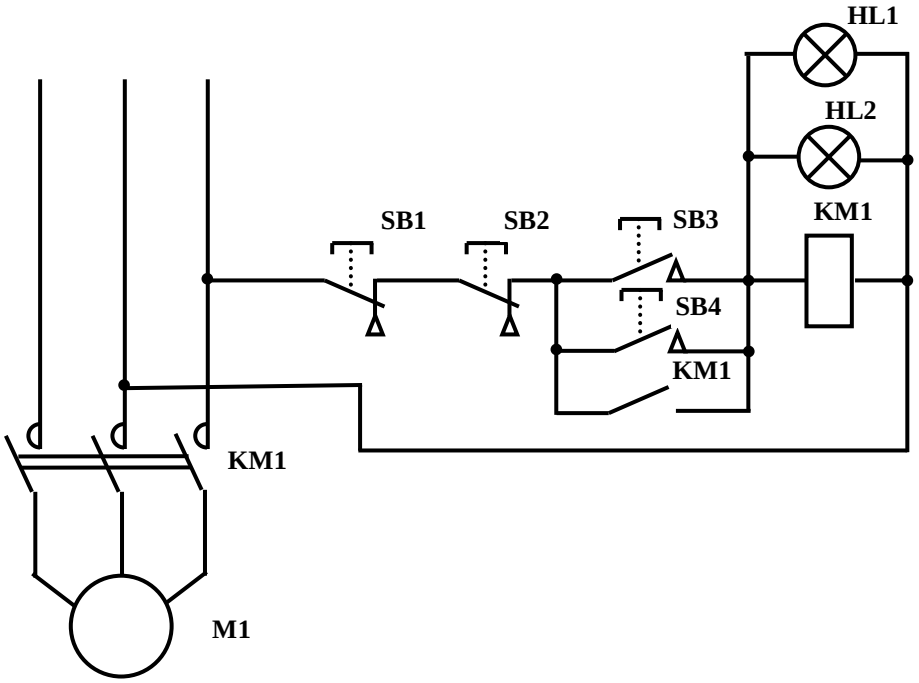


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная управления электродвигателем двух рабочих мест

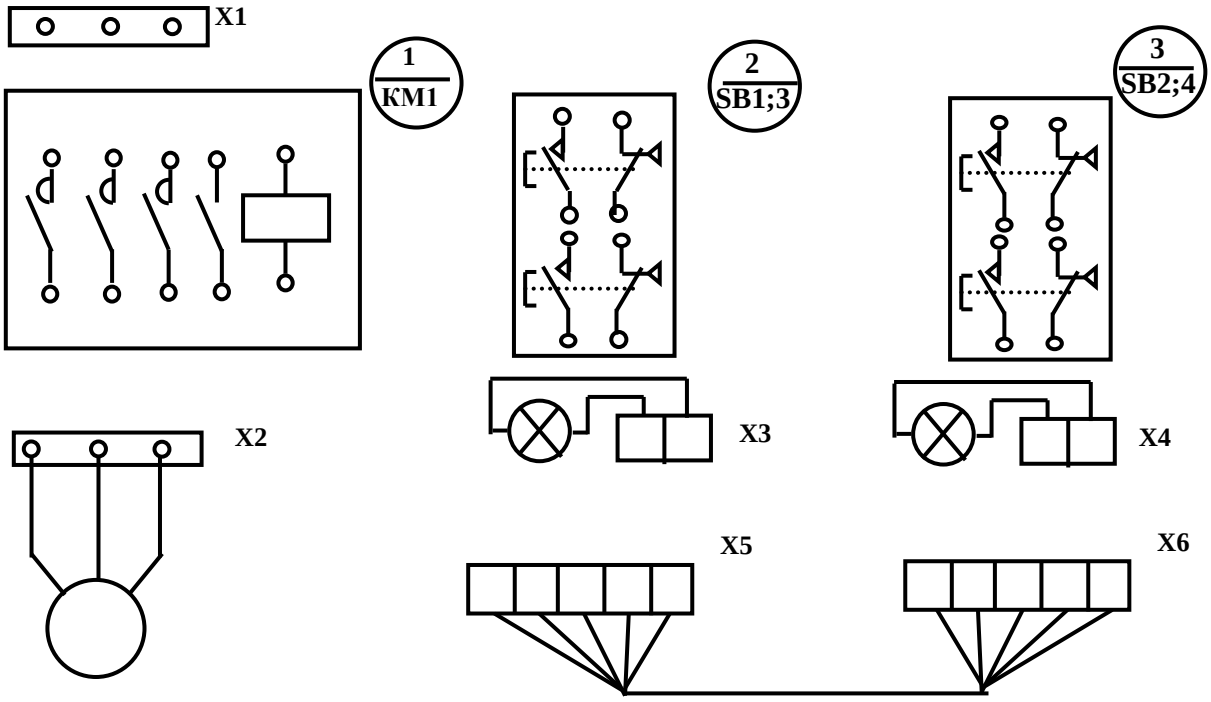


Рисунок 2 – Схема расположения элементов на лабораторном стенде цепи управления электродвигателем с двух рабочих мест

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

МОНТАЖ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы: Освоить правила и приемы монтажа асинхронных двигателей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Объем и содержание работ по монтажу электрической машины в основном определяется ее мощностью, габаритом, способом поставки и формой исполнения.

По мощности электрические машины можно разделить на машины *малой мощности* (до 50 кВт), *средней мощности* (от 50 до 500 кВт) и *большой мощности* (от 500 кВт и более).

В зависимости от мощности, габаритов и назначения электрические машины выполняются с выносными (отдельно стоящими) подшипниками или с подшипниками, встроенными в лобовые щиты (китовыми). Габариты электрических машин зависят от их мощности и частоты вращения, чем меньше частота вращения, тем больше размеры и масса машин.

По способам защиты от механических повреждений, пыли и влажного воздуха электрические машины подразделяют на: *открытые, закрытые* и *защищенные*.

По способу охлаждения электрические машины подразделяют на машины с естественным охлаждением, самовентиляцией, наружной самовентиляцией и посторонним охлаждением.

В сельском хозяйстве наибольшее распространение нашли электродвигатели единой серии А, АО, А2, А02, 4А, АИР. Буквенные обозначения двигателей единой серии расшифровываются так: А, А2, 4АН – двигатели с чугунным корпусом, защищенного исполнения; АО, А02, 4А – с чугунным корпусом, обдуваемые (то есть закрытого исполнения с охлаждением и обдуванием снаружи); АОЛ, АОЛ2, 4АХ – двигатели с алюминиевым корпусом, обдуваемые. В обозначении типа (серии) электродвигателя А и А2, кроме буквенных символов после первого дефиса (короткой черточки) указано двузначное число и после второго – цифра.

Число после первого дефиса обозначает типоразмер: первая цифра – порядковый номер наружного диаметра сердечника (габарит), а вторая – номер длины электродвигателя. После второго дефиса указано число полюсов на фазу.

У двигателей серии 4А в обозначении двузначная или трехзначная цифра обозначает высоту оси вращения (мм). Следующая далее буква S обозначает короткую длину станины, буква М – среднюю, а L – длинную. Цифра после этих букв указывает число полюсов на фазу. IP-54 – степень защиты электродвигателя (IP – INTERNATIONAL PROTECTION) от прикосновения

к токоведущим или движущимся частям и от проникновения внутрь твердых предметов и пыли (первая цифра), а также от проникновения внутрь воды (вторая цифра).

Подготовка электродвигателя к монтажу

Перед доставкой электродвигателя к месту установки производят его осмотр. При этом внимательно изучают паспорт электродвигателя. Паспорт в виде металлического щитка укреплен на корпусе двигателя. В паспорте короткозамкнутого трехфазного асинхронного электродвигателя указано следующее:

тип двигателя; заводской номер; род тока; частота; схема соединения фаз; номинальные значения мощности, напряжения, тока; частоты вращения; коэффициент полезного действия; коэффициент мощности; год выпуска; масса машины; номер стандарта; класс изоляции.

Работы по монтажу электрических машин связаны с большим количеством измерений. Простейшие линейные измерения при монтаже электрических машин выполняют при помощи стальных линеек с делениями, складных метров или рулеток. Точные измерения длин, диаметров и зазоров выполняют многомерным инструментом: штангенциркулями, микрометрами, скобами с отсчетным устройством, микрометрическими нутромерами, специальными клиновыми и пластинчатыми щупами.

Штангенциркулями измеряют наружные и внутренние диаметры, а также длину деталей размером до 2000 мм.

Микрометры применяют для измерений наружных диаметров и длины деталей размеров до 600 мм.

Скобы с отсчетным устройством используют для измерений наружных диаметров и длины деталей размером до 1000 мм.

Микрометрические нутромеры предназначены для измерений внутренних диаметров. Нутромеры выпускают с пределами измерений от 50-75 мм до 400-10000 мм. Нутромеры с пределами измерений 1250-4000 и более имеют две головки, микрометрическую и микрометрическую с индикатором.

Щупы применяют для измерений различных зазоров.

При монтаже электрических машин наибольшее применение получили специальные, клиновые и пластинчатые щупы. Специальные щупы используют для измерения больших зазоров (10-20 мм) между ротором и статором.

Клиновые щупы применяют для измерений зазоров от 0,5 до 12 мм с точностью измерений до 0,1 мм.

Пластинчатые щупы предназначены для измерений зазоров между плоскостями полумуфт центрируемых валов, а также между конусом стержня индикатора (или штифта центровочной скобы) и обводов полумуфты.

При монтаже электрических машин применяют также ряд специальных инструментов и приборов, в том числе механизированные шаберы, уровни, счетчики оборотов, тахометры, индикаторы, виброметры, вибрографы, мегомметры.

Машины, прибывшие с завода-изготовителя в собранном виде, на месте монтажа перед установкой не разбирают. Если нет уверенности в том, что во время транспортировки и хранении машины после заводской сборки она осталась неповрежденной и незагрязненной, то необходимость и степень разборки машины отмечают в акте, составленном компетентными представителями заказчика и монтажной организации.

Осмотром, устанавливают, не имеет ли электродвигатель поломок. Обо всех обнаруженных дефектах электромонтажник ставит в известность бригадира, мастера или руководителя монтажа.

В случае, если электродвигатель не имеет наружных повреждений, очищают его внутренние части. Для этого пользуются сжатым воздухом. Предварительно проверяют подачу по трубопроводу сухого воздуха, для чего струю направляют на какую-нибудь поверхность или на ладонь руки. При проверке ротор проворачивают от руки, проверяя свободное вращение вала в подшипниках.

Измерение сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции $R_{из}$ и коэффициент абсорбции $К_{абс}$ важные характеристики состояния изоляции электрических машин и аппаратов, и их измерение необходимо при всех испытаниях изоляции.

У электродвигателей трехфазного тока с короткозамкнутым ротором измеряют сопротивления изоляции только обмоток статора по отношению к земле (корпусу) и друг к другу. Для измерений сопротивления применяется мегомметр на 500 В.

Сопротивление обмоток при рабочей температуре двигателя должно быть не менее величины 1 МОм.

Измерения сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции производятся с помощью мегомметра.

Перед началом измерения прибор проверяется замыканием зажимов З и Л накоротко. Стрелка при измерении согласно заводской инструкции должна устанавливаться против деления шкалы 0. После удаления закоротки стрелка прибора должна установиться против деления ∞. Перед измерением объект заземляют на 2-3 минуты для снятия остаточных зарядов, которые могут влиять на показания приборов. После подготовки объекта и проверки мегомметра производят измерения.

Если выведены только три конца обмотки, то измерения производят только по отношению к земле (корпусу).

Если сопротивление изоляции меньше требуемого, электродвигатель подвергают тщательному осмотру и выясняют, чем вызвано низкое сопротивление изоляции. При незначительном повреждении изоляции ремонт выполняют при осмотре на месте. В случае же серьезных повреждений изоляции, особенно обмоток, электродвигатель отправляют для ремонта на завод или специальную мастерскую. Когда выясняется, что электродвигатель поврежде-

ний изолирующих прокладок и обмоток не имеет и все же показывает низкое сопротивление изоляции из-за ее влажности, машину подвергают контрольному прогреву или сушке.

После проверки электродвигатель, полностью подготовленный к включению в работу, доставляют к месту установки и производят его монтаж.

Монтаж крупных электрических машин предусматривает подготовку фундаментов и оснований, разгрузку и подготовку к монтажу прибывшего оборудования, установку подшипниковых стояков, установку статоров и роторов (якорей), пригонку подшипников скольжения, насадку полумуфт или шкивов, выверку воздушных зазоров и пробный пуск машины. Для выполнения этих работ применяются приспособления: для выемки ротора из статора и обратной его установки в статор для насадки и снятия муфт, шкивов, подшипников качения; клиновые домкраты для регулирования высоты фундаментных рам; приспособления для подъема конца вала, приспособления для центровки валов; пневмоинструменты; механизмы для шлифовки, приточки и продораживания коллекторов, пылесосы, а также такелажные механизмы и приспособления.

Все механизмы, приспособления и инструменты должны быть в полной исправности.

Подъем электрических машин с помощью грузоподъемных машин и механизмов разрешается только за предназначенные для этого детали (рымболт, кронштейн и т.д.), так как нарушение этого правила может вызвать падение поднятого груза, увечье людей и повреждении машин. Проверка воздушных зазоров, замена смазки в подшипниках, подгонка и регулировка щеток и измерение сопротивления изоляции обмоток электрических машин должны производиться при снятом с них напряжении, то есть при отключенном пускателе, снятых плавких вставках предохранителей на питающей линии и с непременным вывешиванием запрещающего включение плаката. Перед проверкой двигателя после монтажа необходимо проверить наличие заземления его корпуса, предупредить и удалить работающих с приводимого в действе механизма и поставить все постоянные ограждения.

Установка и крепление электродвигателей

Электродвигатели устанавливают непосредственно на полу на специальных конструкциях, прикрепляемых к междуэтажному перекрытию, на фундаменте и стенах.

Фундамент для установки электродвигателя должен выполняться по проекту. Двигатели до 5–7 кВт допускается устанавливать без фундаментов на станины машин, стены, полы, специальные конструкции.

При выполнении фундамента его масса должна быть в 10 раз больше массы электродвигателя, а для двигателей с частыми пусками или с ударной нагрузкой – в 20 раз.

Высота фундамента электродвигателя, несвязанного с рабочей машиной, должна быть выше отметки пола не менее чем на 50 мм.

Размеры фундамента должны выходить за габаритные размеры салазок на 150-200 мм.

Способы соединения электродвигателей с рабочими машинами и выверка валов при различных способах соединения

Электродвигатель, установленный на полу междуэтажного перекрытия, на конструкции или фундаменте, выверяют, соединяя его с проводимым им во вращение станком или механизмом. Соединение выполняется либо непосредственно при помощи муфт, либо через ту или иную передачу (зубчатую, ременную).

В настоящее время применяют ремни клиновидной формы (так называемая клиноременная передача). При всех способах соединения требуется проверка положения двигателя при помощи уровня в горизонтальной плоскости в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Для этого удобнее всего пользоваться "валовым" уровнем, то есть таким уровнем, который в основании имеет выемку в виде ласточкина хвоста. Такой уровень удобно накладывать непосредственно на вал электродвигателя. При выверке электродвигателя, устанавливаемого непосредственно на бетонном полу или фундаменте, под лапы электродвигателя подкладывают металлические прокладки для регулировки его положения в горизонтальной плоскости. Количество прокладок под одну лапу не должно превышать 3.

При ременной и клиноременной передачах необходимым условием правильной работы электродвигателя с приводимым им во вращение механизмом является соблюдение параллельности валов электродвигателя и вращаемого им механизма, а также совпадение средних линий по ширине шкивов. При одинаковой ширине шкивов и расстоянии между центрами валов до 1,5 м выверка производится с помощью стальной выверочной линейки. Линейку прикладывают так, чтобы линейка касалась двух шкивов в четырех точках.

При расстоянии между центрами валов более 1,5 м и при отсутствии выверочной линейки необходимой длины выверку электродвигателя производят с помощью струны и временно устанавливаемых на шкивы скоб.

При ременной и клиноременной передачах на вал электродвигателя приходится насаживать и снимать шкив. Снятие шкива производят при помощи специальных скоб. Наиболее удобными является универсальные съемники. Если шкив или шестерню снять с вала не удается, то подогревают их до 250-300°С пламенем газовой горелки, при этом вал охлаждают водой или сжатым воздухом.

Для снятия подшипников качения обычно применяют более простые съемники. При снятии наблюдают за тем, чтобы съемник нажимал на внутреннее кольцо подшипника качения и усилие при этом не передавалось на

шарики. Новый подшипник перед посадкой на вал тщательно промывают в бензине. Место посадки на валу тщательно очищают, промывают бензином и смазывают минеральным маслом. Подшипник перед посадкой прогревают в чистом минеральном масле с температурой 80-100°С. Посадку производят с помощью отрезка трубы (желательно медной), упираемой во внутреннее кольцо подшипника. Шкив, полумуфту, шестерню насаживают на вал с помощью специального винтового приспособления.

Выверку положения валов электродвигателя и вращаемой им машины при непосредственном их соединении муфтами выполняют посредством двух центровочных скоб, закрепляемых на валах электродвигателя и машины. Поворачивая одновременно валы электродвигателя и машины в одном и том же направлении, добиваются того, чтобы расстояния между скобами при соединении валов эластичными муфтами не изменились, а при соединении другими видами муфт разница в зазорах не превышала допустимых значений. Для этого под двигатель или машину подкладывают прокладки, сдвигают в сторону одну из машин до тех пор, пока расстояние между обоими остриями будет оставаться неизменным при любом положении одновременно поворачиваемых валов. Однако абсолютно точного совпадения осевых линий соединяемых валов практически достигнуть невозможно и этого не требуется для обеспечения нормальной работы привода, при которой вибрация машины не превышает норм. Практически всегда имеют место боковое и угловое смещения валов.

Допустимая несоосность валов на 100 мм диаметра:

Для жестких муфт	0,01-0,04 мм
Для упругих муфт	0,08-0,12 мм

Проверка схемы соединения обмоток электродвигателей

После выверки валов проверяют схему соединения обмоток электродвигателя.

Выводы обмоток у асинхронных трехфазных двигателей маркируют буквами С1, С2, С3, С4, С5, С6, С1, С2 и С3 – это "начала", а соответствующие им "концы" – С4,С5,С6. У многоскоростных двигателей первая обмотка обозначается как 1С1....1С6, а вторая – 2С1... 2С6 и т.д. В паспорте электродвигателя указывают обычно два напряжения, например, 127/220, 220/380, 380/660 В. Если линейное напряжение в сети совпадает с большим из напряжений, приведенных в паспорте электродвигателя, то обмотки соединяют в схему "звезда" (рисунок 1). Для этого выводы обмоток С4, С5, С6 сводят в одну общую точку, а выводы С1, С2, С3 подключают к трем фазам сети.

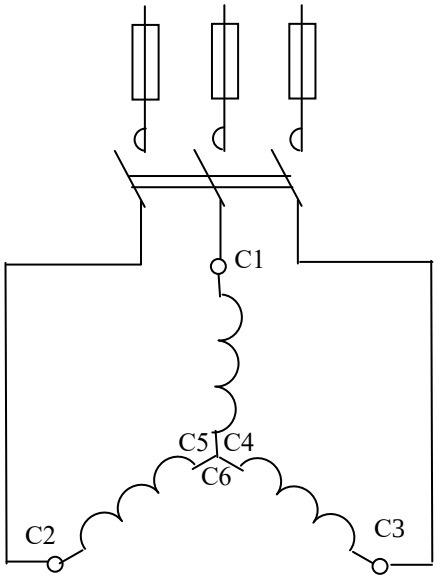


Рисунок 1 – Схема включения электродвигателя "звезда"

Если линейное напряжение в сети совпадает с меньшим, то применяют схему "треугольник", при которой конец первой фазной обмотки С4 соединяют с началом второй С2, конец второй С5 – с началом третьей С3, конец третьей С6 – с началом первой С1 и точки соединений подключают к фазам сети (рисунок 2).

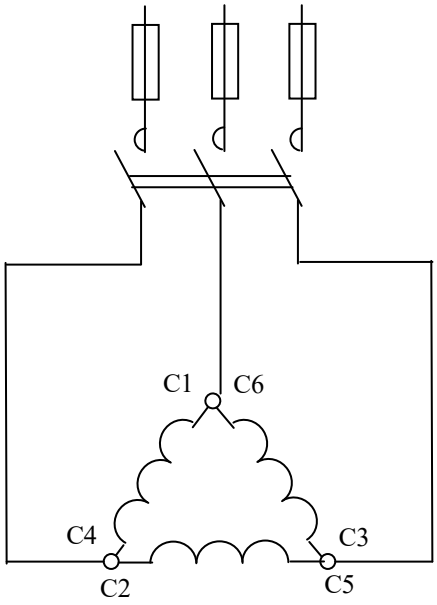


Рисунок 2 – Схема включения электродвигателя "треугольник"

После подключения двигателя к фазам сети производят пробный пуск, во время пробного пуска определяют направление вращения двигателя и работу самого двигателя.

Если маркировка выводов обмоток отсутствует или есть подозрение на ее правильность, перед включением электродвигателя в сеть опытным путем

определяют начала и концы обмоток. Для электродвигателей мощностью выше 30 кВт такая проверка необходима даже при заводской маркировке начал и концов обмоток.

Прежде всего при помощи контрольной лампы или иным способом определяют пары выводов, принадлежащие отдельным фазным обмоткам. После этого определяют согласованные выводы – начала и концы обмоток, пользуясь, как, правило, одним из трех известных методов: метод трансформации, метод подбора концов и метод открытого треугольника.

Метод трансформации

В одну из фазных обмоток включают лампу или вольтметр, а две другие соединяют последовательно и включают в сеть 220В. Если конец одной обмотки соединен с началом другой, то на третьей обмотке наводится ЭДС, что зафиксирует контрольная лампа или вольтметр. Если в общей точке соединенных обмоток окажутся два конца или два начала, то в третьей обмотке ЭДС не наводится. В этом случае надо поменять местами выводы одной из обмоток фазы, последовательно соединенных обмоток (при этом совершенно безразлично, какой из встретившихся выводов обозначить "начало", а какой "конец").

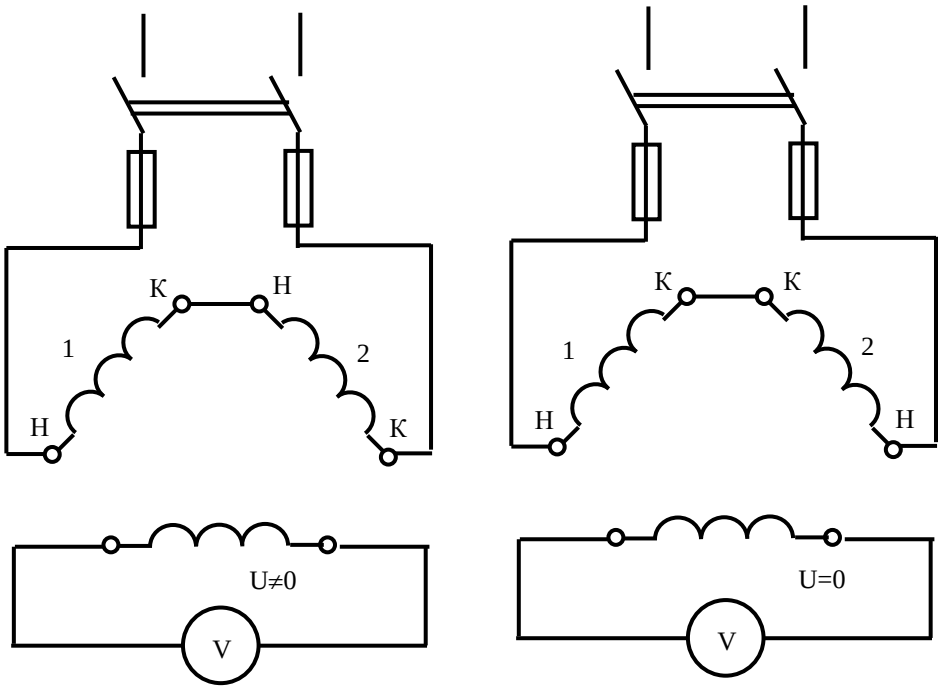


Рисунок 3 – Схема определения начал и концов обмоток методом трансформации

Затем собирают схему для определения начала и конца в третьей обмотке при этом лампу (или вольтметр) включают на одну из двух обмоток с уже согласованными выводами.

Метод подбора концов

Этим методом удобно пользоваться при определении начал и концов обмоток у двигателей мощностью до 3–5 кВт. По одному из выводов от каждой обмотки соединяют в общую точку, а другие выводы включают в сеть. Если в общей точке оказались все три начала или конца, то электродвигатель будет работать нормально. Тогда выводы, подведенные к сети, помечают, например, как начала, а выводы, объединенные в общую точку, как концы. Если же в общей точке оказались, например, два начала и один конец, то электродвигатель сильно гудит и не набирает максимальные обороты. После этого меняют местами выводы любой обмотки и снова включают в сеть. Если же и вновь соединение не верное, то выводы этой обмотки возвращают на прежнее место, и меняют выводы следующей обмотки. Максимальное число опытов – четыре. Для электродвигателей мощностью более 5 кВт этот метод недопустим, так как большие токи, соизмеримые с пусковыми, могут вызвать повреждение изоляции как обмоток электродвигателя так и питающей сети.

Метод открытого треугольника

Для определения начал и концов обмоток этим методом необходимо подключить обмотки последовательно. Если в точках соединения обмоток (А и В по рисунку 4) сошлись начало и конец каждой обмотки, вольтметры (или лампы, подключенные параллельно обмоткам) покажут одинаковое напряжение на каждой обмотке. Если одна из обмоток "перевернута", напряжение на ней будет несколько больше, чем на двух других.

После того как определят начало и конец каждой обмотки, выводы обмоток закрепляют на доске зажимов и подключают двигатель к сети. Если двигатель вращается в заданном направлении, набрал полностью обороты и не гудит, то монтаж электродвигателя заканчивается.

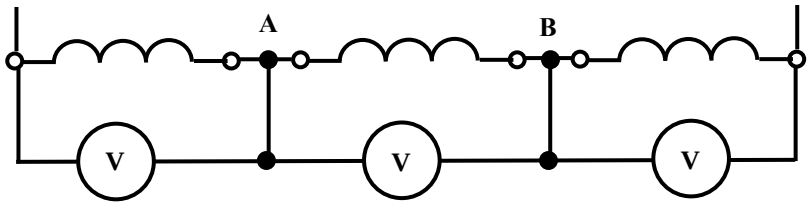


Рисунок 4 – Схема определения начал и концов обмоток методом открытого треугольника

Определение синхронной скорости асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором опытным путем

Для определения опытным путем синхронной скорости асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором можно использовать метод, основанный на остаточном магнетизме ротора. Для этого опыта необходим вольтметр постоянного тока с пределами измерений порядка 1–0,5 В. Вольтметр подключают к выводам одной обмотки или к двум любым выводам обмоток, соединенных по схеме «звезда» или «треугольник». Вал электродвигателя плавно проворачивают ровно на один оборот, считая количество отклонений стрелки вольтметра вправо и влево от нуля. Количество отклонений стрелки вольтметра вправо и влево от нуля равно числу полюсов (2P) статорной обмотки электродвигателя.

Теперь по известной формуле можно определить синхронную частоту вращения электродвигателя.

$$n_c = \frac{60f}{p}, \text{ об/мин},$$

где f – частота сети, Гц;

p – число пар полюсов статорной обмотки электродвигателя (то есть число полюсов, деленное на 2).

Следует иметь в виду, что номинальная частота вращения электродвигателя несколько ниже полученной синхронной (обычно на 3-8%) за счет скольжения ротора.

При монтаже электродвигателей, кроме описанных выше требований, должно быть учтено следующее.

Исполнение электродвигателя должно соответствовать среде, в которой он эксплуатируется.

Электродвигатели должны быть доступны для осмотра и замены, а также по возможности ремонта на месте монтажа.

Вращающиеся части электродвигателя, а также части, соединяющие электродвигатели с рабочими машинами и механизмами должны иметь ограждение или кожух для защиты от случайных прикосновений.

В сетях с глухозаземленной нейтралью корпуса электродвигателей зануляют путем присоединения к нулевому защитному PE проводнику.

Среднюю точку обмоток электродвигателя, соединенных звездой, не допускается подключать к любым цепям, кроме специальных реагирующих органов защиты.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Познакомиться с техническим паспортом электродвигателя и записать его в отчет.

Произвести внешний осмотр электродвигателя.

Измерить сопротивление изоляции обмоток электродвигателя.

Определить начала и концы обмоток электродвигателя одним из трех методов (по заданию преподавателя).

Соединить обмотки по схеме «звезда» и подключить электродвигатель к электрической сети.

Соединить обмотки по схеме «треугольник» и подключить электродвигатель к электрической сети.

Создать на двигателе левое и правое вращение.

Определить частоту вращения электродвигателя без подключения его к сети.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть представлены:

Схемы включения трехфазного асинхронного электродвигателя в сеть.

Способы определения «начал» и «концов» статорной обмотки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова последовательность монтажа асинхронных двигателей?
2. В чем заключается опасность включения в сеть электродвигателя с пониженным сопротивлением изоляции?
3. Назовите способы крепления электродвигателей.
4. Чем обусловлена необходимость центровки валов электродвигателя и рабочей машины?
5. Какими известными методами определяются начала и концы обмоток двигателя?
6. Назовите основные требования, которые необходимо учитывать при монтаже электродвигателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прищеп Н.А. Учебник сельского электрика / Н.А. Прищеп – М.: Колос, 1962. – 509 с.

2. Князевский Б.А. и др. Охрана труда в электроустановках. – М.: Энергия, 1977. – 309 с.

3. Каминский М.Л., Получанкин В.Т. Монтаж электрических машин. – М.: Энергия, 1974. – 285 с.

4. Коломиец А.П. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин – Москва: КолосС, 2008. – 351с.

5. Сибикин Ю.Д. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – Москва: ФОРУМ, 2014. – 352 с.

6. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011. – 688 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

МОНТАЖ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Цель работы: изучить порядок и правила монтажа электрических счетчиков активной и реактивной энергии. Усвоить правила установки, проверки и включения счетчика.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для измерений расхода электроэнергии в цепях переменного тока промышленной частоты применяются счетчики индукционного типа. Принцип действия индукционных счетчиков основан на взаимодействии магнитных потоков с индуктированными токами в подвижной части прибора. Подвижная часть выполнена в виде алюминиевого диска, укрепленного на оси.

Для учета электроэнергии в трехфазных трехпроводных цепях (без нулевого провода) применяются двухэлементные счетчики. Трехфазный двухэлементный счетчик состоит как бы из двух, помещенных в один корпус, однофазных счетчиков, вращающие элементы которых воздействуют на одну общую подвижную часть, соединенную со счетным механизмом.

Для учета электроэнергии в четырехпроводных цепях (с нулевым проводом) применяются трехэлементные счетчики. Такие счетчики имеют три элемента, воздействующие либо на три диска (например, в счетчике СА4-Т2), либо на два диска (например, в счетчике СА4-И672М).

На рисунке 3 приведена схема счетчика типа СР4У-И673М, предназначенного для учета реактивной энергии в трехпроводной сети. Как видно из схемы, на параллельные обмотки подаются напряжения "чужих" фаз.

Диск правильно включенного счетчика должен вращаться в направлении, указанном стрелкой. Для выполнения этого условия ток, подведенный к зажимам последовательной (токовой) обмотки счетчика, должен протекать от ее начала к концу.

Начало последовательной обмотки счетчика расположено на коробке зажимов слева и обозначается либо буквой Г (генератор), либо меньшим цифровым индексом, конец – либо Н (нагрузка), либо большим цифровым индексом.

При включении счетчика нужно соблюдать следующее правило: к началу последовательной обмотки счетчика подключается провод, идущий от генераторной точки цепи. Если счетчик включен через трансформаторы тока, то правило его включения можно сформулировать так: к началу последовательной обмотки подключается провод, идущий от зажима вторичной обмотки трансформатора тока, который однополярен с зажимом первичной обмотки, обращенным в сторону генераторной точки сети. При этом направление мощности, подведенной к счетчику, будет соответствовать тому, которое имело бы место при прямом включении счетчика в сеть.

Схема включения счетчика обычно бывает нанесена на крышке его зажимной коробки. Однако в условиях эксплуатации крышка может оказаться взятой со счетчика другого типа, поэтому схему, нанесенную на крышке, необходимо сверить с типовой схемой, а также с разметкой зажимов.

Точность учета электроэнергии во многом зависит от правильного выбора измерительных трансформаторов. У трансформаторов тока начало и конец первичной обмотки обозначены соответственно буквами $Л_1$ и $Л_2$, а начало и конец вторичной обмотки соответственно $И_1$ и $И_2$.

Счетчики устанавливают на вертикальной панели на высоте удобной для обслуживания и снятия показаний (1,5-1,9м).

Для счетчиков коммерческого учета в двери шкафа (щита) должно быть предусмотрено окно для снятия показаний счетчика без открывания дверей.

Вновь устанавливаемый счетчик должен иметь клеймо госповерки с давностью не более 12 месяцев для трехфазного счетчика и 2 лет для однофазного.

В трехфазных сетях учет должен осуществляться только трехфазными счетчиками.

Коммутационная и защитная аппаратура устанавливается за счетчиком перед нагрузкой.

Подводящие и питающие провода должны быть надежно закреплены в зажимной коробке, крышка коробки должна быть опломбирована.

При применении трансформаторов тока должны быть исключена возможность доступа к ним потребителей и иного неэксплуатационного персонала.

После установки и подключения счетчика производится проверка его цепи и правильности работы при включении.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Ознакомиться с устройством однофазного счетчика.

Собрать электрическую цепь включения однофазного счетчика.

Ознакомиться с устройством трехфазного счетчика активной энергии.

Собрать электрическую цепь включения трехфазного счетчика активной энергии.

Собрать электрическую цепь включения трехфазного счетчика активной энергии через трансформаторы тока.

Ознакомиться с устройством трехфазного счетчика реактивной энергии.

Собрать электрическую цепь включения трехфазного счетчика реактивной энергии.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть представлены: название и цель работы, краткие теоретические сведения, схема включения однофазного счетчика; схема включения трехфазного счетчика активной энергии; схема включения трехфазного счетчика через трансформаторы тока.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Правила и схема подключения однофазного (трехфазного) счетчика.
2. Почему фазный провод питающей сети должен подключаться к началу токовой обмотки однофазного счетчика?
3. Почему индукционные приборы предназначены только для цепей переменного тока?
4. Почему коммутационные аппараты должны быть установлены за счетчиком перед нагрузкой?
5. Назначение трансформаторов тока в схеме трехфазного счетчика активной энергии.
6. Основные требования к монтажу счетчиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коломиец А.П. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин – Москва: КолосС, 2008. – 351с.

2. Сибикин Ю.Д. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – Москва: ФОРУМ, 2014. – 352 с.

3. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011. – 688 с.

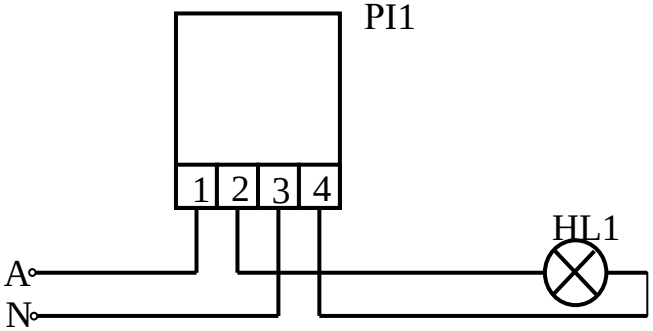


Рисунок 1 – Схема включения однофазного счетчика СО – И446

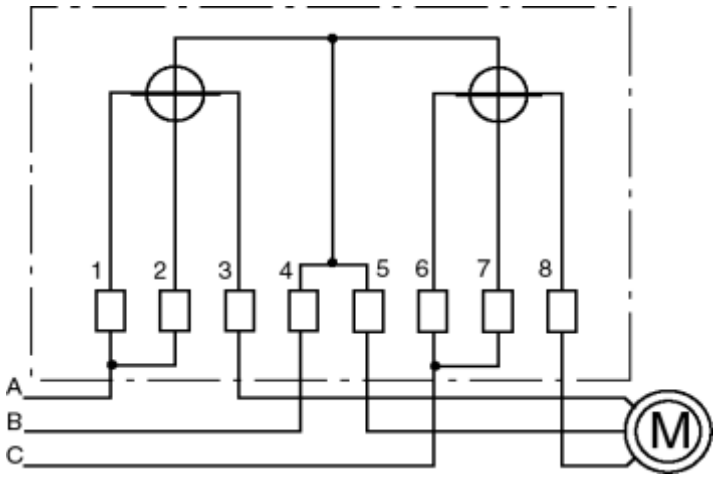


Рисунок 2 – Схема включения трехфазного счетчика активной энергии СА3–И670М

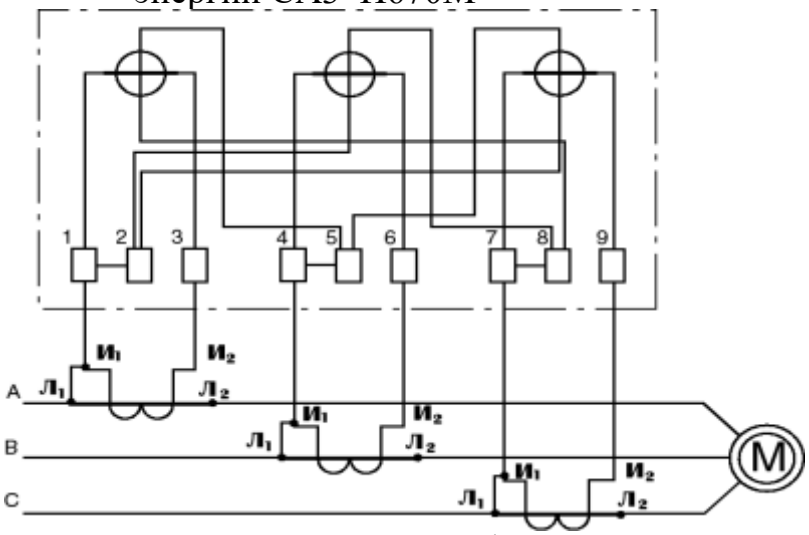


Рисунок 3 – Схема включения трехфазного счетчика реактивной энергии СР4У-И673М

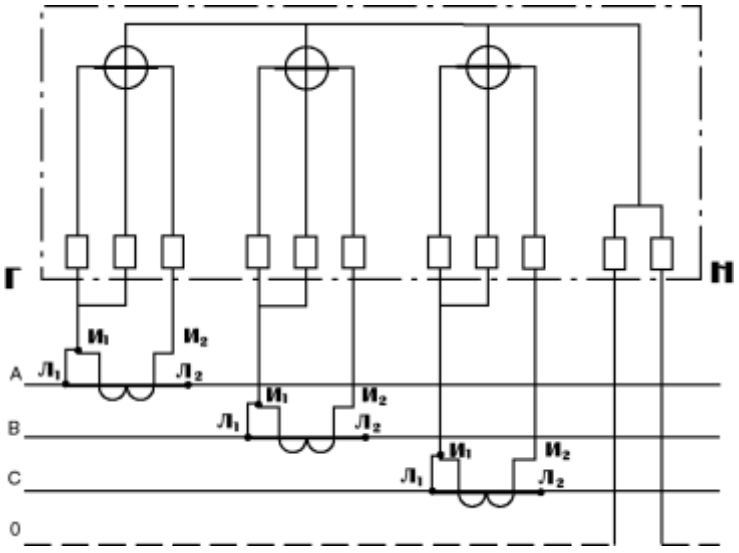


Рисунок 4 – Схема включения трехфазного счетчика активной энергии СА4У – И673М

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

МОНТАЖ СХЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы: Изучить назначение, общие принципы работы схем автоматического повторного включения потребителей в сетях до 1000 В. Получить основные навыки по монтажу схем автоматического повторного включения электродвигателей. Изучить устройство, назначение, основные принципы монтажа реле времени и указательных реле.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Сущность автоматического повторного включения (АПВ) состоит в том, что потребитель, отключившийся вследствие аварийного режима под действием устройств защиты, вновь включается под напряжение в автоматическом режиме. Если причина, вызвавшая отключение потребителя, исчезла, то он снова получает питание и остается в работе. В этом случае АПВ называется *успешным*, если же причина за период бестоковой паузы не исчезла, то АПВ будет *неуспешным*, то есть потребитель повторно отключится защитой. В некоторых случаях может применяться двух-, трехкратное АПВ: когда повторное включение происходит каждый раз после двух-, трех- последовательно следующих друг за другом отключений потребителя релейной защитой.

АПВ применяется для воздушных и кабельных линий электропередачи, секций и систем шин, двигателей, трансформаторов. Наиболее эффективными являются устройства АПВ для ВЛ высокого напряжения. В системах электроснабжения в основном применяют АПВ однократного действия как наиболее простые и дешевые. Эффективность АПВ однократного действия для ВЛ высокого напряжения в системах электроснабжения составляет 60-75%, то есть в 60-75% случаев при повреждениях и аварийных режимах за счет АПВ удается сохранить нормальное питание потребителей.

В данной лабораторной работе рассматривается лишь АПВ электродвигателей, которое применяется на двигателях ответственных электроприводов. В сельскохозяйственном производстве к ответственным электроприводам можно отнести электродвигатели вентиляторов крупных птицефабрик, мощные электродвигатели насосов оросительных систем и др.

К АПВ в общем случае предъявляются следующие требования:

- обеспечение ускоренного действия релейной защиты до и после действия АПВ;
- блокировка от многократного действия АПВ при устойчивых коротких замыканиях;
- автоматический возврат устройства АПВ в исходное состояние после его срабатывания;

- запрет на действие АПВ при работе некоторых видов релейной защиты и автоматики (в случае АПВ двигателей при коротком замыкании или перегрузке на самом электродвигателе);

- запрет на действие АПВ при оперативном отключении электродвигателя.

Для АПВ электродвигателей в зависимости от их конкретного исполнения первое и второе требования могут не применяться.

Схема устройства АПВ двигателя с включением магнитного пускателя после восстановления напряжения (рисунок 1) обеспечивает повторное включение электродвигателя при исчезновении и последующем восстановлении напряжения с любой длительностью в перерыве питания. Достоинством схемы является ее простота и надежность, однако, в некоторых случаях ее применение ограничивается условиями техники безопасности и требованиями технологического процесса.

Схема АПВ содержит магнитный пускатель КМ1, кнопки управления «стоп» SB1 и «пуск» SB2, реле времени КТ1, указательное реле КН1, тепловое реле КК1, а также ключ управления SA1.

Схема работает следующим образом. При исчезновении питания в силовой цепи катушка магнитного пускателя КМ1 не получает питание, и он отключает электродвигатель М1 своими контактами в силовой цепи. Катушка реле времени КТ1 также не получает питание, и с выдержкой времени реле размыкает свой замыкающий контакт КТ1 в цепи управления электродвигателя. Если питание схемы восстановилось за время меньшее выдержки времени реле, то катушка магнитного пускателя получит питание по цепи: SB1, SA1, КТ1, КН1, КК1 и магнитный пускатель, замыкая свои силовые контакты, включит электродвигатель, вспомогательные контакты КМ1 блокируют кнопку SB1.

При протекании тока по катушке указательного реле КН1 оно сработает, сигнализируя о действии АПВ, и разомкнет свой контакт КН1 в цепи катушки реле времени КТ1, обеспечив тем самым однократность АПВ. При необходимости сигнал о действии АПВ может транслироваться на оперативную панель при помощи свободного замыкающего контакта указательного реле КН1. Введение в работу устройства АПВ после его действия осуществляется квитированием (возвратом в исходное положение) указательного реле КН1. Если питание схемы восстанавливается за время большее выдержки времени реле КТ1, катушка магнитного пускателя не получит питание, и электродвигатель не включится, так как контакт КТ1 будет уже разомкнут.

При отключении электродвигателя за счет реле КК1 АПВ также запускается, однако повторное включение электродвигателя невозможно, так как цепь катушки магнитного пускателя будет разомкнута контактами теплового реле КК1.

Ключ управления SA1 осуществляет включение в работу устройства АПВ. Оперативное (по команде обслуживающего персонала) отключение электродвигателя возможно только после отключения устройства АПВ ключом SA1. При

необходимости схема управления электродвигателем М1 может быть использована без введения в работу устройства АПВ при отключенном ключе управления SA1.

В лабораторной работе на модели устройства АПВ использовано пневматическое реле времени типа РВП72 - 3222. Выдержка времени этого реле осуществляется за счет пневматического устройства содержащего резервуар с клапаном и дросселирующим отверстием и диафрагму, связанную через толкатель с сердечником реле. При срабатывании реле и втягивании сердечника толкатель, перемещая диафрагму, выдавливает из резервуара воздух через клапан. Толкатель при помощи рычага воздействует на переключатель без выдержки времени, размыкая и замыкая контакты реле времени. При отпускании реле времени сердечник перемещается в исходное положение мгновенно, толкатель же начинает перемещаться медленно, за счет того, что заполнение резервуара воздухом происходит через малое дросселирующее отверстие и разряжение в резервуаре препятствует перемещению толкателя. Переключение контактов в исходное положение осуществляется таким образом, с выдержкой времени, которая регулируется специальным винтом, изменяющим сечение дросселирующего отверстия. В конструкции реле времени предусмотрены также контакты, действующие без выдержки времени, связанные рычагом непосредственно с сердечником.

В указательном реле РУ-21 сигнал подается изменением цвета барабана в смотровом окне. Барабан выполнен со смещенным центром тяжести и в исходном положении удерживается защелкой на сердечнике реле. При срабатывании реле сердечник освобождает защелку, барабан поворачивается под действием силы тяжести и меняет цвет в смотровом окне. На барабане расположены контактные стержни, которые при повороте барабана размыкают и замыкают контакты реле. Поворот барабана в исходное положение осуществляется вручную при помощи рычага выведенного на переднюю панель реле. Возврат контактов в исходное положение осуществляется только после поворота барабана, то есть только вручную.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Познакомиться с конструкцией и принципом действия приборов и аппаратов, используемых в схеме АПВ (рисунок 1). Особое внимание обратить на указательное реле и реле времени.

При помощи тестера определить выводы контактов и катушек реле времени и указательного реле, используемых в схеме (рисунок 1).

Собрать цепь по схеме электрических соединений, выполненной при подготовке к лабораторной работе.

После проверки цепи преподавателем включить схему и проверить ее работоспособность следующим образом:

- имитировать отключение линии защитой и повторное включение линии через промежуток времени до 20 сек;

- имитировать отключение линии защитой и повторное включение линии через промежуток времени более 20 сек;

- имитировать отключение двигателя за счет теплового реле;

- имитировать неправильное оперативное отключение электродвигателя, выключив его кнопкой SB2 при включенном выключателе SA1;

- отключить схему кнопкой SB2 при отключенном выключателе SA1.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть представлены название, цель лабораторной работы, краткие теоретические сведения, схемы электрические принципиальные устройств АПВ электродвигателей, а также разработанная при подготовке схема электрических соединений устройства АПВ электродвигателя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое АПВ, для чего и с какой целью оно применяется?
2. Описать работу схем, изображенных на рисунках 1 и 2.
3. Объяснить конструкцию пневматического реле времени, используемого в лабораторной работе.
4. Объяснить конструкцию указательного реле, используемого в лабораторной работе.
5. Покажите выводные зажимы катушек, замыкающих, размыкающих и др. контактов изученных реле.
6. Допускается ли установка изученных реле времени и указательных реле на горизонтальных панелях?
7. Перечислите основные правила монтажа изученных реле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Т.1. Электроснабжение. /Под общей ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
2. Чунихин А.А. Электрические аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
3. Каминский М.Л., Каминский В.М. Монтаж приборов и систем автоматизации. – М.: Высш. шк., 1988.
4. Коломиец А.П. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин – Москва: КолосС, 2008. – 351с.
5. Сибикин Ю.Д. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – Москва: ФОРУМ, 2014. – 352 с.
6. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011. – 688 с.

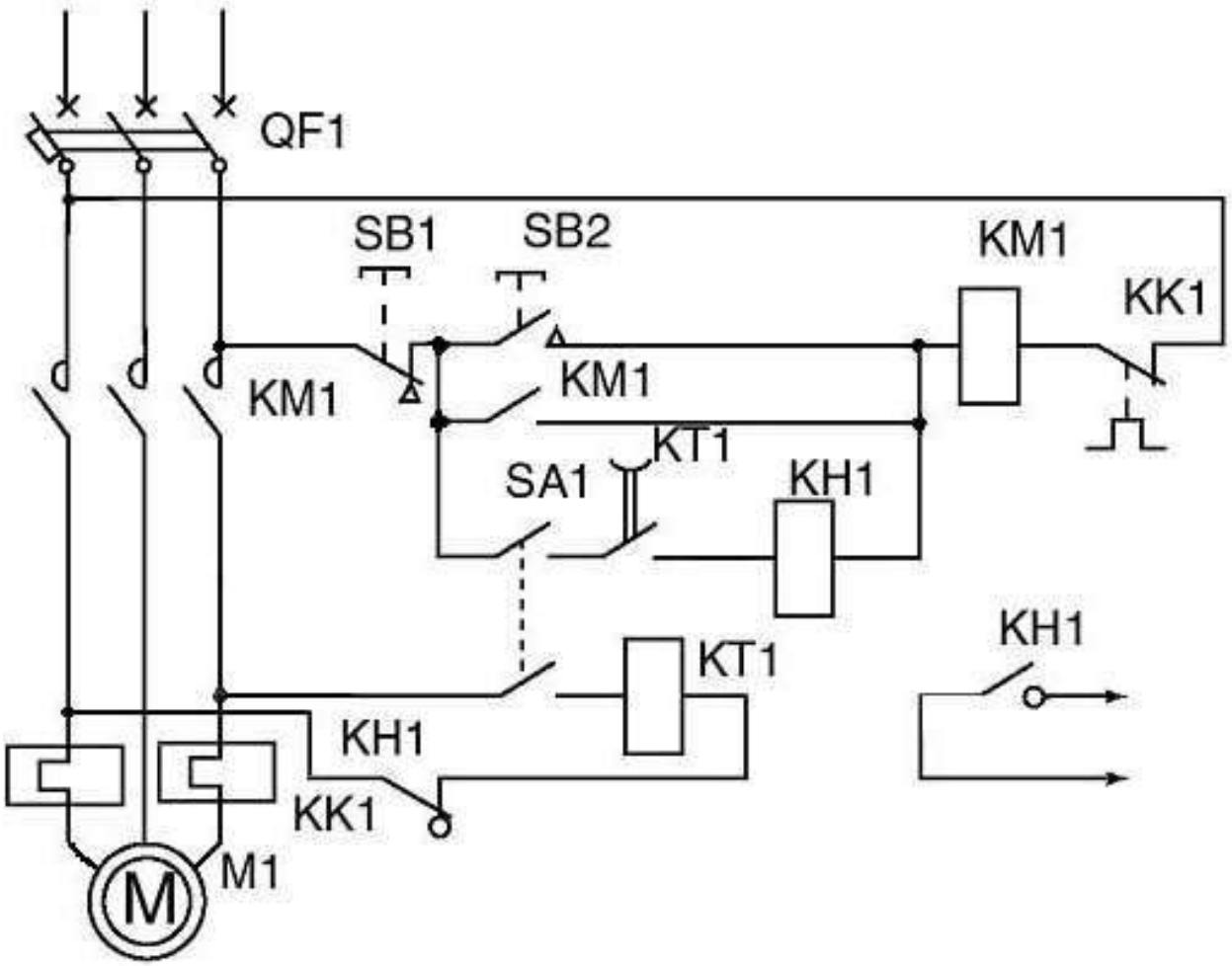


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная АПВ

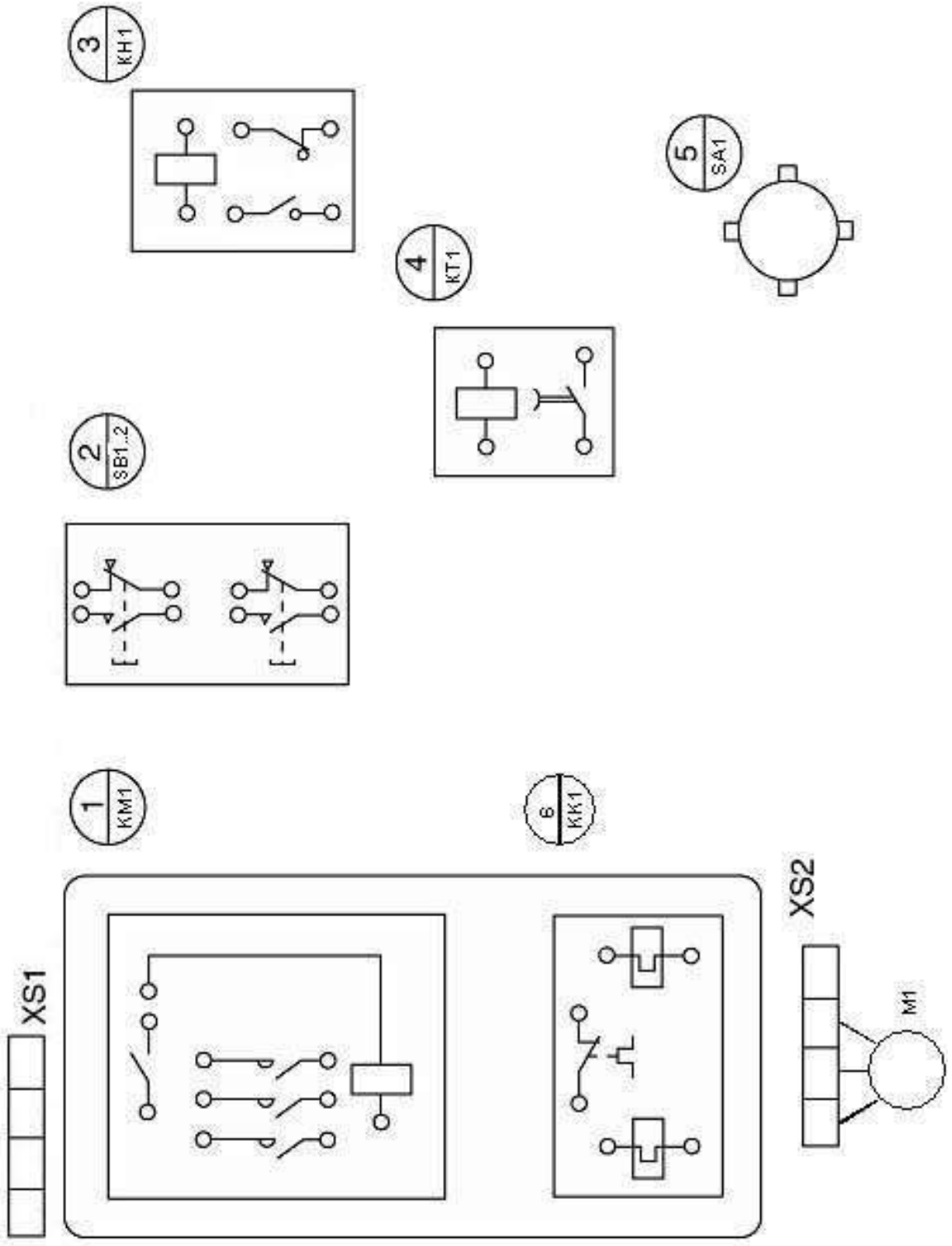


Рисунок 2 – Схема расположения элементов на стенде

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

МОНТАЖ СХЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ СКРЕБКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА

Цель работы: Изучить назначение, общие принципы работы схем автоматического управления электроприемниками при помощи путевых выключателей. Изучить общие правила монтажа, назначение, конструкцию, принцип работы путевых выключателей различного типа. Приобрести навыки монтажа путевых выключателей и электрических цепей автоматического управления с их использованием.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В цепях автоматического управления технологическими процессами часто используются путевые выключатели, необходимые для обеспечения своевременного отключения или переключения цепей по требованиям технологического процесса, а также с целью предотвращения аварийного или ненормального режима работы электрооборудования. Наиболее часто путевые выключатели используются в схемах управления подъемно-транспортными механизмами: лебедками, талями, транспортерами и т.п.

Путевые выключатели – простейшие аппараты автоматического управления, предназначенные для включения и отключения цепей управления электрических приводов в конце технологического процесса. Они приводятся в действие движущимися частями механизмов или специальными стопорами. Контактная система путевых выключателей предназначена, как правило, для коммутации слаботочных цепей. Частным случаем путевых являются конечные (концевые) выключатели, обеспечивающие коммутацию цепей только в крайних положениях хода рабочего органа.

По конструктивному исполнению путевые выключатели могут быть *нажимные (кнопочные)* и *рычажные*, реже применяются *шпиндельные* и *вращающиеся*. Кроме того по принципу действия можно выделить две группы путевых выключателей: безмоментного отключения и моментного отключения.

В выключателях *безмоментного отключения* скорость движения контактной системы пропорциональна скорости движения механизма, в выключателях *моментного отключения* скорость срабатывания не зависит от скорости перемещения механизма.

Если требуется производить переключения при движении рабочего органа с высокой точностью (0,3–0,7) 10^{-3}м, применяются путевые микропереключатели.

При большой длине хода рабочего органа применяются рычажные путевые переключатели.

Для повышения надежности и долговечности в качестве контактной системы в некоторых сериях выключателей (ВСГ) применяются герметичные магнитоуправляемые контакты – *герконы*.

В современных промышленных аппаратах и агрегатах используются также и бесконтактные путевые выключатели (серий ВПФ, БВК и др.) на полупроводниковой и микроэлектронной элементной базе.

Контактные путевые выключатели, как правило, снабжены двумя контактами с самовозвратом – замыкающим и размыкающим (может предусматриваться один переключающий контакт). Специальные конструкции выключателей могут иметь контакты без самовозврата или могут обеспечиваться большим количеством контактных групп. Конструктивно контактная система путевых выключателей практически идентична аналогичным конструкциям кнопочных выключателей.

При установке и монтаже путевых выключателей должны быть выполнены следующие требования.

1. Путевые выключатели устанавливаются в удобном для монтажа и ремонта месте.

2. Ввод проводов в путевые выключатели в сельскохозяйственных помещениях осуществляется, как правило, в трубах или металлорукавах.

3. Пространственное положение путевых выключателей – произвольное и определяется лишь требованиями правильного функционирования и безопасности.

4. При установке путевых выключателей должна быть исключена возможность попадания посторонних предметов, приводящих к неправильной работе цепи.

5. Соединительные провода должны быть проложены с запасом для повторного монтажа и ремонта и не должны передавать механическую нагрузку тяжения на корпус и контактную систему путевого выключателя.

6. Контактная система должна обеспечивать надежное электрическое соединение и возврат (если он предусмотрен конструкцией путевого выключателя).

7. В электрической схеме должны быть по возможности предусмотрены блокировки, исключающие возможные аварийные режимы и поломки путевых выключателей.

8. Приводная кнопка или рычаг путевого выключателя должны перемещаться свободно без заеданий, а возвратная пружина не должна создавать чрезмерного сопротивления.

В лабораторной работе для приобретения навыков монтажа используется схема автоматического управления электродвигателем скребкового транспортера, силовые цепи и цепи управления которой представлены на рисунке 1 и рисунке 2 соответственно.

Описание лабораторного стенда. Расположение аппаратов на лабораторном стенде следующее: кнопочная станция с кнопками "пуск" и "стоп", магнитные пускатели и тепловое реле расположены на панели рабочего стола;

электродвигатель и два конечных выключателя расположены на панели двигателя, где смонтирована и модель транспортера. Соединительные провода от электродвигателя и конечных выключателей проложены в трубах к выводным зажимам клеммника XS1, размешенного на основной панели. Схема расположения аппаратов на лабораторном стенде приведена на рисунке 3.

Скребковый транспортер захватывает скребками и осуществляет перемещение рабочей массы только при движении в одну сторону. При движении транспортера в другую сторону скребки не захватывают рабочую массу и транспортер работает вхолостую. Таким образом осуществляется несколько циклов "работа – холостой ход" до перемещения всей рабочей массы к месту выгрузки.

Для обеспечения циклов "работа – холостой ход" в силовой цепи реверс электродвигателя М1 осуществляется силовыми контактами магнитных пускателей КМ1 и КМ2, которые подают питание на электродвигатель М1. Реверс осуществляется изменением чередования.

Подача напряжения и защита цепи от коротких замыканий осуществляется автоматическим выключателем QF1. Защиту электродвигателя и силовых цепей от перегрузки осуществляет тепловое реле КК1. Описание работы схемы приведено в приложении.

При подготовке к работе необходимо изучить теоретические сведения по /1,2,3/, разработать схему электрических соединений автоматического управления электродвигателем скребкового транспортера, используя схему расположения элементов устройства, изображенную на рисунке 3, и схему электрическую принципиальную, изображенную на рисунке 2.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Познакомиться с конструкцией, принципом действия путевых выключателей. Особое внимание обратить на выключатели, используемые в лабораторной работе.
2. Изучить работу схемы автоматического управления скребковым транспортером.
3. Познакомиться с моделью лабораторной установки. При помощи тестера произвести маркировку выходных зажимов замыкающих и размыкающих контактов конечных выключателей на клеммной колодке XS1.
4. Собрать цепи управления скребковым транспортером по схеме электрических соединений, разработанной в период подготовки к лабораторной работе.
5. После проверки цепи преподавателем, включить питание стенда и проверить работоспособность схемы следующим образом:
   - запустить транспортер кнопочным выключателем SB2 и наблюдать за правильностью его движения в прямом и обратном направлении;
   - проверить правильность действия блокировок, нажимая кнопки SB3(SB4) при работающем пускателе KM1(KM2);

- проверить невозможность отключения схемы кнопкой SB1 в крайнем положении транспортера и отключить транспортер кнопкой SB1 в промежуточном положении;
- включить транспортер одной из кнопок SB2 или SB3, имитировать работу теплового реле КК1, проверив надежность отключения электродвигателя защитой;
- нажав кнопку возврата теплового реле, включить транспортер и проверить надежность его отключения автоматом QF1.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть представлены название, цель работы, краткие теоретические сведения, схема электрическая принципиальная автоматического управления скребковым транспортером, а также разработанная схема электрических соединений.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение путевых выключателей.
2. Какие конструкции путевых выключателей Вам известны?
3. Перечислите и опишите принципы работы, используемые в различных конструкциях путевых выключателей.
4. Опишите работу схемы, изображенной на рисунке 3.
5. Перечислите основные правила монтажа путевых выключателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Монтаж и наладка оборудования животноводческих ферм. Под ред. В.И. Дубовика. – М.: Колос, 1977.
3. Кудрявцев И.Ф. и др. Автоматизация производственных процессов на фермах. – М.: Колос, 1976.
4. Коломиец А.П. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин – Москва: КолосС, 2008. – 351с.
5. Сибикин Ю.Д. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – Москва: ФОРУМ, 2014. – 352 с.
6. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011. – 688 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СХЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СКРЕБКОВЫМ ТРАНСПОРТЕРОМ

Начальная работа цепи управления (рисунок 2) зависит от исходного положения транспортера и соответствующего конечного выключателя SQ1 и SQ2.

Пусть транспортер находится в крайнем положении и нажимает на один из конечных выключателей, например SQ1, тогда контакт SQ1.1 замкнут, а SQ1.2 разомкнут. При включении питания автоматом QF1 через замкнутые контакты SQ1.1 по цепи SB1 – SQ2.2 – КМ2.2 – КК1 получает питание катушка магнитного пускателя КМ1. Магнитный пускатель КМ1 срабатывает, его катушка становится на самоудержание, получая питание по той же цепи, но через блокировочные контакты КМ1.1. Разомкнувшиеся блокировочные контакты КМ1.2 осуществляют блокировку от включения магнитного пускателя КМ2 при работающем КМ1. Этим предотвращается одновременное замыкание силовых контактов магнитных пускателей КМ1 и КМ2 (см. рисунок 1) и короткое замыкание в силовой цепи между фазами L1 и L3. Замкнувшиеся силовые контакты КМ1 обеспечивают подачу напряжения на электродвигатель М1. Электродвигатель включается, транспортер начинает движение и освобождает конечный выключатель SQ1, контакты которого возвращаются в положение, соответствующее рисунку 2, при этом, хотя контакты SQ1.1 разомкнулись, катушка КМ1 получает питание через блокировочный контакт КМ1.1. Рабочий элемент транспортера продолжает движение до тех пор, пока не переместится в другое крайнее положение и, воздействуя на конечный выключатель SQ2, не переключит его контакты. При этом конструкция выключателя такова, что сначала разомкнутся контакты SQ2.2, разорвав цепь питания катушки КМ1 и остановив электродвигатель. Замкнувшиеся затем контакты SQ2.1 подадут питание на катушку пускателя КМ2 по цепи SB1 – SQ2.1 – SQ1.2 – КМ1.2 – КК1. Магнитный пускатель КМ2 сработает, обеспечив реверс электродвигателя М1 и движение транспортера в другом направлении, по аналогии с описанным выше.

Транспортер будет перемещаться до крайнего положения и, воздействуя на конечный выключатель SQ1, переключит питание с пускателя КМ2 на КМ1, осуществляя реверс электродвигателя и обратное движение транспортера. Таким образом движение транспортера будет постоянно осуществляться в прямом и обратном направлении до тех пор, пока оператор не отключит схему управления кнопкой SB1. При этом любая из катушек магнитных пускателей КМ1 или КМ2 кратковременно не будет получать питание и цепь вернется в положение, соответствующее рисунку 2.

Нужно иметь ввиду, что отключение цепи управления кнопкой SB1 возможно лишь в промежуточном положении транспортера, так как в любом из конечных положений замкнут один из контактов SQ1.1 или SQ2.1, кото-

рые при отпускании кнопки SB1 запустят соответствующий магнитный пускатель КМ1 или КМ2. Если необходимо произвести отключение в одном из крайних положений (например, при заклинивании транспортера), надо воспользоваться автоматом QF1.

Тепловое реле КК1, воспринимающие элементы которого включены в силовую цепь электродвигателя М1, реагирует на перегрузку, возникающую при движении транспортера в любом направлении. При перегрузке реле КК1 срабатывает и своими блокировочными контактами в цепи управления прерывает питание любой из катушек магнитных пускателей КМ1 или КМ2.

Если питание автоматом QF1 подается на цепь в промежуточном положении транспортера (то есть положение элементов схемы цепей управления соответствует рисунку 2), то ни одна из катушек пускателей первоначально не получает питание, так как разомкнуты SQ1.1, КМ1.1, SQ2.2, КМ2.1, SB2 и SB3. Запуск транспортера производится в прямом или обратном направлении соответствующими кнопками "пуск" SB2 или SB3.

Размыкающие блокировочные контакты магнитных пускателей КМ1.2 и КМ2.2 обеспечивают блокировку от одновременного включения двух магнитных пускателей и возникновения короткого замыкания при ошибочных действиях персонала (нажатии кнопки "пуск" SB2 при работающем пускателе КМ2 или нажатии кнопки "пуск" SB3 при работающем пускателе КМ1).

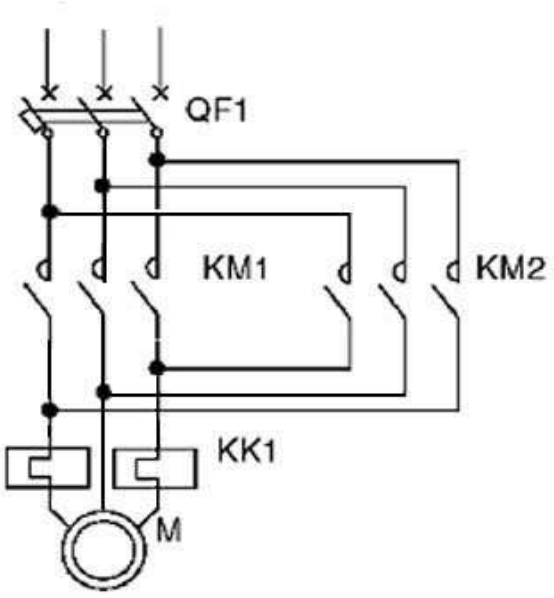


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная автоматического управления электродвигателем скребкового транспортера. Силовые цепи

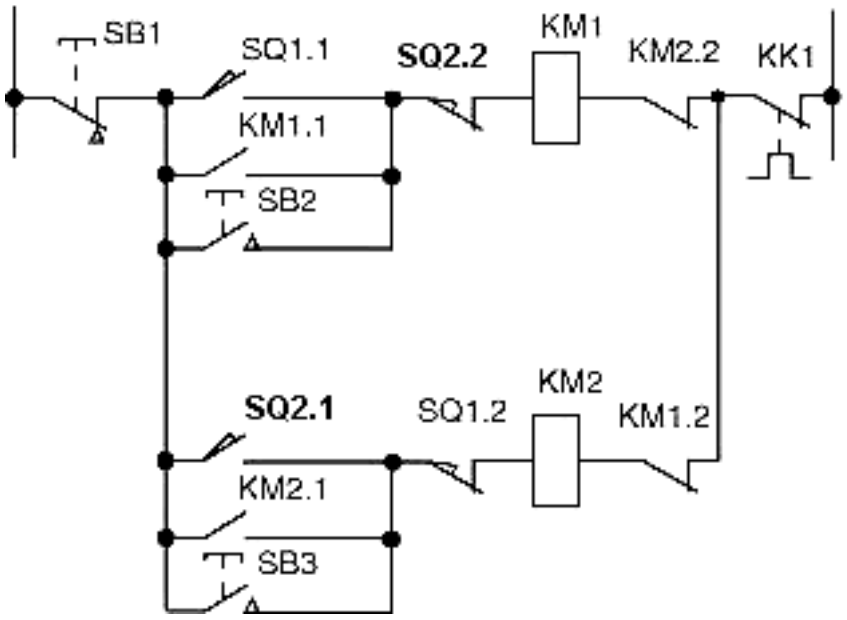


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная автоматического управления электродвигателем скребкового транспортера. Цепи управления

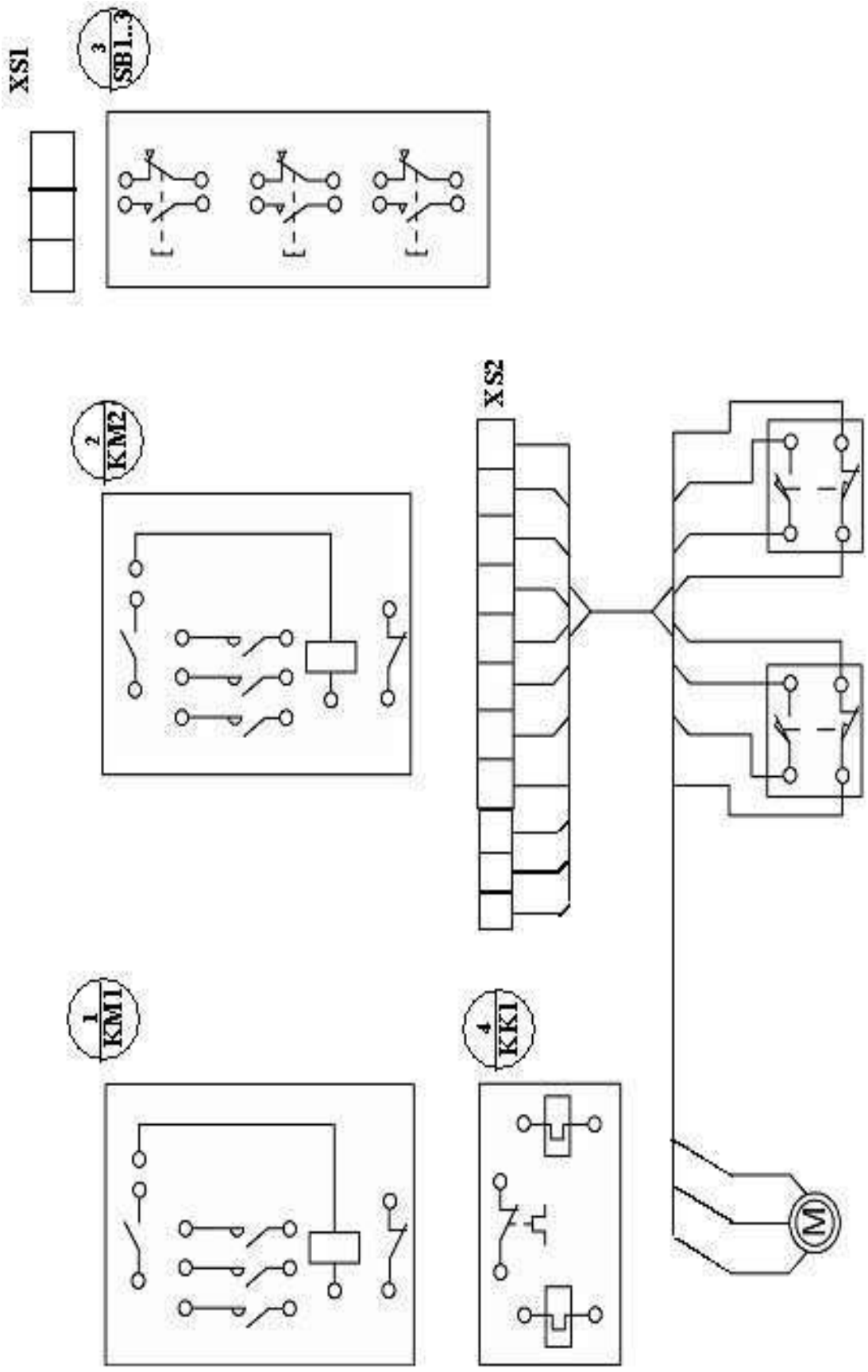


Рисунок 3 - Схема расположения элементов автоматического управления электродвигателем скребкового транспортера.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

МОНТАЖ ШКАФА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕМ КОРМОВ

Цель работы: Изучить конструкцию шкафа автоматического управления измельчителем кормов типа ИРМ и общие принципы монтажа шкафов автоматического управления, приобрести навыки по монтажу шкафа автоматического управления измельчителем типа ИРМ. Изучить особенности конструктивного исполнения и монтажа электромагнитных муфт управления.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Монтаж шкафов автоматического управления производят с учетом следующих требований.

Перед монтажом шкаф и его аппаратуру очищают от консервационной смазки, проверяют крепление аппаратуры, затяжку болтов и гаек, удаляют упаковочный материал, производят внешний осмотр и проверяют исправность и комплектность аппаратуры.

Установка шкафов управления производится в удобном для обслуживания месте, при этом максимальное расстояние от электродвигателей (др. рабочих машин) до торцевой или задней стенки шкафа – 1 м, до лицевой стенки с аппаратами ручного управления – 2 м.

При необходимости шкафы управления монтируются на стойках, обеспечивающих удобную высоту обслуживания, для аппаратов ручного управления 0,7–1,5 м. Кроме того, минимальное расстояние от пола до аппаратов, расположенных в шкафу и требующих обслуживания, должно быть – 0,5 м.

Внутри корпуса во избежание переувлажнения и чрезмерной коррозии металлических частей и контактных соединений закрепляют тканевый мешочек с селикагелем.

Ввод внешних соединительных проводов в шкафы, установленные в производственных помещениях, выполняется преимущественно снизу в трубе или металлорукаве. Вводы проводов в корпус шкафа должны быть тщательно уплотнены.

При значительном удалении шкафа управления от рабочей машины или расположении их в разных помещениях рекомендуется предусмотреть звуковой или световой сигналы о предстоящем пуске и около рабочей машины установку выносной кнопки ее аварийной остановки.

Сопротивление изоляции электрооборудования, смонтированного внутри шкафа, должно быть измерено мегоомметром на 1000 В и составлять не менее 1 МОм. Во время измерения сопротивления изоляции измерительные приборы, вспомогательные механизмы и электрическую аппаратуру, включенную последовательно в цепи измерения отключают.

Корпус шкафа управления в сетях с глухозаземленной нейтралью должен быть надежно занулен путем присоединения к защитному нулевому проводнику РЕ. Дополнительно к занулению может быть использовано заземление. Для присоединения цепи зануления используется специальный болт на корпусе шкафа или шина зануления.

В качестве примера шкафа управления автоматизации технологическим процессом в сельском хозяйстве в настоящей лабораторной работе рассмотрен стандартный шкаф автоматического управления измельчителем кормов типа ИРМ. Технологическая линия измельчителя представляет собой два взаимосвязанных агрегата: измельчитель кормов и бункер, из которого осуществляется загрузка измельчителя кормом.

Мощность реального электродвигателя измельчителя кормов ИРМ – 55 кВт, поэтому для уменьшения пускового тока в цепи автоматического управления предусмотрен автоматический запуск электродвигателя измельчителя с переключением со "звезды" на "треугольник" при помощи трех магнитных пускателей КМ1–КМ3 (см. рисунок 1). Время разгона электродвигателя по схеме соединения "звезда" до переключения на "треугольник" устанавливается электронным реле времени КТ1 (подробнее см. приложение с описанием работы схемы).

Для автоматического присоединения электродвигателя бункера к рабочему валу бункера предусмотрена электромагнитная муфта управления YC1. Электромагнитная муфта управления обеспечивает плавность передачи крутящего момента от электродвигателя к бункеру при запуске технологической линии.

Электромагнитные муфты, применяемые в автоматике в качестве исполнительного механизма, могут применяться для регулирования скорости, реверсирования или отсоединения выходного вала без остановки электродвигателя (при перегрузке измельчителя электромагнитная муфта отсоединяет бункер от электродвигателя, приостанавливая загрузку измельчителя). Сцепные муфты, как правило, обладают предохранительными свойствами. Они могут быть фрикционными, порошковыми, индукционными. В зависимости от исполнения и назначения муфт к их монтажу предъявляются различные требования.

Монтаж фрикционной муфты, которая используется в лабораторной работе, производится с соблюдением следующих требований:

Установленная на вал электродвигателя и рабочей машины муфта должна иметь доступ для осмотра и ремонта на месте установки.

Закрепление полумуфт на валах рабочей машины и электродвигателя должно быть выполнено жестким, как правило, не допускающим осевых перемещений.

Питающее напряжение к обмотке муфты подводиться только через специально предназначенные для этого контактные кольца и щетки.

При подключении питающих проводов должны быть приняты меры по предотвращению их повреждения вращающимися частями и случайного прикосновения к токоведущим частям.

Муфты, как правило, должны иметь защитный кожух, предотвращающий чрезмерное загрязнение контактных колец и щеток, а также случайное прикосновение к движущимся частям.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Познакомиться с конструкцией шкафа управления, представленного в аудитории.

Определить места расположения элементов схемы в шкафу управления и уяснить их назначение в соответствии со схемой электрической принципиальной.

Определить к каким выводным зажимам в шкафу управления подключаются: электродвигатель измельчителя, электродвигатель бункера, электромагнитная муфта управления, звуковой сигнал?

Используя схему электрическую принципиальную, нарисовать схему расположения элементов в шкафу автоматического управления с указанием мест подключения внешних проводов.

Познакомиться с конструкцией электромагнитной муфты управления, используемой в лабораторной работе.

Подключить к шкафу управления провода питающей сети, а также электродвигатель измельчителя, электродвигатель бункера, электромагнитную муфту управления и звуковой сигнал.

После проверки цепи преподавателем, включить питание стенда и под руководством преподавателя проверить работоспособность схемы следующим образом:

- включить автоматический выключатель QF1 при открытой двери шкафа, осветительная лампа EL1 должна загореться, включить автомат QF2 и закрыть дверцу шкафа, после закрытия дверцы, лампа EL1 должна погаснуть;
- перевести пакетный выключатель SA1 в положение "работа" и, нажав кнопку "пуск" SB1, наблюдать за работой схемы управления;
- после переключения электродвигателя M1 со "звезды" на "треугольник" включить электродвигатель M2, нажав кнопку "пуск" SB4;
- под руководством преподавателя создать имитацию режима перегрузки (сначала кратковременной, затем длительной) электродвигателя M1 и проконтролировать при этом работу электромагнитной муфты YC1;
- отключить электродвигатели M2 и M1 кнопками SB3 и SB2;
- перевести пакетный выключатель SA1 в положение "наладка" и проконтролировать работу схемы под руководством преподавателя.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть представлены название, цель лабораторной работы, краткие теоретические сведения, схема электрическая принципиальная автоматического управления измельчителем.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Какие элементы автоматизации использованы в изученном шкафу управления?

Какие функции выполняет электронное реле времени в шкафу автоматического управления?

Покажите каждый элемент схемы в шкафу управления и кратко поясните его назначение.

Какие требования должны быть учтены при монтаже и подключении шкафа управления?

Как правильно произвести измерение сопротивления изоляции электрооборудования в шкафу управления?

Какие требования должны быть учтены при монтаже и подключении электромагнитной муфты управления?

Как и к каким зажимам можно подключить при необходимости выносную кнопку аварийного отключения?

К каким выводным зажимам присоединяются внешние провода от источника питания, электродвигателя бункера, электродвигателя измельчителя, электромагнитной муфты, звукового сигнала?

Почему от электродвигателя бункера к шкафу управления проложено 3 провода, а от электродвигателя измельчителя – шесть?

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернышев В.О., Лившиц Л.С. Автоматизация животноводческих ферм и комплексов. – Мн.: Ураджай, 1982.

2. Ряховский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам. – Л.: Политехника, 1991.

3. Каминский М.Л.. Каминский В.М. Монтаж приборов и систем автоматизации. – М.: Высш.шк.,1988.

4. Коломиец А.П. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин – Москва: КолосС, 2008. – 351с.

5. Сибикин Ю.Д. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – Москва: ФОРУМ, 2014. – 352 с.

6. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011. – 688 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Рассмотрим работу схемы цепи управления. Питание на схему подается автоматом QF1 и автоматом QF2. Схема запускается кнопкой SB1 при условии, что замкнут контакт S1.1., (замыкающий контакт путевого выключателя, установленного на двери шкафа, замкнут когда дверь закрыта). При нажатии кнопки SB1 получают питание следующие аппараты: промежуточное реле К1, которое через замыкающий блок-контакт К1 подает питание на цепь катушки реле времени КТ1. Через замыкающий контакт реле времени КТ 1.3 (цепь 8-22-29) получает питание катушка магнитного пускателя КМ2 (подготовка к включению электродвигателя на схему "звезда") и через контакт того же реле КТ1.2 (цепь8-9-11-5) и размыкающий контакт магнитного пускателя КМ1 получает питание звуковой сигнал НА1, сигнализирующий о начале работы и предупреждающий о включении электродвигателя измельчителя. Через выдержку времени (20с) контакт реле времени КТ1.2 переключается (цепь8-10-19) и подает питание через замыкающий блок-контакт магнитного пускателя КМ2 на катушку магнитного пускателя КМ1. КМ1 срабатывает и подает питание на электродвигатель измельчителя и он начинает разгоняться. Через замыкающие блок-контакты КМ1 катушка становится на самоудержание (цепь7-8-18-19). Через выдержку времени 50-90сек. переключается контакт реле времени КТ1.3 (цепь8-20-21), который отключает катушку КМ2 и подает через размыкающий блок-контакт КМ2 питание на катушку магнитного пускателя КМ3 (включение электродвигателя на схему "треугольник"). Замыкается замыкающий блок-контакт КМ3, подающий питание на катушку КМ3 и размыкается размыкающий контакт КМ3 в цепи катушки промежуточного реле К1. Катушка К1 обесточивается и размыкает свой контакт в цепи катушки реле времени.

Электродвигатель включен на рабочий режим. После запуска электродвигателя измельчителя, оператор включает электродвигатель бункера загрузки магнитный пускательКМ4, нажимая кнопку SB4. Одновременно с запуском электродвигателя бункера загрузки, через замыкающий блок-контакт КМ4, подается питание на трансформатор напряжения Т3, питающий через выпрямительный мост электромагнитную муфту сцепления. Электромагнитная муфта подключает электродвигатель к бункеру загрузки корма. Корм подается в измельчитель. Если подача корма превышает то количество, которое может переработать измельчитель, в цепи электродвигателя начинают протекать токи перегрузки. Во вторичной цепи трансформатора тока ТА1, включенного в одну из фаз электродвигателя, установлена катушка реле тока КА1. При перегрузках токи во вторичной цепи превышают ток уставки реле, и оно срабатывает, замыкая свой блок-контакт КА1 в цепи катушки реле времени КТ1. Подается питание на катушку реле времени, через выдержку времени 2 с размыкается контакт КТ1.1 (цепь12-6) реле времени и отключает трансформатор Т3, а соответственно и электромагнитную муфту сцепления.

Бункер отключается от электродвигателя. Если перегрузки прекратились, контакт КА1 размыкается, обесточивается катушка КТ1, контакт КТ1.1 в цепи трансформатора замыкается, электромагнитная муфта включает бункер. Если перегрузки превышают 20 с., контакт КТ1.2 (цепь8-9) отключает катушку магнитного пускателя КМ4 и подает питание на звуковой сигнал (цепь 8-10-5), сигнализирующий об аварии. Пакетный переключатель в схеме предназначен для переключения режимов работы: р - работа; н- настройка.

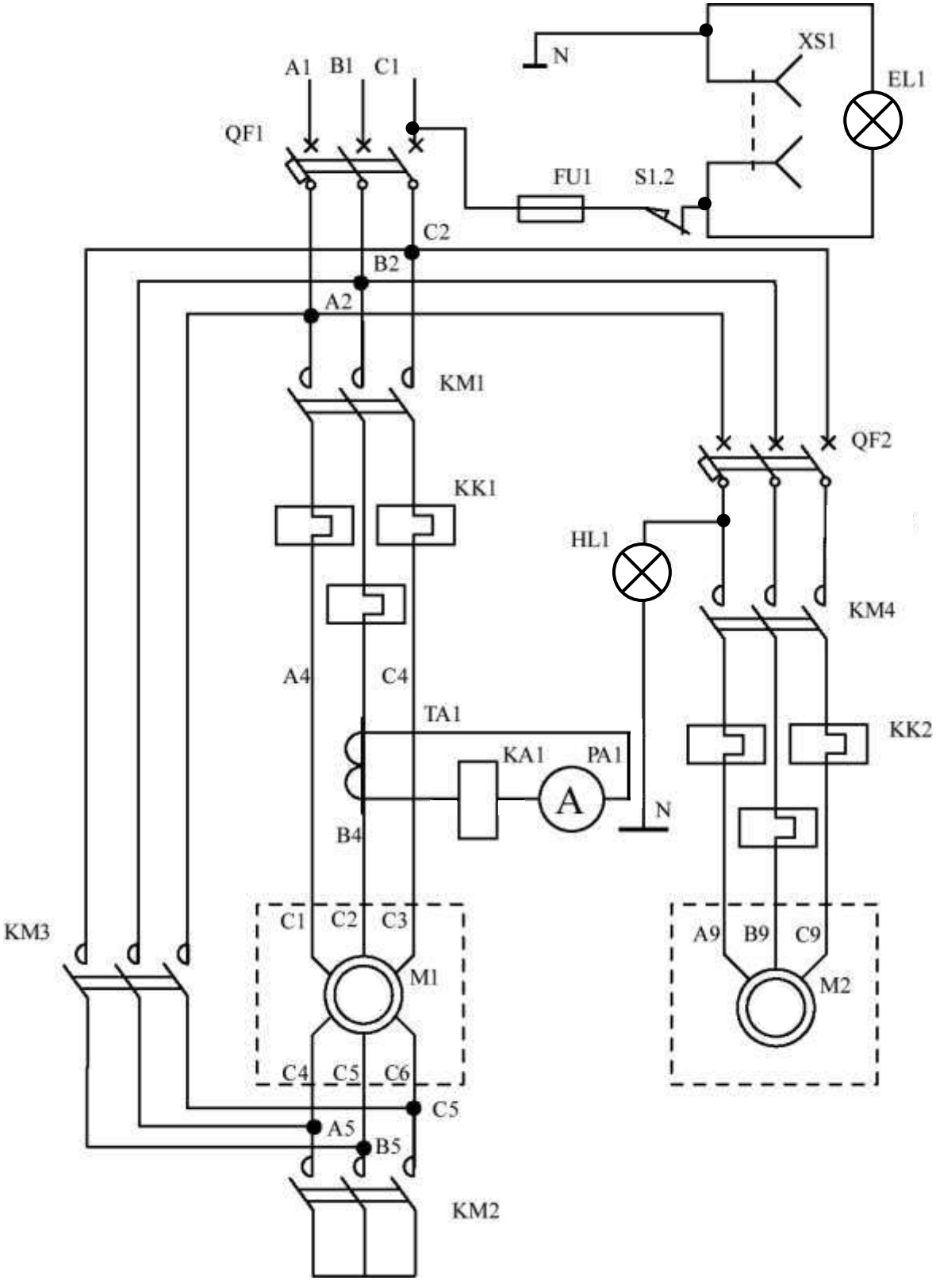


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная шкафа управления ИРМ. Силовые цепи

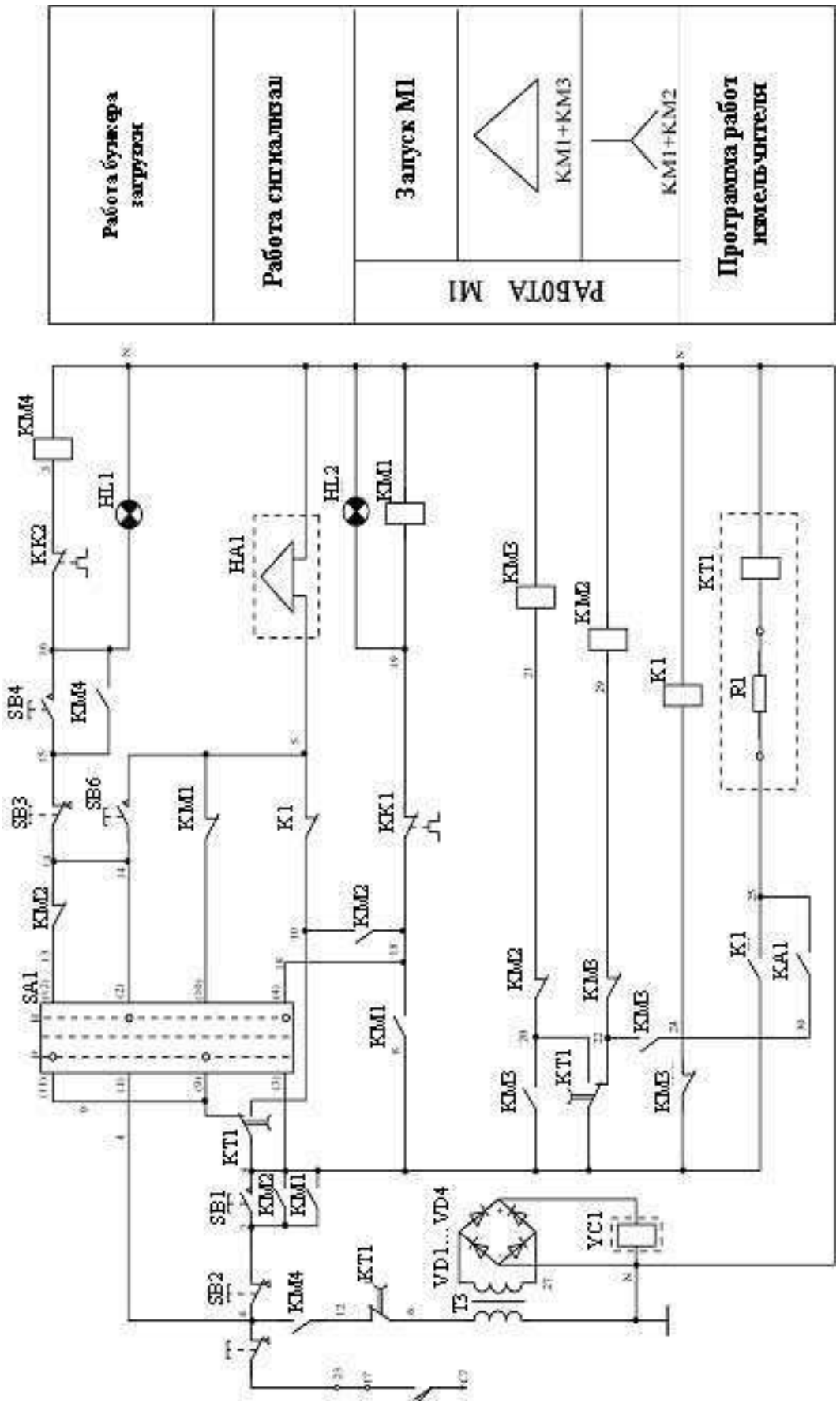


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная шкафа управления ИРМ. Цепи управления

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

МОНТАЖ СХЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Цель работы: изучить назначение, общие принципы работы схем автоматического управления с использованием программных реле времени. Изучить общие правила монтажа, назначение, конструкцию, принцип работы программных реле времени различного типа. Приобрести навыки монтажа программных реле времени и схем автоматического управления с их использованием.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для автоматического управления технологическими процессами в сельском хозяйстве в настоящее время широко используют программные реле времени: аппараты автоматического управления, осуществляющие передачу в отдельные цепи команд по определенной программе с предварительно установленными выдержками времени. Они позволяют производить регулировку очередности включения и отключения электрических аппаратов и машин и величины выдержки времени их работы.

В практике применяют программные моторные реле времени и электронные реле времени. Работа моторных реле времени основана на применении синхронного электродвигателя, который вращает кулачковый механизм привода контактной системы. Кулачки, вращаясь, производят замыкание и размыкание выходных контактов реле по заранее заданной программе.

В лабораторной работе в качестве примера использования программных реле времени рассматривается схема автоматического управления транспортером уборки навоза типа ТСН. Транспортер ТСН включает в себя два транспортера: *наклонный* и *горизонтальный*.

Горизонтальный транспортер перемещает навоз внутри помещения в заборную яму наклонного транспортера. *Наклонный транспортер* загружает навозом транспортное средство. Технологический процесс, обеспечивающий нормальную работу транспортера ТСН, должен предусматривать включение транспортеров в следующем порядке: сначала наклонный, затем – горизонтальный; отключение в обратном порядке: сначала горизонтальный, затем, через промежуток времени, достаточный для полного освобождения наклонного транспортера – наклонный транспортер. Управление таким технологическим процессом может быть полностью автоматизировано с помощью программного реле времени.

В модели лабораторной установки используется программное реле времени ВС-10. Механизм реле укреплен на пластмассовом цоколе и закрывается пластмассовой крышкой, которая имеет окно для наблюдения за дисками реле. На дисках нанесена шкала выдержки времени соответствующих контактов. На цоколе реле нанесена маркировка зажимов, соответствующая маркировке на электрической схеме.

Принцип работы реле заключается в том, что вращение от синхронного двигателя реле передается подвижным дискам, которые, вращаясь, переключают выходные контакты реле через определенные заранее установленные промежутки времени. Контактная система состоит из шести переключающих контактов. Для каждого контакта может устанавливаться свое значение выдержки времени на соответствующем диске.

Для установки требуемых выдержек времени контактов необходимо снять крышку реле и отвинтить зажимную гайку, находящуюся на оси блока шкал с правой стороны реле. Гайка имеет правую резьбу; отвинчивать ее нужно настолько, чтобы любую из шкал можно было свободно, без значительных усилий, вращать рукой. Предварительно на каждой из шкал, поочередно слева направо, нужно установить выдержку времени несколько меньше требуемой. Затем установить требуемые уставки, подводя соответствующее деление шкалы под стрелку-указатель, но не переводя за нее (этим исключается сбивание уставок при возврате реле). После изменения уставок необходимо завинтить зажимную гайку, еще раз проверив правильность установленных выдержек времени.

После отработки полной программы выдержек времени вращение дисков должно быть прекращено. Это достигается включением обмотки электродвигателя реле через собственный размыкающий контакт или через контакты других аппаратов, которые управляются контактами программного реле. Для предотвращения поломок механизма реле в случае неисправностей схемы управления, в механизме реле встроен конечный выключатель SQ1 (см. рисунок 2). Он включается в цепь питания электродвигателя М3 реле и отключает его в конце полного оборота дисков. Момент вращения передается от электродвигателя к дискам только в том случае, когда подано питание на обмотку электромагнита Y1, осуществляющего сцепление между электродвигателем и механизмом реле. Механизм реле находится в заведенном состоянии до тех пор, пока включена обмотка электромагнита. После отключения электромагнита реле возвращается в исходное положение.

При монтаже и подключении программных реле времени необходимо учитывать следующие требования:

1. Реле устанавливаются в помещениях с естественной вентиляцией, а при установке вне помещений монтируется в закрытом кожухе, ящике, шкафу управления.

2. Реле крепятся к изоляционным или металлическим, вертикально установленным панелям, многие типы реле допускают произвольное положение в пространстве.

3. Различные типы и конструкции реле могут обеспечивать выступающий или утопленный монтаж с передним или боковым подсоединением проводов.

4. Концы присоединяемых одножильных проводов должны быть облужены, концы многожильных проводов – предварительно скручены в направлении навивки, облужены и пропаяны.

5. При монтаже цепей управления необходимо учитывать мощность выходных контактов реле времени.

6. В схеме подключения реле должны быть предусмотрены контакты, производящие отключение исполнительных элементов реле от питания после отработки полной программы работы.

7. Монтаж цепей управления производят жестким изолированным медным проводом сечением до1,5 мм^2.

Схема электрическая принципиальная автоматического управления транспортером ТСН представлена на рисунках 1,2. Пакетным выключателем SA1 может быть выбран режим ручного (Р) или автоматического (А) управления транспортерами. Автоматическое управление транспортерами обеспечивает программное реле времени КТ1 своими контактами КТ1.1–КТ1.3. Выдержка времени контакта КТ1.3 определяет время между включением электродвигателя наклонного транспортера М1 и электродвигателем горизонтального транспортера М2. Выдержка времени размыкающего контакта КТ1.2 должна быть больше выдержки времени замыкающего контакта КТ1.3 на время, необходимое для работы горизонтального транспортера до полного перемещения всего навоза в заборную яму наклонного транспортера. Выдержка времени размыкающего контакта КТ1.1 должна быть больше выдержки времени размыкающего контакта КТ1.2 на время, достаточное для полного освобождения от навоза заборной ямы и наклонного транспортера. Подробное описание работы схемы приведено в приложении.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Познакомиться с конструкцией, принципом действия программных реле времени, представленных в аудитории. Обратить внимание на методику установки необходимых выдержек времени и расположение внешних выводных зажимов.

Изучить работу схем автоматического управления транспортером ТСН, правила монтажа и подключения программных реле времени различного типа.

Познакомиться с моделью лабораторной установки.

Собрать цепь автоматического управления транспортером ТСН по схеме электрических соединений, разработанной в период подготовки к лабораторной работе.

Выставить уставки используемых в схеме контактов реле времени (контакт КТ1.1 должен иметь наибольшую выдержку времени, а КТ1.3 – наименьшую).

После проверки цепи преподавателем, включить питание стенда и проверить работоспособность схемы следующим образом:

– перевести пакетный выключатель SA1 в положение "ручное управление" и опробовать работу схемы в ручном режиме, запуская электродвигатели М1 и М2 кнопками пуск SB2 и SB4;

– перевести пакетный выключатель SA1 в положение "отключено";

– перевести пакетный выключатель SA1 в положение "автоматическое управление" и запустить схему кнопкой SB2;

– наблюдать за последовательностью включения и отключения электродвигателей М1 и М2.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть представлены название и цель работы, краткие теоретические сведения, схема электрическая принципиальная автоматического управления транспортером ТСН, а также разработанная при подготовке схема электрических соединений автоматического управления транспортером ТСН.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Укажите основные принципиальные отличия изученных программных реле времени.
2. Покажите выводные зажимы катушек, замыкающих, размыкающих контактов изученных реле.
3. Какие требования должны быть выполнены при монтаже программных реле времени?
4. Поясните работу схем по рисункам 1,2 в режиме ручного и автоматического управления.
5. Каким образом устанавливается требуемая выдержка времени на изученных реле?
6. Какие элементы изученных программных реле выполняют роль катушек?

ЛИТЕРАТУРА

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Корнилов Ю.В., Бредихин А.Н. Слесарь-электромонтажник. – М.: Высш. шк., 1988.
3. Коломиец А.П. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин – Москва: КолосС, 2008. – 351с.
4. Сибикин Ю.Д. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – Москва: ФОРУМ, 2014. – 352 с.
5. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011. – 688 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Работа схемы автоматического управления электродвигателями транспортеров ТСН осуществляется следующим образом (см. рисунки 1,2).

В режиме ручного управления (выключатель SA1 – в положении Р) цепи электродвигателя и электромагнита программного реле времени КТ1 не получают питание, а управление магнитными пускателями КМ1 и КМ2 осуществляется кнопками "пуск" и "стоп" SB2, SB4 и SB1, SB3 соответственно. При этом за счет контакта КМ1.2 включение магнитного пускателя КМ2 возможно лишь после включения КМ1. Контакт КТ1.1 в цепи катушки КМ1 в этом случае не оказывает влияние на работу схемы, так как постоянно замкнут. Защита электродвигателей М1 и М2 наклонного и горизонтального транспортеров осуществляется тепловыми реле КК1 и КК2 соответственно.

В режиме автоматического управления (выключатель SA1 – в положении А) после нажатия кнопки "пуск" SB2 получает питание катушка магнитного пускателя КМ1, а также электродвигатель М3 и электромагнит Y1 программного реле времени КТ1. Реле времени запускается и начинает отсчет выдержек времени, установленных на дисках контактов. Магнитный пускатель КМ1 подает питание и запускает электродвигатель наклонного транспортера М1. Через небольшую выдержку времени замыкается контакт КТ1.3 реле времени и по цепи через SB1, замкнутые контакты КМ1.1, КТ1.2, КТ1.3, КМ1.2, КК2 получает питание катушка магнитного пускателя КМ2. Магнитный пускатель КМ2 срабатывает, замыкая свои силовые контакты и запуская электродвигатель горизонтального транспортера М2.

Программное реле времени КТ1 продолжает отсчет выдержек времени и через определенное время, необходимое для полной очистки помещения от навоза, контакты КТ1.2 размыкаются и катушка магнитного пускателя КМ2 обесточивается, отключая электродвигатель М2 горизонтального транспортера. Через промежуток времени, необходимый для полной очистки от навоза наклонного транспортера, размыкаются контакты КТ1.1 программного реле времени и обесточивается катушка магнитного пускателя КМ1, который, отпускаясь, размыкает свои силовые и блокировочные контакты. Блокировочные контакты КМ1.1 пускателя разрывают цепь питания электродвигателя и электромагнита программного реле времени КТ1 и схема возвращается в исходное отключенное состояние.

В режиме автоматического управления цепи кнопок SB3 и SB4 отключены пакетным выключателем SA1 и ручное управление электродвигателем М2 горизонтального транспортера невозможно. Защиты электродвигателей М1 и М2 от перегрузок, также как и в режиме ручного управления, осуществляются тепловыми реле КК1 и КК2 соответственно.

Таким образом, в режиме автоматического управления схема обеспечивает полную автоматизацию управления наклонным и горизонтальным транспортерами, без участия оператора, который лишь первоначально запускает схему, нажимая кнопку "пуск" SB2.

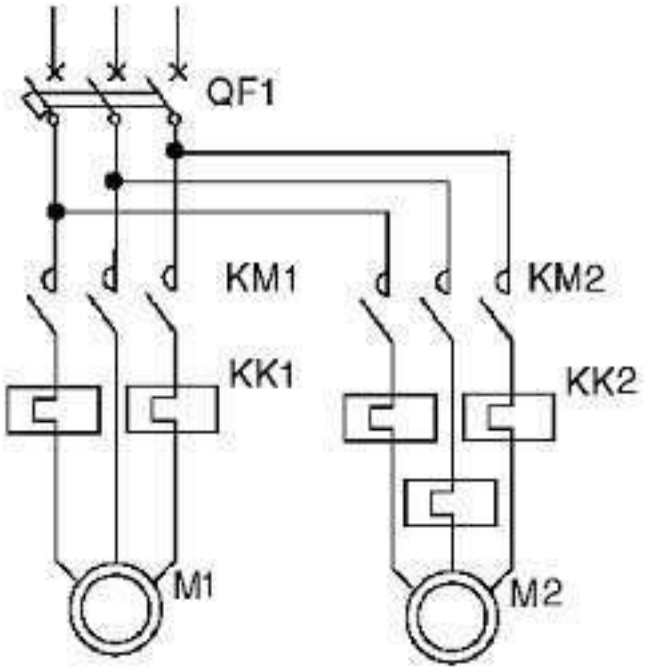


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная автоматического управления электродвигателями транспортера ТСН. Силовые цепи

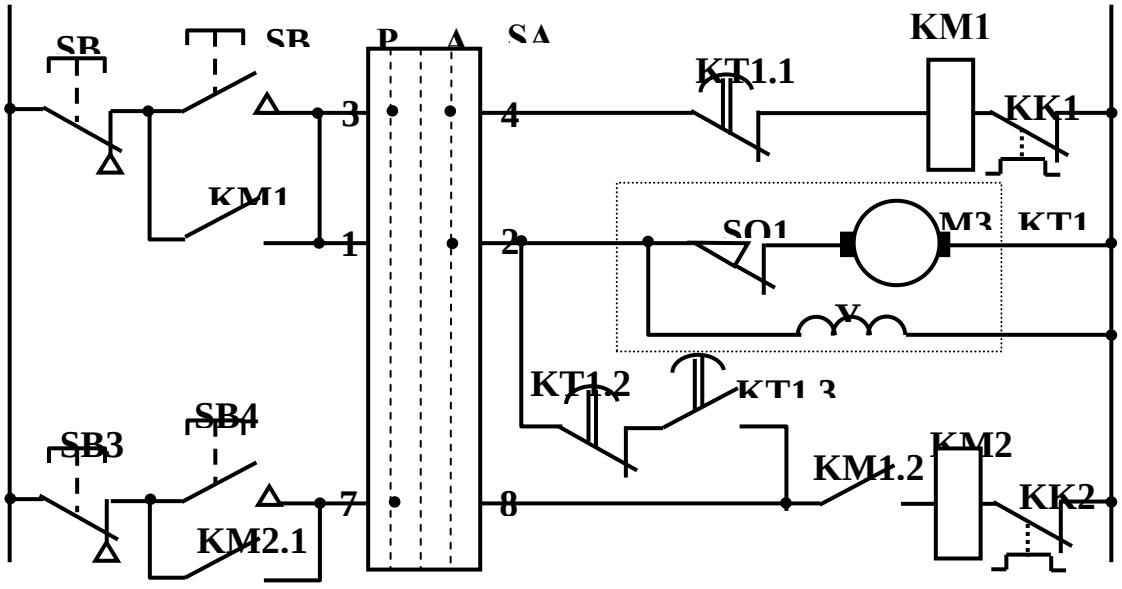


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная автоматического управления электродвигателями транспортера ТСН. Цепи управления

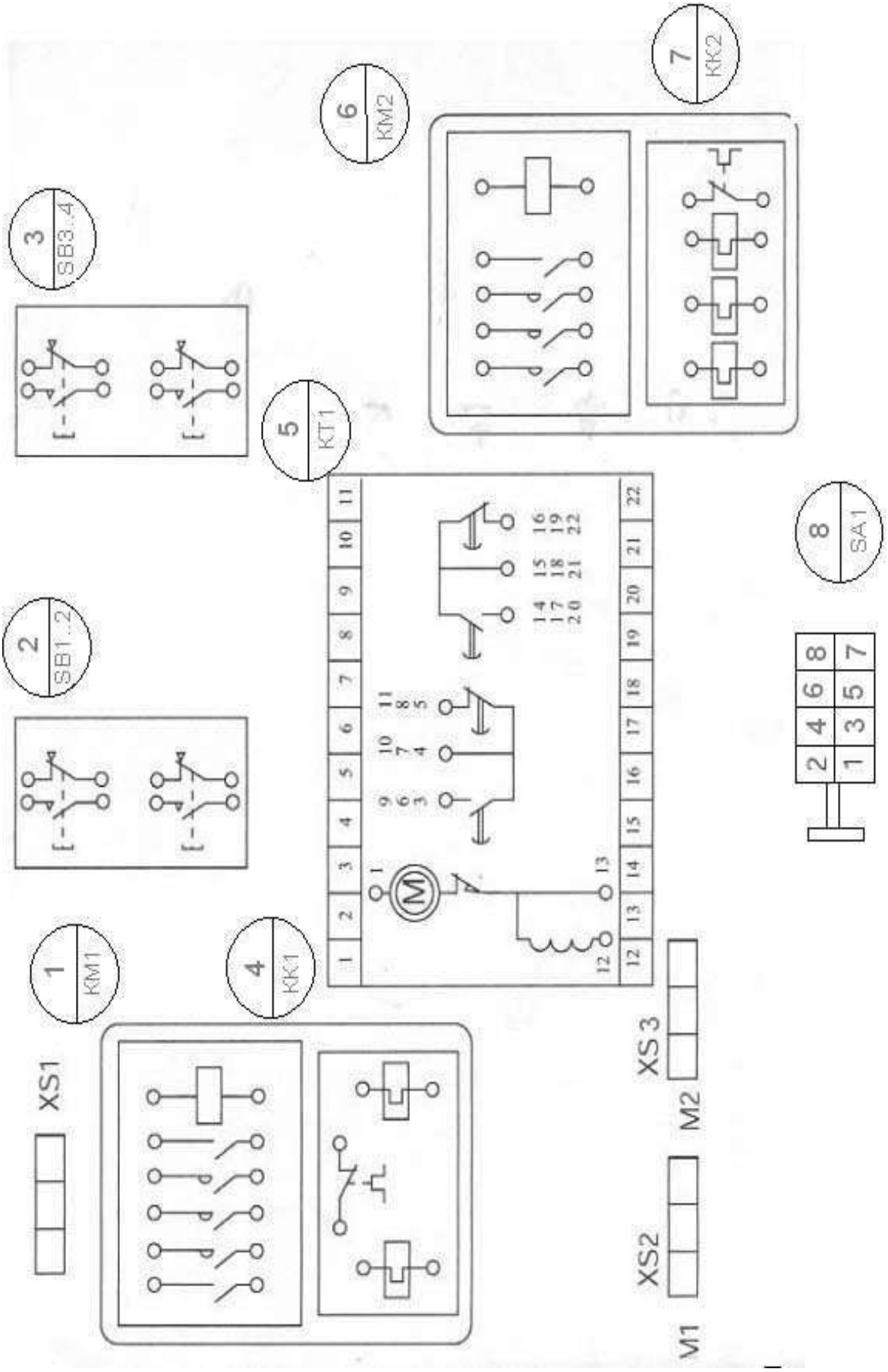


Рисунок 3 – Схема расположения элементов на лабораторном стенде

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

МОНТАЖ СХЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВВОДА РЕЗЕРВА (АВР) НА ОДНОМ КОНТАКТОРЕ

Цель работы: изучение категорий электроприемников по надежности электроснабжения согласно «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ). Приобретение теоретических и практических навыков чтения и сборки электрических схем автоматического ввода резерва.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на следующие *три категории*. Электроприемники *первой категории* – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения. Из состава электроприемников первой категории выделяется *особая группа электроприемников*, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров. Электроприемники *второй категории* – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей. Электроприемники *третьей категории* – все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий.

Электроприемники *первой категории* в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Для электроснабжения *особой группы электроприемников первой категории* должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания. В качестве третьего независимого источника питания для особой группы электроприемников и в качестве второго независимого источника питания для остальных электроприемников первой категории могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), предназначенные для этих целей агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т. п.

Электроприемники *второй категории* в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Для электроприемников второй категории при

нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Для электроприемников *третьей категории* электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.

Способ обеспечения резервным электроснабжением электроприемников, подключенных к системе электроснабжения, имеющей не менее двух питающих вводов и направленный на повышение надежности электроснабжения называется автоматическим вводов резерва или сокращенно (АВР).

Самую простую схему АВР можно выполнить на одном контакторе (рисунок 1).

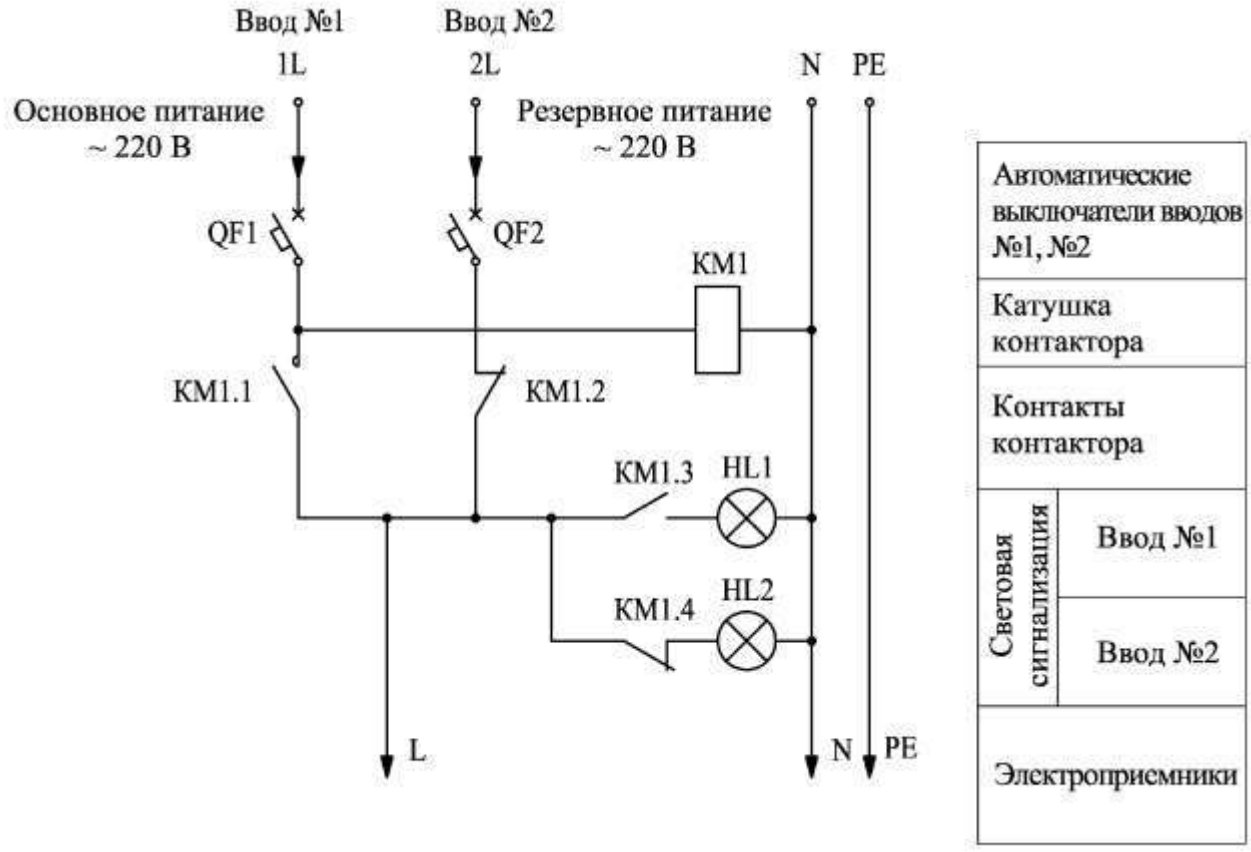


Рисунок 1 – Однофазная схема АВР на одном контакторе

Описание работы однофазной схемы АВР на одном контакторе.

1. Нормальный режим работы. На основном вводе присутствует напряжение, контактор КМ1 включен и питание нагрузки осуществляется через силовые контакты 1L1 2T1, горит зеленая лампа HL1 по цепи с нормально открытым контактом контактора 13-14 – индикация работы основного ввода.

2. Аварийный режим работы. На основном вводе отсутствует напряжение, например, обрыв питающей линии, на резервном вводе питание присутствует. Контактор КМ1 отключается и замыкает свой нормально

закрытый контакт, тем самым создает цепь питания нагрузки через контакт приставки контактора 61-62, загорается зеленая лампа HL2 по цепи с нормально закрытым контактом приставки контактора 71-72 – индикация работы резервного ввода.

3. Восстановление питания. Схема электрическая принципиальная АВР выполнена с приоритетом основного ввода, то есть при восстановлении напряжения на основном вводе, нагрузка автоматически переключится на основной ввод.

4. Ручное переключение вводов. Для ручного переключения на резервный источник питания необходимо отключить вводной автоматический выключатель QF1. Контактор КМ1 отключится и создаст цепь питания нагрузки через контакт приставки контактора 61-62.

Достоинства и недостатки однофазной схемы автоматического ввода резерва (АВР) на одном контакторе.

К достоинствам схемы на одном контакторе следует отнести только ее простоту. Контроль уровня напряжения в схеме отсутствует. При снижении напряжения на основном вводе ниже допустимого 198 В или превышении его выше допустимого 242 В (220В +/- 10 %) пускатель не сработает и потребители будут питаться пониженным или повышенным напряжением, что может привести к выходу их из строя. Схема переключится на резервный источник только если напряжение опустится ниже напряжения срабатывания катушки контактора, что примерно составляет 120 В - 160 В. Еще одним недостатком является малая мощность подключения нагрузки (примерно 2 кВт), так как нормально замкнутые контакты рассчитаны на длительный ток до 10 А.

Для трехфазных потребителей используется аналогичная схема (рисунок 2). Отличие заключается в том, что питающая сеть трехфазная, автоматические выключатели трехполюсные, задействовано большее количество контактов контактора.

В трехфазной схеме АВР важно соблюдать порядок чередования фаз основного и резервного источников питания, так как трехфазные электродвигатели при переключении на резервный источник могут начать вращаться в обратную сторону.

Достоинства и недостатки данной схемы такие же как и у предыдущей, но дополнительно к недостаткам можно отнести контроль напряжения только по одной фазе. В случае пропадания фазы, не задействованной в цепи управления, электроприемники будут питаться от двух фаз. Для однофазных потребителей страшного ничего нет, они могут только лишиться лишь питания, а для трехфазных это может привести к выходу их из строя. Для защиты от этого в схемах АВР используются реле контроля напряжения, которые контролируют наличие напряжения на всех фазах, порядок чередования фаз и другое.

Частично проблему пропадания фаз можно решить, используя катушку контактора не 220 В, а 380 Ви подключить ее между двумя фазами. В таком случае будет контролироваться не одна, а две фазы.

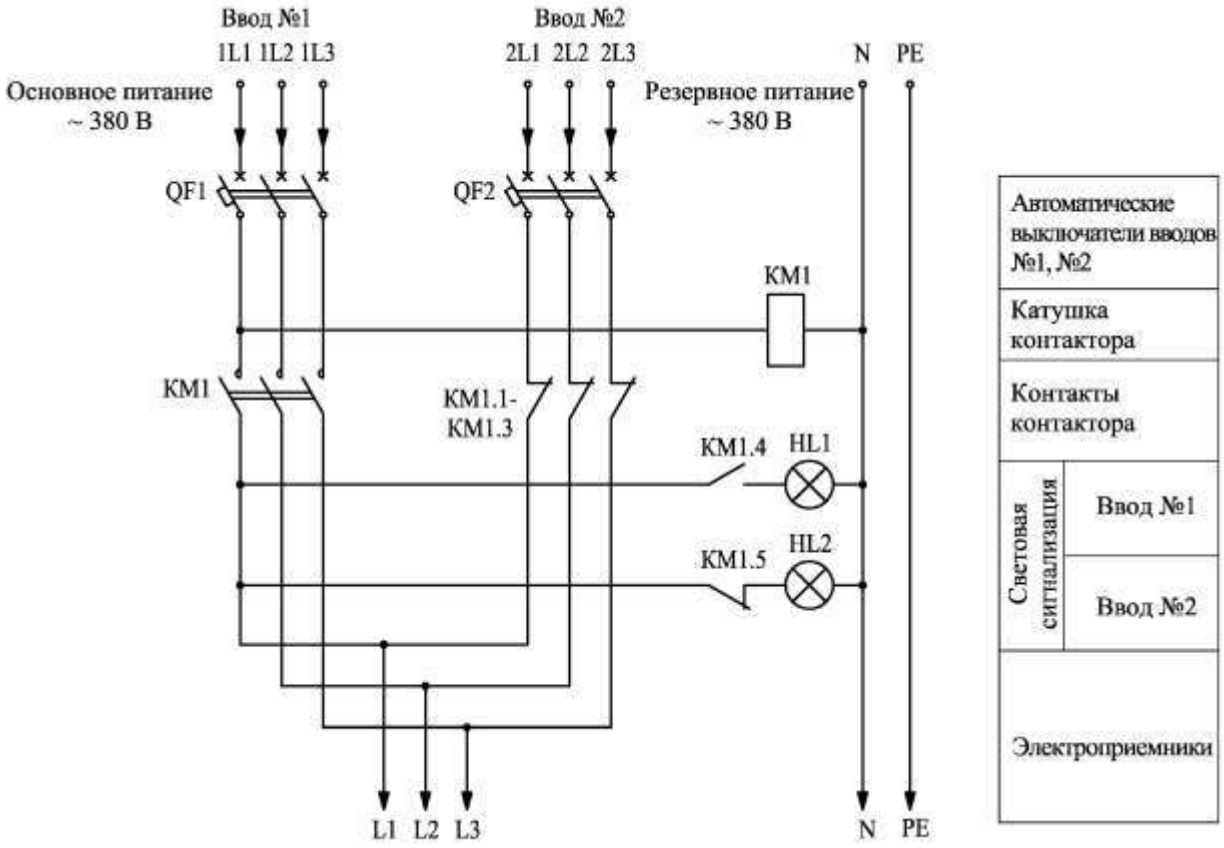


Рисунок 2 – Трехфазная схема АВР на одном контакторе

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ

1. Выполнять все работы по монтажу схем, соединению проводов и их прозвонке можно только при отключенном автоматическом выключателе 1QF.
2. При включенном автоматическом выключателя 1QF изменять схему, подключать или отключать провода, касаться клемм стенда категорически запрещается.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Изучить теоретическую часть, представленную в лабораторной работе.

Определить, какое оборудование стенда будет использоваться в лабораторной работе, так как стенд предназначен для выполнения нескольких лабораторных работ (рисунок 4).

Собрать схему АВР на одном контакторе согласно рисунку 3.

После проверки схемы преподавателем имитировать исчезновение напряжения на основном вводе отключением автоматического выключателя QF1. Проследить, что произойдет.

Вернуть напряжение на основном вводе включением автоматического выключателя QF1. Проследить, что произойдет.

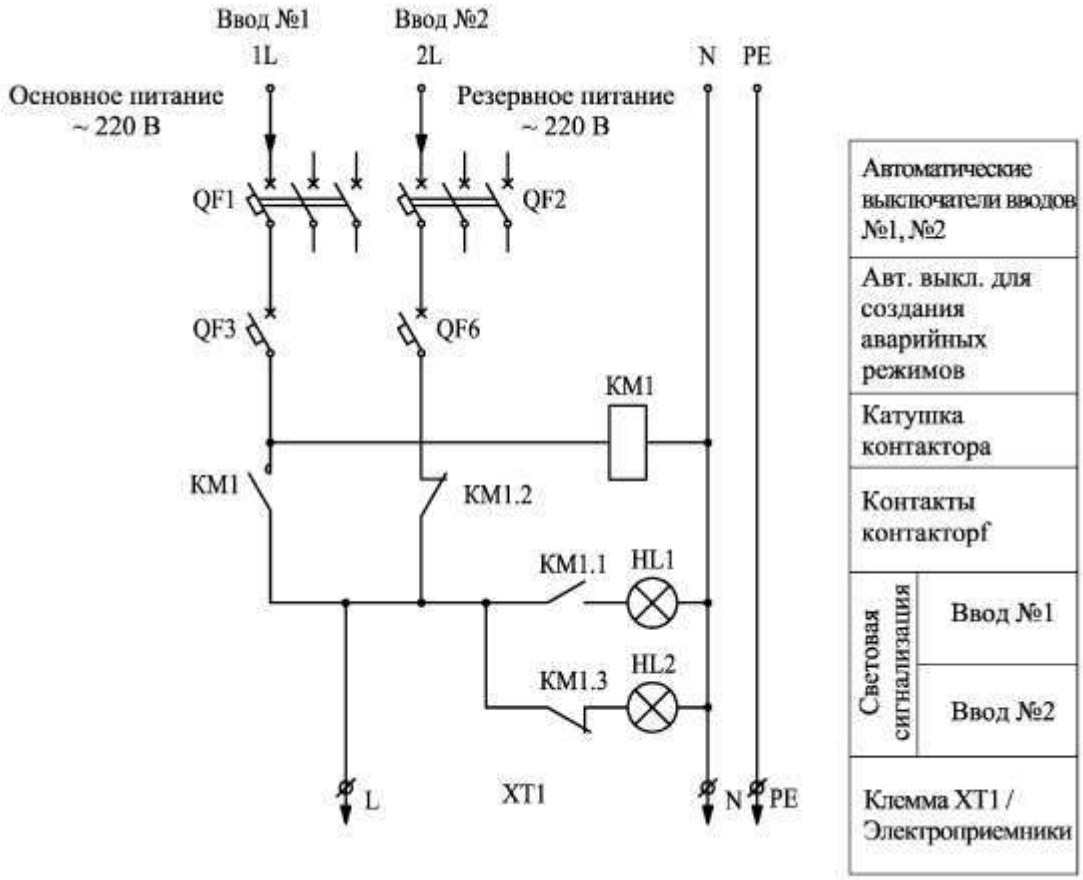


Рисунок 3 – Схема электрическая принципиальная АВР на одном контакторе для выполнения лабораторной работы

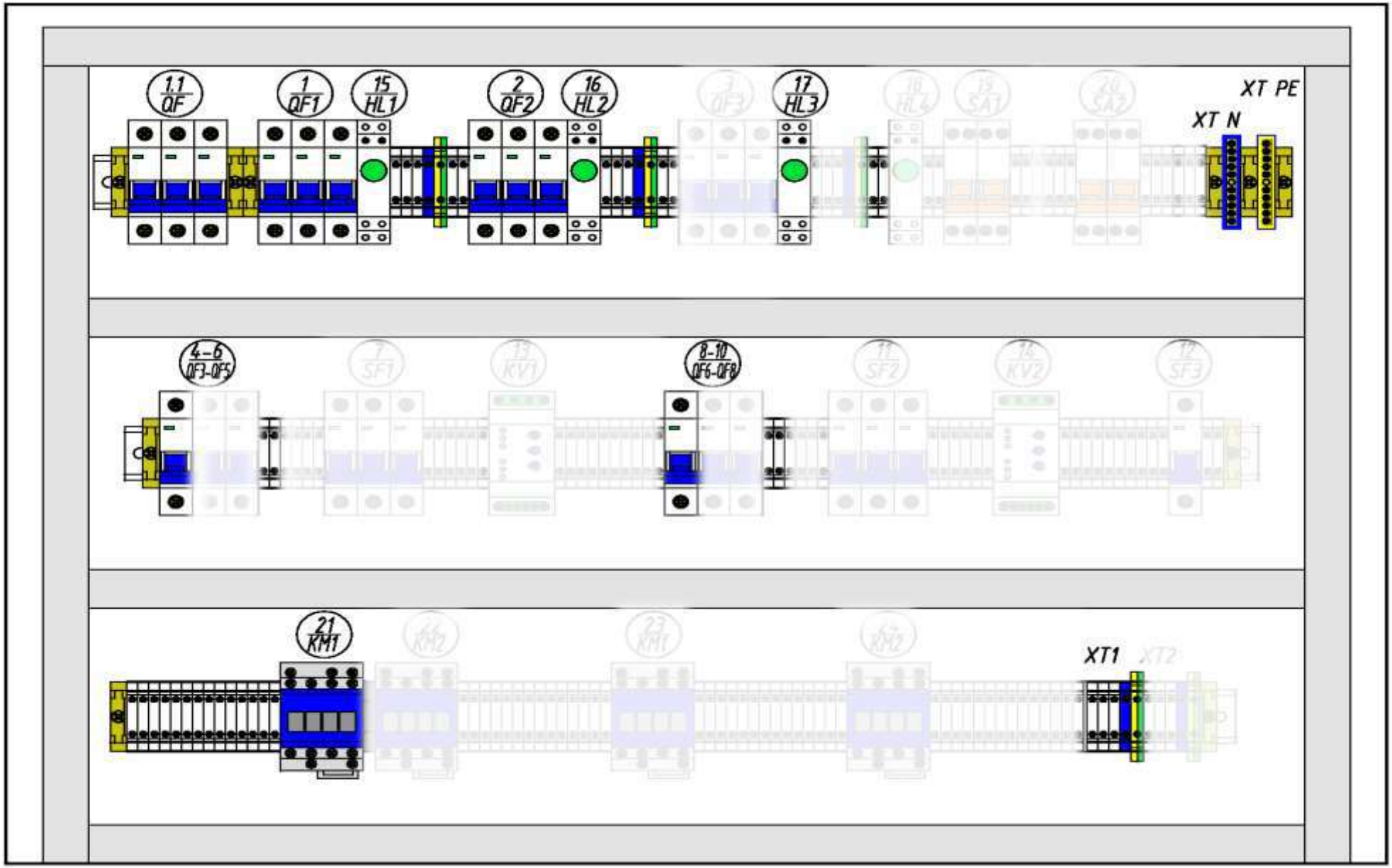


Рисунок 4 – Внешний вид используемого оборудования лабораторного стенда

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть представлены название, цель лабораторной работы, краткие теоретические сведения, схемы электрические принципиальные АВР.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На сколько категорий по обеспечению надежности электроснабжения разделяются электроприемники?
2. Какие электропотребители относятся к электроприемникам первой категории и особой группе электроприемников первой категории?
3. Какие электропотребители относятся к электроприемникам второй и третьей категории?
4. Сколько независимых взаимно резервирующих источников питания предусматривается для электроприемников первой категории?
5. Сколько независимых взаимно резервирующих источников питания предусматривается для особой группы электроприемников первой категории?
6. Сколько независимых взаимно резервирующих источников питания предусматривается для электроприемников второй категории?
7. Сколько источников питания предусматривается для электроприемников третьей категории?
8. Какой перерыв в электроснабжении допускается для электроприемников первой категории?
9. Какой перерыв в электроснабжении допускается для электроприемников особой группы электроприемников первой категории?
10. Какой перерыв в электроснабжении допускается для электроприемников второй категории?
11. Какой перерыв в электроснабжении допускается для электроприемников третьей категории?

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ): все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – М.: Сибирское университетское издательство, 2010, 464 с.
2. Автоматическое включение резерва, М.Т. Левченко, М.Н. Хомяков – М.: «Энергия», 1971, 80 с.
3. Автоматика энергосистем. М.А. Беркович, В.А. Гладышев, В.А. Семенов, 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.
4. Релейная защита энергетических систем. Н.В. Чернобровов, В.А. Семенов. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с: ил.

Мартынов Александр Петрович
кандидат технических наук, доцент

Королев Антон Михайлович
кандидат технических наук, доцент

МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Учебно-методическое пособие

Издается в авторской редакции

Объем ЭИ: 1,55 Мб
Формат ЭИ: Portable Document Format (PDF)