

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный государственный аграрный университет»

А. В. Козлов, Е. С. Дубкова

***ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ.
ПРАКТИКУМ***

*Рекомендовано Дальневосточным региональным учебно-методическим
центром (ДВ РУМЦ) в качестве учебного пособия для студентов
направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»*

Благовещенск
Дальневосточный ГАУ
2021

УДК 623.311
ББК 31.27
К59

Рецензенты:

*Игорь Анатольевич Худоногов, доктор технических наук,
профессор кафедры электроэнергетики транспорта
Иркутского государственного университета путей сообщения*

*Андрей Николаевич Рыбалёв, кандидат технических наук,
доцент кафедры автоматизации производственных
процессов и электротехники
Амурского государственного университета*

*Рекомендовано Дальневосточным региональным учебно-методическим
центром (ДВ РУМЦ) в качестве учебного пособия для студентов
направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»*

Козлов, Андрей Васильевич.

К59 Проектирование систем электрификации. Практикум : учебное по-
собие / А. В. Козлов, Е. С. Дубкова ; Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Бла-
говещенск : Дальневосточный ГАУ, 2021. – 134 с.

ISBN 978-5-9642-0406-0

Учебное пособие содержит необходимый объём теоретических сведений по выбору электрооборудования, включает техническое задание, варианты индивидуальных заданий, рекомендации и практические советы по методике выполнения и оформления проектной документации. Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения при изучении дисциплины «Проектирование систем электрификации» по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Электрооборудование и электротехнологии».

УДК 623.311
ББК 31.27

ISBN 978-5-9642-0406-0

© Козлов А. В., Дубкова Е. С., 2021
© ФГБОУ ВО «Дальневосточный
государственный аграрный университет», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
Практическая работа 1. Проектирование принципиальной электрической схемы управления технологическим процессом	7
Практическая работа 2. Выбор силового электрооборудования, аппаратуры управления и защиты.....	27
Практическая работа 3. Проектирование общего вида щита управления	51
Практическая работа 4. Проектирование схемы электрических соединений щита управления электроустановкой.....	69
Практическая работа 5. Проектирование схемы подключений щита управления к токоприемникам установки.....	83
Практическая работа 6. Проектирование электропроводок	91
Список рекомендуемой литературы.....	105
Приложение А. Варианты заданий на проектирование	106
Приложение Б. Условные графические обозначения некоторых электротехнических элементов.....	113
Приложение В. Основные технические данные двигателей основного исполнения серии 4А (степень защиты IP 44)	115
Приложение Г. Трубочатые предохранители напряжением до 500 В без наполнителя и с наполнителем	116
Приложение Д. Характеристики трехполюсных автоматических выключателей	117
Приложение Е. Технические данные пускателей	118
Приложение Ж. Технические данные электротепловых реле.....	119
Приложение И. Технические характеристики контактных приставок.....	120
Приложение К. Технические характеристики переключателей.....	121

Приложение Л. Краткие технические характеристики кнопок управления .	122
Приложение М. Схемы коммутационных программ	123
Приложение Н. Габаритные размеры кнопок	124
Приложение П. Технические характеристики световой и звуковой сигнализации.....	125
Приложение Р. Технические характеристики средств автоматизации	126
Приложение С. Габаритные размеры щитов и пультов	127
Приложение Т. Допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной оболочках при прокладке в воздухе и в земле	128
Приложение У. Допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной оболочках при прокладке в одной трубе	129
Приложение Ф. Допустимый длительный ток для кабелей с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках, бронированных и небронированных при прокладке в воздухе и в земле	130
Приложение Х. Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами при прокладке в одной трубе.....	131
Приложение Ц. Характеристика силовых кабелей и проводов.....	132
Приложение Ш. Обозначения линий, проводок и некоторых элементов	133

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Проектирование систем электрификации» изучается студентами электроэнергетического факультета на четвертом курсе, предшествующем выполнению выпускной квалификационной работы.

Целью дисциплины является формирование и закрепление знаний, позволяющих самостоятельно и творчески решать задачи проектирования систем электрификации в производстве.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование способности участвовать в проектировании систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов АПК.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования.

Обучающийся должен знать:

1) принципы построения чертежа и основные положения стандартов единой системы конструкторской документации по выполнению и оформлению чертежей и текстовых документов;

2) особенности проектирования систем электрификации по отраслям;

3) требования, предъявляемые стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами к проектам электроэнергетических и электротехнических систем;

4) методы начертательной геометрии и инженерной графики, государственные стандарты, применяемые при графическом изображении принципиальных электрических схем, функциональных и структурных схем;

5) основные законы теории электрических цепей и автоматики.

Обучающийся должен уметь:

1) читать и выполнять технические чертежи, а также текстовую документацию к ним;

2) осуществлять поиск и анализ необходимой информации, нормативной и конструкторской документации;

3) осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных расчетов;

4) осуществлять эскизное проектирование отдельных узлов электроэнергетического и электротехнического оборудования, графически отображать принципиальные электрические, функциональные и структурные схемы;

5) рассчитывать электрические схемы, выбирать устройства защиты и автоматики электроэнергетических объектов.

Учебное пособие содержит описание шести практических работ, рассчитанных на 32 часа, в соответствии с учебным планом, и включает основные теоретические сведения по изучаемым вопросам и учебные задания по разработке и подготовке проектной документации. Оно может быть использовано при подготовке к зачету по дисциплине «Проектирование систем электрификации», а также при подготовке курсового проекта и выпускной квалификационной работы и предназначено для студентов очной и заочной форм обучения.

В ходе выполнения практикума студенту предлагается выполнить проект электрификации определенного технологического процесса с разработкой соответствующей проектной документации. Практические работы выполняются по техническому заданию и варианту, выданных преподавателем.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

Цель работы состоит в приобретении практических навыков проектирования принципиальных электрических схем и оформления проектной документации.

Работа рассчитана на шесть часов практических занятий.

План работы

1. Изучить теоретические сведения по проектированию принципиальных электрических схем.
2. Изучить техническое задание на проектирование согласно варианту (Приложение А).
3. Разработать принципиальную электрическую схему в соответствии с заданием.
4. Оформить проектную документацию.
5. Проверить усвоение материала, используя контрольные вопросы.

Проектирование принципиальных электрических схем

Общие положения

Принципиальная электрическая схема (далее – ПЭС) – это графический конструкторский документ, определяющий полный состав электрических элементов и связей между ними, а также дающий детальное представление о принципах работы схемы.

При выполнении ПЭС прежде всего руководствуются следующими нормативными документами:

1. ГОСТ 2.701–2008. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

2. ГОСТ 2.702–2011. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем.

3. ГОСТ 2.709–89. Единая система конструкторской документации. Обозначения условных проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах.

4. ГОСТ 2.710–81. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.

Электрические схемы применяют при изучении принципа действия механизмов, машин, приборов, аппаратов, при их наладке и ремонте, монтаже электрических сетей, для уяснения связи между отдельными составными частями изделия, без уточнения особенностей их конструкций.

Электрические схемы входят в комплект конструкторской документации и содержат вместе с другими документами необходимые данные для проектирования, изготовления, сборки, регулировки и эксплуатации изделий.

Схемы предназначены:

1) на этапе проектирования — для выявления структуры будущего изделия при дальнейшей конструкторской проработке;

2) на этапе производства — для ознакомления с конструкцией изделия, технологическим процессом изготовления и контроля узлов и элементов;

3) на этапе эксплуатации — для выявления неисправностей и использования при техническом обслуживании.

В общем случае принципиальные электрические схемы должны содержать:

1) силовые цепи с поясняющей надписью;

2) элементарные цепи управления, контроля, регулирования, измерения, защиты, блокировки и сигнализации с таблицей поясняющих надписей;

3) контакты аппаратов, приборов и ключей данной схемы, занятые в других схемах;

4) контакты аппаратов, приборов и ключей из других схем, занятые в данной схеме;

5) диаграммы и таблицы включения контактов, ключей, переключателей, программных устройств, конечных выключателей, циклограммы работы аппаратуры, таблицы состояния логических элементов;

6) таблицы применяемости;

7) перечень чертежей, относящихся к данной схеме;

8) необходимые пояснения и примечания;

9) перечень элементов.

Принципиальные электрические схемы выполняют строчным методом. При этом условные графические обозначения элементов или их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно один за другим по прямой, а отдельные цепи – рядом, образуя параллельные (горизонтальные или вертикальные) строки. Расположение цепей в схеме должно соответствовать последовательности их работы.

Контакты реле, приборов и аппаратов, а также всех коммутирующих устройств показывают в нормальном положении, то есть при таком их действительном положении, когда отсутствуют ток во всех цепях схемы и внешнее принудительное механическое воздействие на подвижные контакты. Контакты реле, контакторов, кнопочных переключателей показывают таким образом, чтобы сила, необходимая для срабатывания, действовала на подвижный контакт сверху вниз при горизонтальном изображении цепей схемы и слева направо — при вертикальном.

На схемах, как правило, используют стандартные графические условные обозначения. Если необходимо использовать нестандартные обозначения отдельных элементов, то на схеме делают соответствующие пояснения.

Следует стремиться к наименьшему числу изломов и пересечений линий связи, сохраняя между параллельными линиями расстояние не менее 3 мм. Линии связи должны быть показаны, как правило, полностью, однако, если они затрудняют чтение схемы, их допускается обрывать. Обрывы следует заканчивать стрелками, около которых нужно указывать место подключения и характеристику цепей (полярность, потенциал).

На электрических схемах разрешается помещать технические данные, характеризующие схему в целом и отдельные ее элементы. Эти сведения помещают либо около графических обозначений, либо на свободном поле схемы, как правило, над основной надписью.

Чтобы облегчить понимание ПЭС, их разбивают на функциональные участки и сбоку (справа) делают надписи, поясняющие функциональное назначение цепи или указывающие, какой схеме технологического оборудования принадлежит эта цепь.

Условные графические обозначения

электротехнических элементов на принципиальных схемах

Основу любой электрической схемы представляют условные графические обозначения различных элементов и устройств, а также связей между ними. Язык современных схем подчеркивает в символах основные функции, которые выполняет в схеме изображенный элемент.

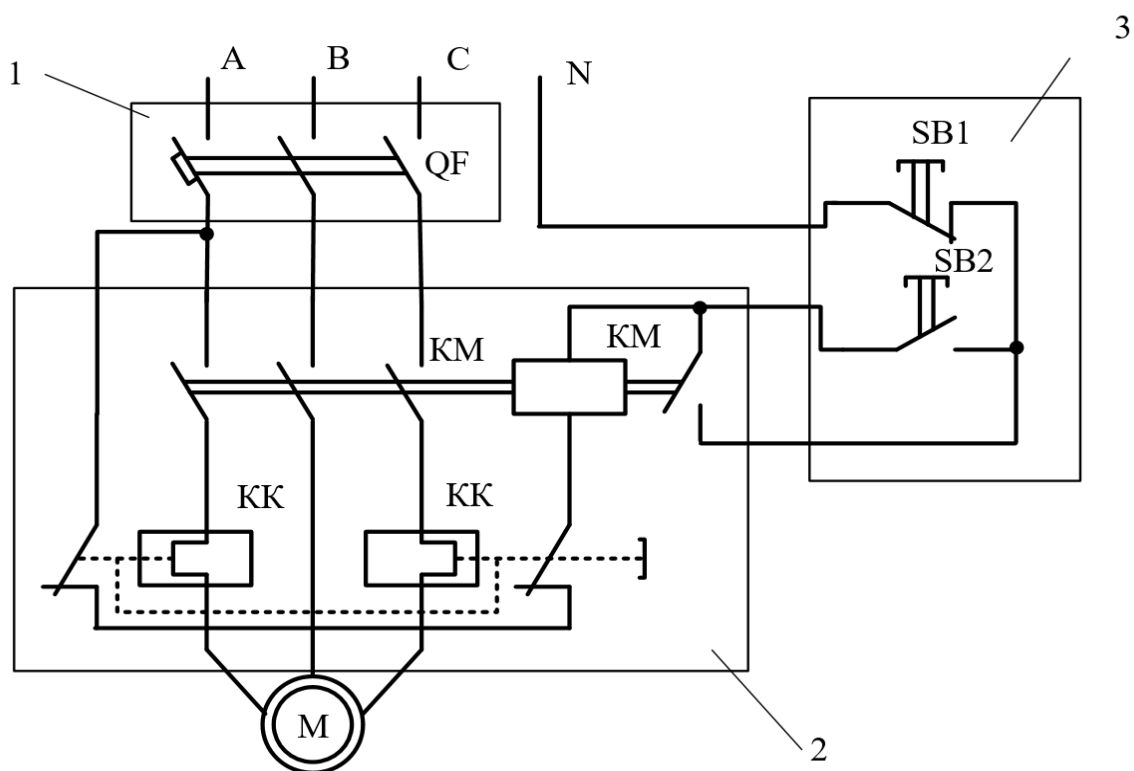
Условные графические обозначения электротехнических элементов на принципиальных схемах регламентированы государственными стандартами,

которые являются составной частью Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). В приложении Б приведены условные графические обозначения и буквенные коды позиционных обозначений электротехнических элементов, которые необходимо использовать при выполнении практикума.

Способы изображения принципиальных схем

Принципиальную электрическую схему изображают одним из двух способов: совмещенным (свернутым) или разнесенным (элементным).

Совмещенный способ изображения. Все части каждого прибора, средства автоматизации, электрического аппарата располагают в непосредственной близости и заключают обычно в прямоугольник, квадратный или круглый контур, выполненный тонкой линией (рис. 1.1).



1 – автоматический выключатель; 2 – магнитный пускатель; 3 – кнопочный пост

Рисунок 1.1 – Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем. Совмещенный способ изображения

Иными словами, на совмещенных электрических схемах приборы и аппараты изображают в собранном виде, то есть все обозначения элементов, входящих в комплект аппарата (катушки, электромагниты, контакты, конденсаторы, обмотки исполнительных механизмов, сигнальные лампы и др.), размещают внутри условного изображения прибора с маркировкой выводных зажимов согласно заводской инструкции или данным каталога.

На практике этот способ применяется редко ввиду малой наглядности. Большее применение совмещенный способ изображения элементов находит при проектировании схем электрических соединений щитов и пультов.

Разнесенный способ изображения. Его применяют, в основном, в принципиальных электрических схемах, так как при этом способе совершенно отчетливо видны электрические цепи, что значительно облегчает чтение схем. При разнесенном способе условные графические обозначения составных частей приборов, аппаратов, средств автоматизации располагают в разных местах, но таким образом, чтобы отдельные цепи были изображены наиболее наглядно (рис. 1.2).

Принадлежность изображаемых контактов, обмоток и других частей к одному и тому же аппарату устанавливается по позиционным обозначениям, проставляемым вблизи изображений всех частей одного и того же аппарата. Нередко на принципиальных схемах показывают устройства (приборы, регуляторы и т. п.), имеющие собственные принципиальные схемы. В этом случае на принципиальной электрической схеме эти устройства изображают упрощенно (показывают только входные и выходные цепи и цепи подачи питающего напряжения), а детальное представление о принципе работы установки дает совокупность ее принципиальной схемы и принципиальных электрических схем устройств.

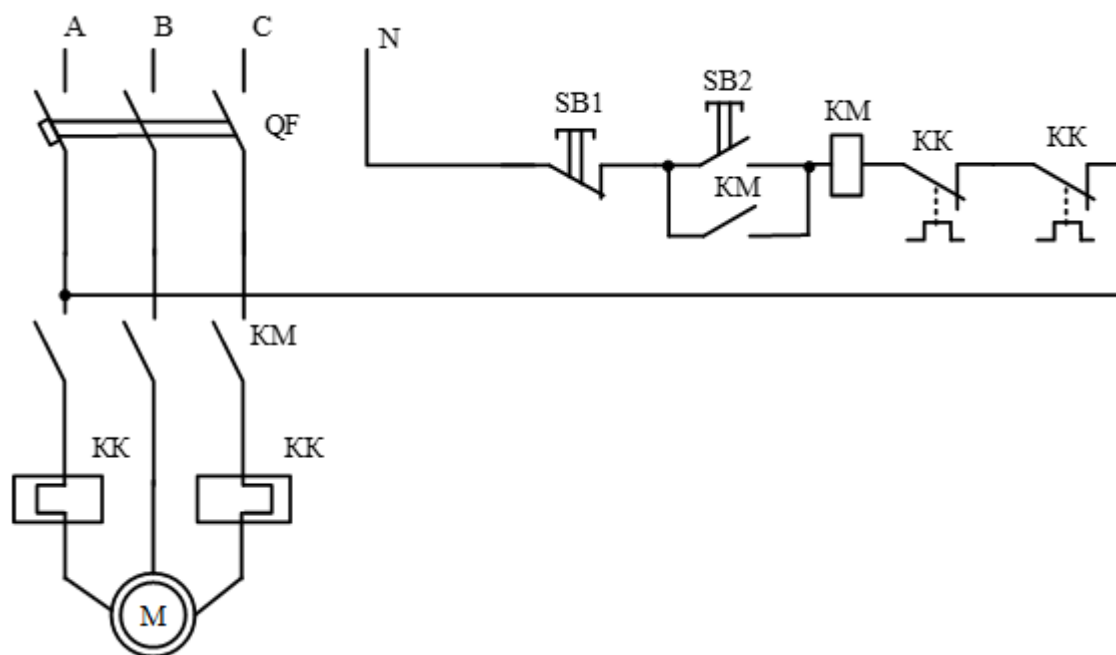


Рисунок 1.2 – Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем. Разнесенный способ изображения

В принципиальных электрических схемах условные графические обозначения составных частей электрических аппаратов, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи – одну под другой, при этом образуются параллельные строки (строчный способ выполнения схемы). Допускается располагать строки и вертикально.

Главные (силовые) цепи схем выполняют в многолинейном изображении. В однолинейном изображении эти цепи показывают в том случае, когда их приводят для пояснения. Принципиальные электрические схемы управления, регулирования, сигнализации и питания всегда выполняют в многолинейном изображении.

Позиционные обозначения на принципиальных схемах

В принципиальной электрической схеме все приборы и аппараты имеют позиционные обозначения. **В настоящее время применяют буквенно-цифровые позиционные обозначения, которые установлены ГОСТ 2.710–81.**

«Условные буквенно-цифровые обозначения предназначены для однозначной записи в сокращенной форме сведений об элементах, об устройствах и о функциональных группах».

Позиционные обозначения приборов, систем автоматики, аппаратов и их частей на принципиальных электрических схемах проставляются над графическим изображением аппаратов и их частей при горизонтальном изображении электрических цепей и справа (слева) от графических изображений – при вертикальном изображении. Слева позиционные обозначения могут быть написаны только в тех случаях, когда цепи на схеме расположены достаточно далеко друг от друга, благодаря чему позиционное обозначение не может быть ошибочно отнесено к другому аппарату.

Позиционные обозначения строят по определенной системе, которая состоит в следующем:

1. Буквы и цифры располагают в определенном порядке без пробелов и без распределительных знаков между ними.

2. Во всех без исключения случаях пишется буквенный код, обозначающий вид элемента. В простейшем случае он состоит из одной, обязательной буквы: R, C, K, и т. п.; в более сложных – из двух: HA, KM, QF и т. п.

3. За буквенным кодом обязательно следует порядковый номер элемента в пределах элементов данного вида: R1, R2, R15 (резисторы № 1, 2 и 15)

4. Позиционное обозначение, присвоенное прибору или аппарату, сохраняется в схеме для всех его частей. Например, если позиционное обозначение какого-то промежуточного реле KL1, то его обмотку и каждый контакт на схемах, выполненных разнесенным способом, а также в текстовых документах также обозначают KL1.

5. После собственно позиционного обозначения может быть поставлена (но необязательно) либо точка, либо двоеточие, а за точкой (двоеточием) –

цифра (цифры). Если проставлена точка, то цифра (цифры) за ней – это номер части элемента (устройства) на схеме при разнесенном способе изображения.

Если нужно подчеркнуть, что цифры относятся к контакту, то точку заменяют двоеточием. Например, КМ4:2 и КМ4:5 соответственно обозначают, второй и пятый контакты элемента КМ4. На практике такие простые обозначения наиболее распространены.

Маркировка участков электрических цепей на принципиальных схемах

Маркировка участков цепей служит для их опознания. Систему маркировки в электрических схемах определяет ГОСТ 2.709–89. «Единая система конструкторской документации. Обозначения условных проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах».

Для маркировки применяют цифровую систему, состоящую из ряда последовательных чисел. Участки цепей маркируют независимо от нумерации условных обозначений зажимов приборов и аппаратов, к которым подходят концы маркируемого проводника. Участки цепей, разделенные контактами аппаратов, обмотками реле и электрических машин, трансформаторов, резисторами, конденсаторами, считаются разными участками и имеют разную маркировку (рис. 1.3).

Для обозначения участков цепей принципиальных электрических схем применяют арабские цифры и прописные буквы латинского алфавита. Цифры и буквы, входящие в обозначения, следует выполнять одним размером шрифта. Последовательность обозначений должна быть от ввода источника питания к потребителю, а разветвляющиеся участки цепи обозначают сверху вниз в направлении слева направо.

Реализация этого требования хорошо видна из рисунка 1.3. В процессе обозначения цепей допускается оставлять резервные номера.

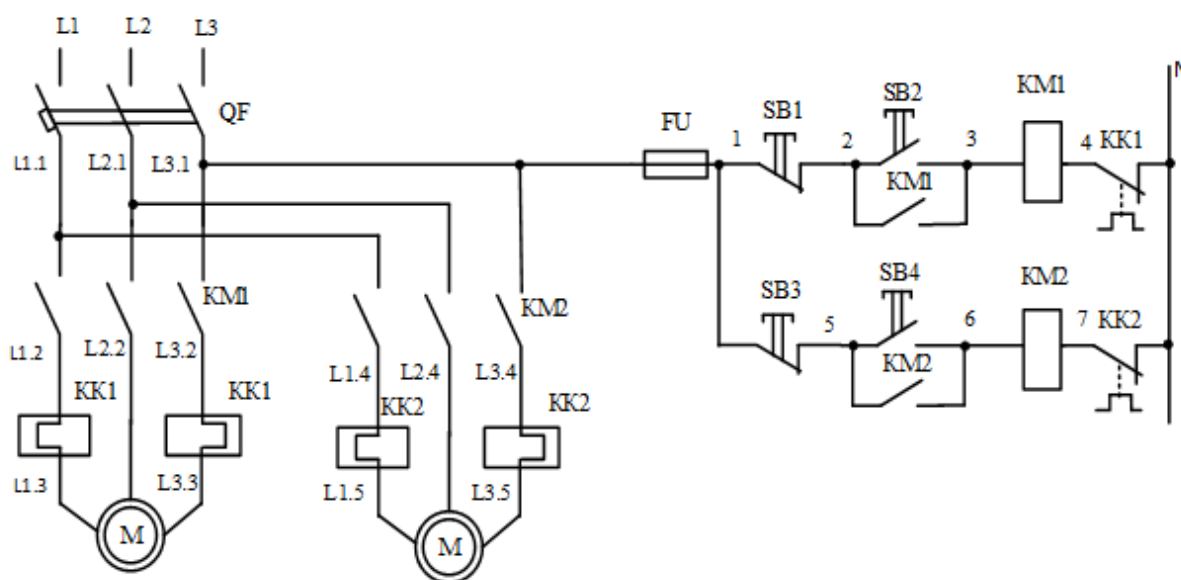


Рисунок 1.3 – Маркировка участков электрической цепи

При разработке принципиальных электрических схем следует придерживаться следующего порядка обозначения отдельных участков цепей:

1. Цепи переменного тока обозначают: L1, L2, L3 ... с добавлением последовательных чисел. Например, участки цепи первой фазы L1: L11, L12 и т. д.; участки цепи второй фазы L2: L21, L22 и т. д.; участки цепи третьей фазы L3: L31, L32 и т. д. Допускается, если это не вызывает ошибочного подключения, обозначать фазы цепей переменного тока буквами A, B, C.

2. Маркировка участков цепей на ПЭС при горизонтальном расположении цепей указывается над участком проводника, при вертикальном – слева от участка проводника.

3. Цепи управления, защиты, сигнализации, измерения в пределах изделия или установки маркируются числами, причем их последовательность должна быть от источника питания к потребителю, а разветвляющиеся участки цепи сверху вниз и слева направо.

Перечень элементов, таблицы, пояснения и примечания

Данные об элементах принципиальной электрической схемы, изображенных на чертеже, заносят в перечень элементов, который оформляют в виде таблицы (рис. 1.4).

Если схема выполнена на нескольких листах, то перечень элементов помещают на первом листе. Перечень элементов может выполняться также на отдельном листе. Заполняют перечень элементов сверху вниз в порядке следования букв латинского алфавита (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z).

Перечень элементов схемы

15 8	Позиционное обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
20	110	10		
185				

Рисунок 1.4 – Форма и размеры таблицы для перечня элементов

Примечания в виде отдельно сформулированных предложений помещают на свободном поле чертежа в удобном месте, как правило, в правой нижней части чертежа. Они содержат общие сведения, без которых невозможно установить взаимную связь материалов проектной документации.

Задания практической работы

Разработайте и опишите принципиальную электрическую схему управления системой технологических машин согласно варианту (приложение А), предусмотрев в ней:

- 1) световую сигнализацию состояния системы машин и заполнения бункера готовой продукции;*
- 2) систему управления электрического привода задвижкой бункера готовой продукции;*
- 3) звуковую сигнализацию о пуске системы машин;*
- 4) аварийный останов транспортирующих средств по месту;*
- 5) аварийный останов системы машин со щита управления;*
- 6) запуск системы машин в последовательности, противоположной направлению движения обрабатываемого продукта;*
- 7) наладочный режим работы оборудования;*
- 8) автоматическое и ручное регулирование температуры в сушильной установке;*
- 9) защиту электронагревателей и электродвигателей от токов коротких замыканий и перегрузок.*

Примите следующие исходные данные для проектирования:

- 1) краткое описание технологического процесса (приложении А);*
- 2) система машин оснащена трехфазными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором и трубчатыми электронагревательными элементами; основные данные указанного электрооборудования приведены в таблице приложения А;*
- 3) подключение электроприемников необходимо выполнить от трехфазной сети переменного тока с системой заземления TN-C-S; напряжение сети 380/220 В, частота переменного тока 50 Гц.*

Ход выполнения работы

При выполнении принципиальной электрической схемы необходимо руководствоваться ГОСТ 2.701–2008 «Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению» и ГОСТ 2.702–2011 «Правила выполнения электрических схем».

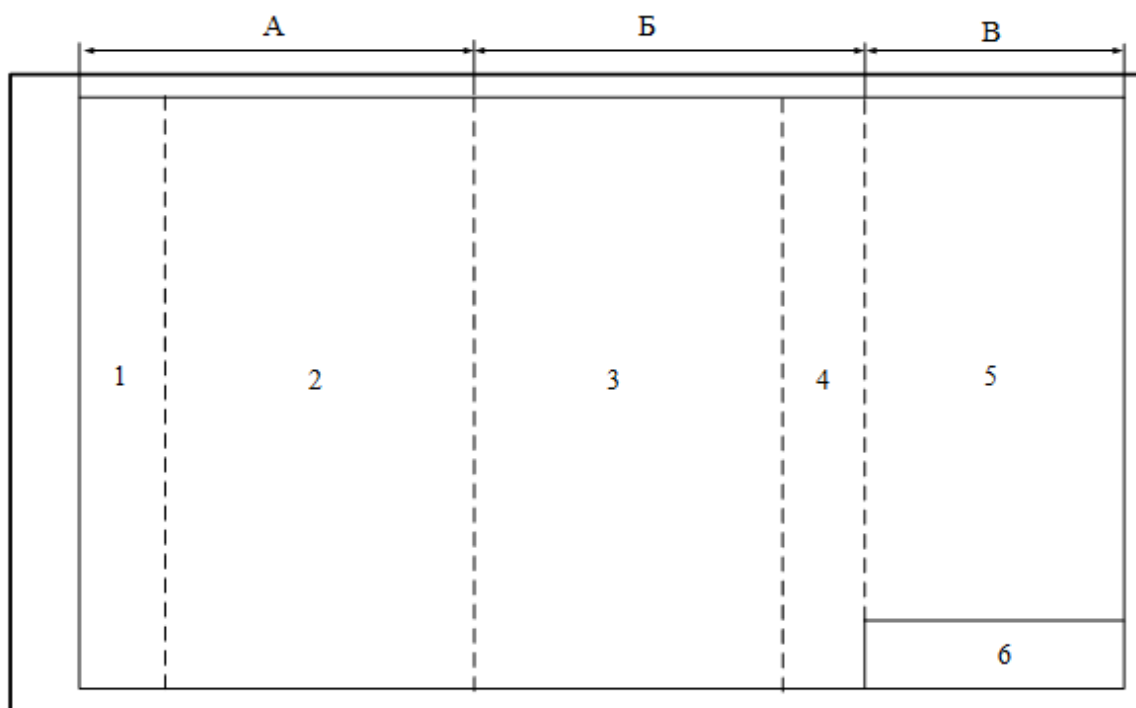
Принципиальная электрическая схема выполняется на листе формата А1 размером 841х594 мм. Для удобства работы над принципиальной схемой ее рекомендуется проводить в два этапа: сначала разработать силовые цепи, затем цепи управления, сигнализации, блокировки и т. п. в соответствии с техническим заданием на проектирование.

При отсутствии опыта проектной работы удобно перед началом работы подготовить лист: вычертить и соответствующим образом обрезать рамку по требуемому формату чертежа. Затем наметить контур основной надписи (штампа) чертежа и мысленно разбить лист вдоль его длинной стороны на три примерно равные части (зоны) (рис. 1.5).

В левой зоне А листа необходимо вычертить первичные (силовые) цепи, в средней зоне Б – вторичные цепи (управления, сигнализации, блокировки и т. п.), в правой зоне В (над основной надписью) разместить таблицу «Перечень элементов схемы» (рис. 1.4).

Вычерчивание силовых цепей следует начинать с разбивки чертежного поля зоны А на части по количеству токоприемников. Разметку зоны целесообразно начинать снизу, постепенно поднимаясь вверх. Части должны быть одинакового размера. После разбивки чертежного поля на части можно приступить к вычерчиванию силовых цепей.

На рисунках 1.6 и 1.7 показаны фрагменты силовых цепей с использованием различной аппаратуры для подключения электроприемников к источнику питания.



А, Б, В – зоны чертежного поля;
1 – таблица поясняющих надписей для первичных цепей; 2 – первичные цепи;
3 – вторичные цепи; 4 – таблица поясняющих надписей для вторичных цепей;
5 – таблица «Перечень элементов схемы»; 6 – штамп

Рисунок 1.5 – Рекомендуемое размещение составных частей принципиальной схемы электроустановки на чертежном поле листа формата А1

Следующий этап работы заключается в разработке схемы вторичных цепей (управления, сигнализации, регулирования, защиты, блокировки и т. п.) в соответствии с техническим заданием на проектирование, из которого можно понять всю совокупность указанных цепей.

Цепь управления включает набор элементарных цепей: сигнализации, защиты, регулирования и т. п. Цепь управления рекомендуется разместить в чертежном поле зоны Б листа (рис. 1.5). В правой части поля следует выделить и наметить место для таблицы поясняющих надписей шириной 40–60 мм (аналогично размерам таблицы поясняющих надписей для первичных цепей).

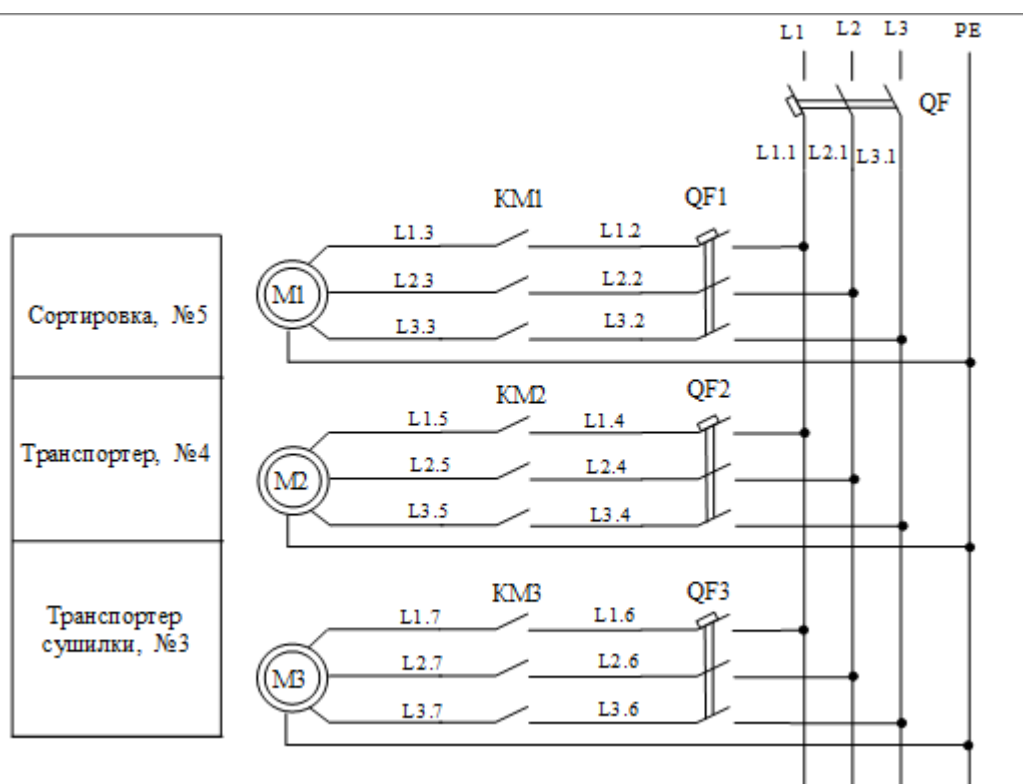


Рисунок 1.6 – Фрагмент силовой цепи с подключением токоприемников к источнику питания через автоматические выключатели с комбинированными расцепителями и магнитные пускатели без тепловых реле

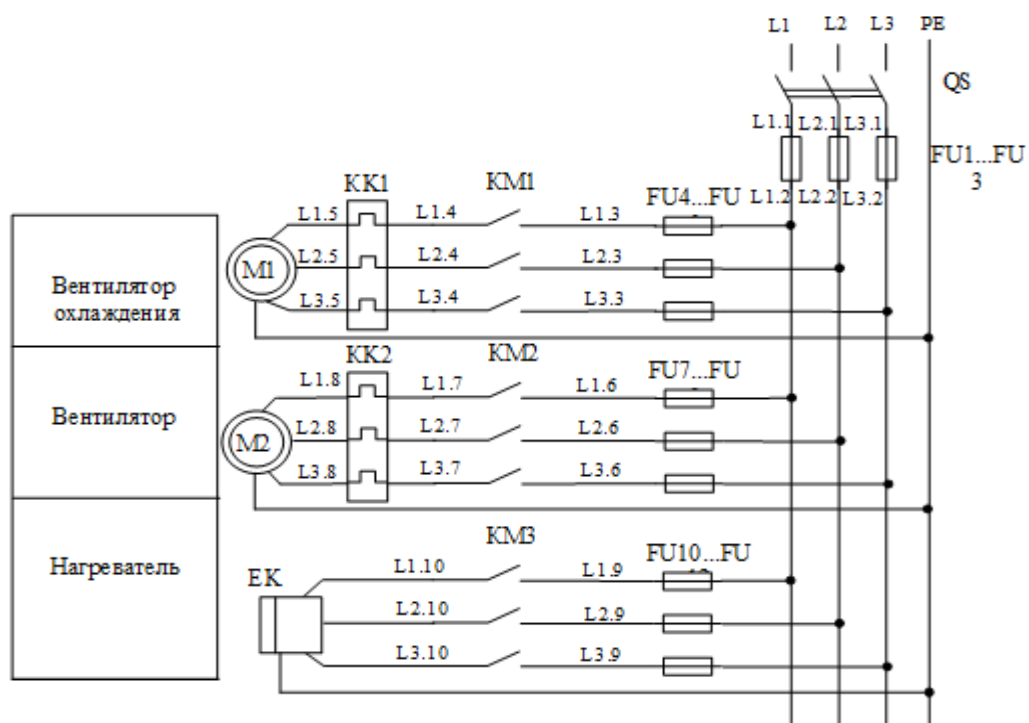


Рисунок 1.7 – Фрагмент силовой цепи с подключением токоприемников к источнику питания через плавкие предохранители, магнитные пускатели и тепловые реле

Затем в левой части чертежного поля Б намечают место для размещения элементарных цепей. Для этого проводят две параллельные вертикальные линии на расстоянии 200–250 мм одна от другой во всю ширину листа поля Б. Эти линии являются фазами источника питания (фаза – фаза, либо фаза – нуль).

Далее намечают и проводят сплошные тонкие горизонтальные линии по числу токоприемников. В результате, получается своеобразная «лестница», стойками которой являются фазы источника питания (L1 и L2; L1 и N), а перекладинами – горизонтальные строки, представляющие собой элементарные цепи управления, сигнализации, регулирования и т. п.

Следующим действием рекомендуется заполнить строки элементами аппаратуры управления, которые позволяли бы только включать и выключать электроприемники. Такими элементами являются кнопочные посты управления, катушка магнитного пускателя, блок-контакты магнитного пускателя.

На рисунке 1.8 приведен фрагмент схемы, на котором изображены указанные элементы и их соединение между собой. Элементы аппаратуры управления рекомендуется располагать в строке на таком расстоянии друг от друга, чтобы иметь возможность разместить между двумя соседними элементами дополнительно один, два или три элемента. После вычерчивания элементарных цепей управления, позволяющих только включать и выключать токоприемники, следует приступить к формированию дополнительных функций указанных цепей.

Для этого, в соответствии с техническим заданием на проектирование, между соседними элементами одной или нескольких строк размещают контакты переключателей, электротепловых реле, конечных выключателей, терморегуляторов, магнитных пускателей, промежуточных реле, реле времени и др.

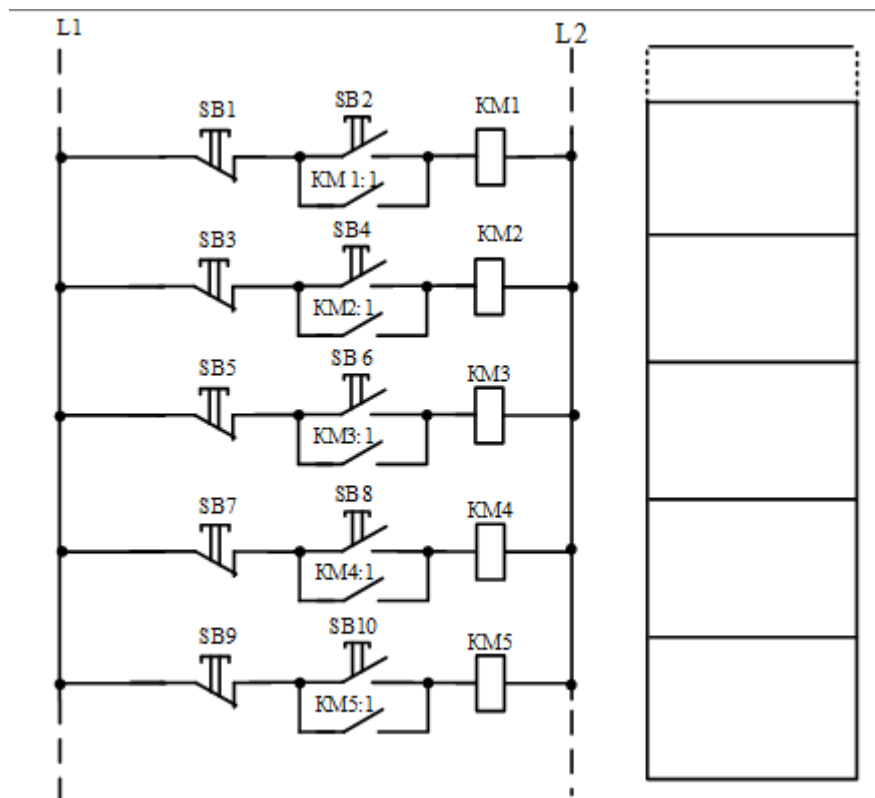


Рисунок 1.8 – Фрагмент схемы с элементарными цепями управления токоприемниками и скелетом таблицы поясняющих надписей

Формируют также цепи как световой, так и звуковой сигнализации. Световую сигнализацию выполняют с использованием сигнальной арматуры, сигнальных ламп и резисторов. Звуковую сигнализацию формируют на базе электрических звонков, гудков и сирен. В состав элементов указанных цепей включают универсальные переключатели, позволяющие переходить с ручного регулирования на автоматическое, и наоборот.

На следующем этапе оформления данной схемы необходимо заполнить таблицу поясняющих надписей. Это делается в произвольной форме при одном условии: пояснения должны быть краткими и понятными. Суть пояснений заключается в указании функции, которую выполняет элементарная цепь. На рисунке 1.9 представлен фрагмент схемы с расширенными функциями элементарных цепей и заполненной таблицей поясняющих надписей.

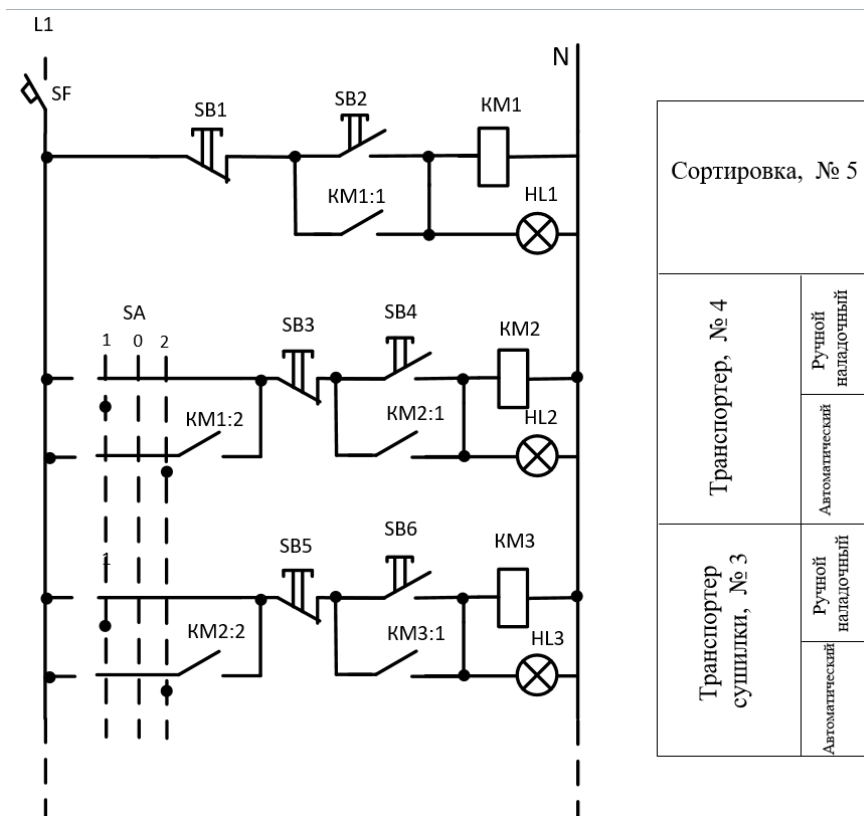


Рисунок 1.9 – Фрагмент схемы с расширенными функциями элементарных цепей и заполненной таблицей поясняющих надписей

После вычерчивания первичных и вторичных цепей необходимо перейти к описанию принципиальной электрической схемы управления технологическим процессом.

Описание принципиальной электрической схемы электроустановки рекомендуется дать в краткой и ясной форме. Не следует приводить очень подробное разъяснение о том, как работает та или иная элементарная цепь. Например, не рекомендуется описывать работу схемы следующим образом: при нажатии кнопки управления SB1 ток проходит от фазы L1, далее через замкнутый контакт однополюсного автоматического выключателя SF1, затем через кнопочный выключатель SB2 с размыкающим контактом, затем проходит через контакт нажатой кнопки управления SB1 и т. д. Такое изложение требует больше времени как на описание, так и на чтение схемы.

Описание принципиальной схемы рекомендуется давать в виде своеобразных тезисов, каждый из которых в короткой и ясной форме поясняет основную функцию одной или нескольких элементарных цепей. Ниже приведен фрагмент описания некой абстрактной принципиальной электрической схемы: «Пуск и останов технологического оборудования осуществляется при помощи постов управления SB4...SB25. О запуске оборудования свидетельствует загорание сигнальных ламп HL1...HL11. В схеме предусмотрена обратная последовательность пуска транспортеров. Это сделано для предотвращения завалов продукции при их пуске. С этой целью применена система блокировок с использованием блок-контактов КМ 1:2, КМ 2:2, КМ 3:2, КМ 4:2. Для вывода технологического оборудования в наладочный режим работы в схеме предусмотрены переключатели SA1...SA4».

Требования к отчету практической работы

Принципиальная электрическая схема управления электроустановкой выполняется на листе формата А1 в любой графической программе (Microsoft Visio, AutoCAD, Компас и т. д.) и должна содержать:

- 1) первичные (силовые) цепи переменного тока с таблицей поясняющих надписей;**
- 2) вторичные цепи (управления, световой и звуковой сигнализации, регулирования, защиты, блокировки) с таблицей поясняющих надписей;**
- 3) необходимые пояснения и примечания;**
- 4) основную надпись (штамп чертежа).**

Описание принципиальной электрической схемы необходимо оформить в тетради.

Контрольные вопросы

1. Какой шифр присваивается принципиальным электрическим схемам?
2. Можно ли силовую цепь и цепь управления одной принципиальной схемы выполнить на отдельных чертежах?
3. В чем заключается строчный метод выполнения принципиальных электрических схем?
4. Каковы способы изображения принципиальных электрических схем?
5. Что такое маркировка и как она выполняется?
6. Что такое двухбуквенный код элементов?
7. Каково условное графическое изображение на принципиальных электрических схемах катушки магнитного пускателя, кнопочного выключателя, плавкого предохранителя?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2.

ВЫБОР СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ

Цель работы состоит в приобретении практических навыков выбора силового электрооборудования и пускозащитной аппаратуры.

Работа рассчитана на шесть часов практических занятий.

План работы

1. Изучить теоретический материал по выбору электрооборудования и пускозащитной аппаратуры.
2. Выбрать силовое электрооборудование и пускозащитную аппаратуру в соответствии с заданием.
3. Оформить проектную документацию.
4. Проверить усвоение материала, используя контрольные вопросы.

Выбор электрооборудования и пускозащитной аппаратуры

Выбор электрических двигателей

Электрические двигатели предназначены для привода различных машин и механизмов. Большинство электродвигателей, используемых в промышленности и сельском хозяйстве, по принципу действия асинхронные. Они отличаются простотой конструкции и высокими техническими, экономическими и эксплуатационными показателями.

Выбор электродвигателей для привода рабочих машин производят по следующим параметрам:

- 1) по роду тока;
- 2) по напряжению электрической сети;
- 3) по скорости вращения;
- 4) по конструктивному исполнению (по условиям окружающей среды, способу монтажа);
- 5) по характеру и величине нагрузки.

Выбор электродвигателей по роду тока и напряжению для привода машин, как правило, однозначен, так как электроснабжение осуществляется по системе 380/220 В переменного тока частотой 50 Гц. Однако при большой мощности (более 100 кВт) следует переходить на напряжение 3, 6 или 10 кВ. Поскольку наибольшее распространение получили асинхронные короткозамкнутые электродвигатели, то, в первую очередь, следует обратиться к выбору двигателей именно этого типа. Иногда для снижения пускового тока и увеличения пускового момента целесообразно использовать асинхронные электродвигатели с фазным ротором. В тех случаях, когда асинхронный короткозамкнутый электродвигатель не проходит на напряжение 380/220 В по условиям пуска из-за соизмеримости мощности двигателя и источника, может быть использован двигатель для обеспечения пуска с переключением: «звезда» на «треугольник».

При выборе электродвигателя любого другого типа, кроме асинхронного короткозамкнутого, должны быть тщательно проанализированы технологические условия, проведено технико-экономическое обоснование, доказывающее необходимость его использования.

При *выборе электродвигателей по частоте вращения* следует стремиться к тому, чтобы она была как можно ближе к частоте вращения рабочей машины.

Из всех машин немногим более 10 % допускают непосредственное соединение с электродвигателем. В остальных случаях требуется использование

различных передач. Тип передачи выбирают в зависимости от необходимого передаточного числа и конструктивных особенностей рабочей машины. В этом случае лучше выбрать высокоскоростные двигатели ($n > 1500$ об/мин). Использование этих двигателей ведет к уменьшению массы и габаритов, к увеличению $\cos(\phi)$ и коэффициента полезного действия.

Особое внимание следует уделять выбору номинальной частоты вращения передаточного отношения в случае напряженного режима работы с частыми пусками и остановками. В каждом таком случае необходимо определять передаточное число, обеспечивающее время переходных процессов.

Большое значение имеет *выбор двигателя по конструктивному исполнению в отношении крепления и защиты от воздействия окружающей среды*. Для большинства машин используют двигатели с горизонтальным расположением вала и лапами для крепления. Для некоторых машин целесообразно применять двигатели с вертикальным расположением вала и креплением на лапах. Нашли применение двигатели с горизонтальным и с вертикальным расположением вала и фланцевым креплением, используемые, главным образом, в приводах вертикальных центробежных насосов, вентиляторов, сверлильных станков и ряда других машин. Большое распространение получили мотор-редукторы, имеющие значительно меньшие габариты и вес по сравнению с отдельно поставляемыми редукторами и двигателями. Выбор двигателя по способу крепления необходимо производить с учетом конструктивного исполнения рабочей машины, ее назначения, а также удобства монтажа и эксплуатации.

Очень ответственной задачей является правильный выбор двигателя в зависимости от условий окружающей среды. От этого в значительной мере зависит его долговечность, надежность и безопасность обслуживания. Выбор двигателя по защите от воздействия окружающей среды должен производиться в соответствии с условиями, в которых он будет работать.

При выборе двигателя по характеру и величине нагрузки следует стремиться к его полному использованию по мощности в процессе работы. При этом мощность электродвигателя определяется требованиями технологического процесса и режимов работы машин и механизмов.

В случае выбора двигателя завышенной мощности, ухудшаются его энергетические показатели (снижаются $\cos(\phi)$ и коэффициент полезного действия), возрастают габариты, вес и стоимость установки. Если же выбранный электродвигатель имеет номинальную мощность меньше требуемой, то это приводит к росту температуры обмоток выше допустимой и к выходу двигателя из строя или, как минимум, к значительному сокращению срока службы изоляции.

На величину мощности двигателя большое влияние оказывает его режим работы. Наиболее распространенные следующие режимы электроприводов: продолжительный – S1, кратковременный – S2 и повторно-кратковременный – S3.

Продолжительный режим работы – это такой режим, при котором температура двигателя достигает своего установившегося значения. В качестве примера можно привести двигатели, работающие на приводе вентиляторов, компрессоров, насосов, сушилок и транспортеров зерна, зернопогрузчиков, большинства кормоприготовительных машин и т. п.

Кратковременный режим работы – это такой режим, при котором за рабочий период температура двигателя не успевает достигнуть установившегося значения, а за время паузы его температура снижается до температуры окружающей среды. По такому режиму работают электродвигатели для привода затворов и лазов (в птичниках), для уборки навоза, для работы механизмов поворотов лотков в инкубаторах и т. п.

Повторно-кратковременный режим работы характеризуется тем, что двигатель ни в одном из рабочих периодов не нагревается до установившейся температуры, а за время пауз не охлаждается до температуры окружающей среды. В таком режиме работают двигатели насосов автоматических насосных станций, центробежных компрессоров холодильных установок, тельферов, сенных прессов, транспортеров и т. п.

Выбор аппаратов управления и защиты

Согласно правилам устройства электроустановок, для электродвигателей переменного тока должна предусматриваться защита от коротких замыканий, от тока перегрузки и защита минимального напряжения.

Для защиты электродвигателей от коротких замыканий должны применяться предохранители или автоматические выключатели с электромагнитными расцепителями. Защита от перегрузки должна предусматриваться в тех случаях, когда возможны технологические перегрузки рабочих машин, на приводе которых установлен электродвигатель. Защита должна выполняться тепловыми реле или тепловыми расцепителями автоматических выключателей.

Для электродвигателей с повторно-кратковременным режимом работы защиту от перегрузки не устанавливают. Защита от коротких замыканий должна предусматриваться во всех фазах. Защита от перегрузки должна выполняться, как минимум, в двух фазах. Все виды защиты допускается осуществлять соответствующими расцепителями, встроенными в один аппарат.

Исходными данными для выбора защитной аппаратуры являются:

- 1) характеристика питающей сети (напряжение, род тока, частота и т. п.);
- 2) режим работы электродвигателей, их паспортные и каталожные данные;

- 3) значения коэффициентов загрузки и одновременности;
- 4) рабочие и пусковые токи электродвигателя;
- 5) условия окружающей среды.

Выбор предохранителей. К основным параметрам предохранителей относят номинальный ток, номинальное напряжение и предельно отключаемый ток.

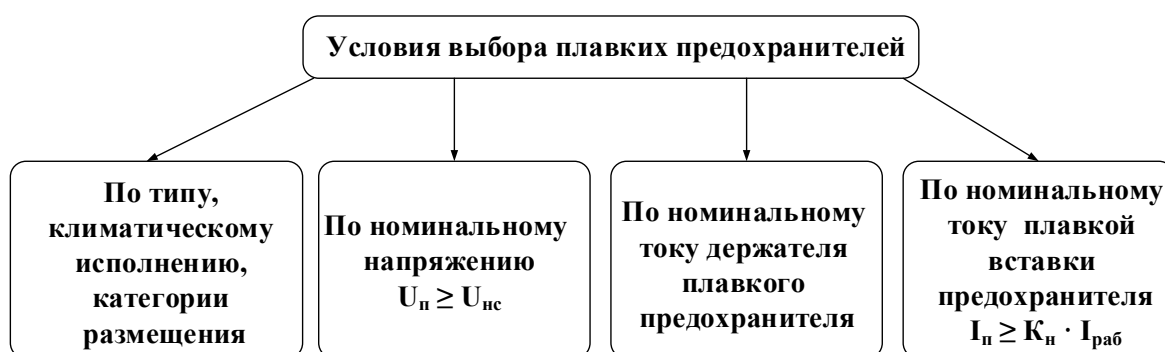


Рисунок 2.1 – Основные условия выбора плавких предохранителей

Номинальное напряжение предохранителя (U_n) должно быть равно или больше напряжения электроустановки ($U_{нс}$), которую он защищает.

Номинальный ток держателя (I_d) плавкого предохранителя должен быть больше рабочего тока ($I_{раб}$), протекающего в защищаемой цепи. При этом номинальный ток держателя плавкого предохранителя не должен быть меньше номинального тока плавкой вставки.

Номинальный ток плавкой вставки (I_n) выбирается в зависимости от типа электрооборудования, характера и вида нагрузки в защищаемой цепи по условиям. При этом значение номинального тока плавкой вставки следует округлять до большего стандартного значения из номинального ряда. Номинальный ток плавкой вставки – это значение тока, который плавкая вставка может длительно проводить в установленных условиях без повреждений.

Ток плавкой вставки I_n определяется с учетом соотношения:

$$I_{\Pi} > I_{\text{н}} \cdot K_3 \quad (2.1)$$

где $I_{\text{н}}$ – номинальный ток установки, А;

K_3 – коэффициент запаса.

Коэффициент запаса выбирается по таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Значения коэффициента запаса

Вид электрооборудования	Коэффициент запаса
Лампы накаливания	1,0
Лампы люминесцентные	1,0
Дуговые ртутные лампы, ртутные лампы высокого давления	1,2
Одиночный асинхронный двигатель	$\frac{K_{\Pi}}{\alpha}$
Группа двигателей	$\frac{K_{\text{п.г.}}}{\alpha}$
Электротехническое устройство	1,1...1,3

Примечание: K_{Π} – кратность пускового тока асинхронного двигателя; $K_{\text{п.г.}}$ – кратность пускового тока самого мощного асинхронного двигателя защищаемой группы; α – коэффициент, учитывающий условия пуска асинхронного двигателя, равный от 1,6 до 2,5. Чем тяжелее пуск, тем меньше коэффициент α ($\alpha = 2,5$ соответствует пуску на холостом ходу).

С учетом характера нагрузки номинальный ток плавкой вставки для защиты электродвигателей определяется следующим образом:

1. Для линии с одним асинхронным короткозамкнутым электродвигателем:

$$I_{\Pi} \geq \frac{I_{\text{н}} \cdot K_{\Pi}}{\alpha} \quad (2.2)$$

2. Для сетей, питающих несколько групп потребителей (электродвигателей), ток плавкой вставки выбирают исходя из следующих условий.

Первое условие:

$$I_{\Pi} \geq K_0 \sum_{i=1}^n I_{pi} \quad (2.3)$$

где K_0 – коэффициент одновременности;

n – общее число электродвигателей;

I_{pi} – рабочий ток i -го двигателя, А;

Второе условие:

$$I_{\Pi} \geq K_0 \sum_{i=1}^{n-1} I_{pi} + \frac{I_{\Pi.max}}{\alpha} \quad (2.4)$$

где $\sum_{i=1}^{n-1} I_{pi}$ – сумма рабочих токов, одновременно работающих $n-1$ электродвигателей, но без учета электродвигателя с наибольшим пусковым током;

$I_{\Pi.max}$ – наибольший пусковой ток электродвигателя, А;

α – коэффициент, зависящий от условий двигателя с наибольшим пусковым током.

Выбор автоматических выключателей. Основной рабочий элемент автоматических выключателей – расцепитель. Расцепитель – это устройство, механически связанное с автоматическим выключателем (или встроенное в него), которое освобождает удерживающее устройство в механизме автоматического выключателя.

Действие теплового расцепителя основано на изменении формы биметаллической пластинки при протекании по ней тока нагрузки выключателя, больше номинального тока этого выключателя. Пластика действует на механизм выключения выключателя.

Электромагнитный расцепитель представляет собой токовое реле, действующее на защелку автомата. При коротком замыкании сердечник катушки под действием тока, превысившего ток уставки, нажимает защелку,

удерживающую автомат во включенном состоянии, и под действием пружины силовые контакты размыкаются, отключая сеть.

Комбинированный расцепитель содержит расцепители обоих видов.

По току мгновенного расцепления автоматические выключатели классифицируют на типы, указанные в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Классификация автоматических выключателей по диапазонам токов мгновенного расцепления

Тип	Диапазон
B	$(3...5) I_n$
C	$(5...10) I_n$
D	$(10...20) I_n$

Ток мгновенного расцепления – это минимальное значение тока, вызывающее срабатывание выключателя без выдержки времени.

Ток расцепителя мгновенного действия нормируется либо в единицах тока, либо как величина, кратная номинальному току расцепителя перегрузки: например, $10 \cdot I_n$. Следует иметь в виду, что термин «мгновенное действие» вовсе не означает отсутствие выдержки времени при срабатывании, поскольку для автоматического выключателя оно существует в диапазоне от 10 до 100 мс в зависимости от типа.

Фирмой «Сименс» производятся также расцепители мгновенного действия с типом характеристики А $(2...3 \cdot I_n)$, которые рекомендуется применять для защиты полупроводниковых приборов и электропроводок большой протяженности.

Основные условия выбора автоматических выключателей приведены на рисунке 2.2.

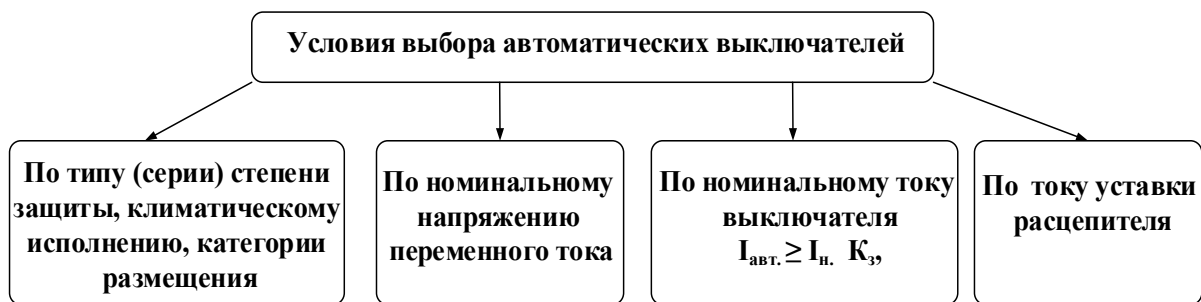


Рис. 2.2 Условия выбора автоматических выключателей

Номинальное напряжение выключателя ($U_{\text{в}}$) – напряжение переменного или постоянного тока, протекающего через автоматический выключатель, при котором нормируются его технические характеристики.

Номинальный ток выключателя ($I_{\text{авт}}$) – установленное изготовителем значение тока (переменного или постоянного), протекающего в продолжительном режиме через автоматический выключатель при указанной контрольной температуре окружающего воздуха.

Условие выбора автоматических выключателей определяется соотношением:

$$I_{\text{авт}} > I_{\text{н}} \cdot K_{\text{з}} \quad (2.5)$$

где $I_{\text{н}}$ – номинальный ток установки, А;

$K_{\text{з}}$ – коэффициент запаса (табл. 2.3).

Использование для управления электродвигателями автоматических выключателей (вместо магнитных пускателей и контакторов с электротепловыми реле) допускается лишь в соответствии с техническими условиями на эти выключатели или по согласованию с заводом изготовителем. Для защиты электродвигателей рекомендуется выбирать автоматические выключатели с защитными характеристиками, имеющими кратности тока более 10 (тип характеристик D).

Таблица 2.3 – Значения коэффициента запаса

Вид электрооборудования	Коэффициент запаса
Лампы накаливания	1,0
Лампы люминесцентные	1,0
Дуговые ртутные лампы, ртутные лампы высокого давления	1,4
Одиночный асинхронный двигатель	1,2
Группа двигателей	1,2
Электротехническое устройство	1,1...1,2

Для автоматических выключателей с регулированием тока уставки теплового расцепителя следует добиваться равенства тока уставки теплового расцепителя рабочему току электродвигателя, электрической линии и т. д.

Правильность срабатывания электромагнитного расцепителя автоматического выключателя проверяют из условия:

$$I_{\text{сраб.расц.э}} > 1,25 \cdot I_{\text{max}} \quad (2.6)$$

где $I_{\text{сраб.расц.э}}$ – ток срабатывания электромагнитного расцепителя (ток мгновенного расцепления);

I_{max} – максимальный ток электроустановки.

Выбор магнитных пускателей и тепловых реле. Магнитные пускатели предназначены для дистанционного управления трехфазными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором и другими приемниками энергии.

Включение магнитных пускателей может производиться вручную с помощью кнопочного поста и автоматически с помощью датчиков автоматики непосредственно или через промежуточные реле, с помощью блок-контактов других пускателей. Отключение пускателей производится вручную или при аварийных режимах с помощью тепловых реле или реле максимального тока, при отключении заблокированных с ними других пускателей, при действии устройств автоматики.

Электротепловое реле – коммутационный аппарат, применяемый в качестве комплектующего изделия в схемах управления электроприводом, предназначенный для защиты электродвигателя от перегрузок, в том числе возникающих при обрыве одной из фаз сети.

Токовые электротепловые реле (тепловые реле) в основном предназначены для защиты трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором от перегрузок недопустимой продолжительности, а также возникающих при обрыве одной из фаз и несимметрии токов в фазах. Электротепловые реле применяют в качестве комплектующих изделий в схемах управления электроприводами в цепях переменного и постоянного тока. Реле можно крепить непосредственно к электромагнитным пускателям и устанавливать индивидуально с помощью клеммников в комплектных устройствах управления электроприводами.

Так как электротепловые реле не защищают электродвигатели от коротких замыканий и сами нуждаются в такой защите, то на ответвлении к электродвигателю перед электромагнитным пускателем рекомендуется устанавливать автоматический выключатель с электромагнитным расцепителем или предохранители.

Магнитные пускатели выбирают:

- 1) по номинальному напряжению;
- 2) по напряжению катушки;
- 3) по габариту;
- 4) по возможности реверсирования;
- 5) по наличию тепловых реле;
- 6) по условиям окружающей среды;
- 7) по количеству блок контактов.

При этом учитывают следующие соотношения:

$$U_{\text{нп}} \geq U_{\text{нс}} \quad (2.7)$$

$$U_{\text{нк}} = U_{\text{н.упр}} \quad (2.8)$$

$$P_{\text{нп}} \geq P_{\text{н.дв}} \quad (2.9)$$

$$I_{\text{нп}} \geq I_{\text{н.дв}} \quad (2.10)$$

где $U_{\text{нп}}$ – номинальное напряжение пускателя, В;

$U_{\text{нк}}$ – номинальное напряжение катушки магнитного пускателя, В;

$U_{\text{н.упр}}$ – номинальное напряжение цепи управления, В;

$P_{\text{нп}}$ – наибольшая мощность, управляемая пускателем, кВт;

$P_{\text{н.дв}}$ – мощность электродвигателя, кВт;

$I_{\text{нп}}$ – наибольший номинальный ток пускателя, А.

$I_{\text{н.дв}}$ – номинальный ток двигателя пускателя, А.

Тепловые реле выбираются, как и тепловые расцепители автоматических выключателей (по напряжению, номинальному току нагревательного элемента с последующей регулировкой на номинальный или рабочий ток электроустановки).

Электротепловые реле следует выбирать так, чтобы его максимальный ток продолжительного режима с данным реагирующим элементом был не меньше номинального тока защищаемого двигателя, а ток уставки реле равен ему. Запас регулировки тока уставки на шкале реле должен быть небольшим, особенно в сторону увеличения, в противном случае возможны загробление защиты и отказ в работе реле.

Выбор кнопок и постов управления. Кнопки и посты управления предназначены для дистанционного управления электромагнитными аппаратами переменного тока напряжением до 500 В и постоянного тока до 220 В.

Кнопки управления по числу кнопочных элементов (штифтов) подразделяются на одно-, двух- и трехэлементные. Контактные системы изготавливают обычно с самовозвратом, осуществляемым с помощью пружин. Кнопки управления изготавливают в открытом (для утопленного монтажа на лицевых панелях щитов и пультов управления) и защищенном, водонепроницаемом или пылеводозащищенном исполнении.

Кнопка – электрический командный аппарат, состоящий из кнопочного (контактного) и приводного элементов и предназначенный в основном для ручного дистанционного управления электромагнитными аппаратами. Кнопки применяются в цепях переменного тока с напряжением не более 660 В и постоянного тока не более 440 В.

Различают кнопки двух типов: моноблочные, у которых контактный элемент и привод смонтированы в едином блоке, и двухблочные, у которых привод (толкатель, рукоятка, замок с ключом) устанавливается на отдельной плите, а кнопочный элемент монтируется на основании под приводным элементом. Кнопки могут иметь от двух до восьми контактов, причем количество нормально разомкнутых контактов обычно равно количеству нормально замкнутых.

После того, как нажатие на приводной элемент прекращается, он совместно с контактами под действием возвратных пружин приходит в исходное положение. Существуют кнопки без самовозврата: с механически или электромагнитно управляемой защелкой. В современных конструкциях кнопок применяются подвижные контакты мостикового типа с двойным разрывом цепи. Материалом контактов служит серебро или металлокерамические композиции.

Одна или несколько кнопок управления, смонтированные в корпусе или на панели, представляют кнопочную станцию.

Кнопочные посты предназначены для включения и отключения электрических устройств, для изменения направления вращения приводов в устройствах, для ручного экстренного отключения оборудования в аварийных ситуациях и т. д. в зависимости от назначения того или иного электротехнического оборудования.

В целом можно отметить, что для различных задач кнопочные посты выполняются в различных корпусах и с разным количеством кнопок. Однако одна особенность принципиально важна – кнопочные посты не используются в высоковольтных цепях. Они, конечно, могут управлять высоковольтным оборудованием, но сами работают в цепях с напряжением до 600 вольт переменного или до 400 вольт постоянного тока.

Зачастую и ток через кнопочный пост – это не рабочий ток установки. Коммутацию силовых цепей осуществляет пускатель, а вот пускателем управляет кнопочный пост. Например, подключением к сети асинхронного двигателя напрямую или в реверс управляет магнитный пускатель, а пускателем управляет оператор при помощи трехкнопочного поста: «Пуск вперед», «Пуск назад», «Стоп».

Количество кнопок на кнопочном poste определяется назначением потребителей и их количеством. Так, посты бывают двухкнопочными и многокнопочными. В простейшем виде кнопок всего две «Пуск» и «Стоп». А иногда достаточно и одной кнопки, установленной, например, на токарном станке.

Кнопки могут располагаться в металлическом или пластиковом корпусе, который в свою очередь монтируется на более удобном для эксплуатации месте. Отдельно можно выделить посты для управления кран-балками (посты ПКТ – пост кнопочный тельферный).

Главный элемент кнопочного поста – кнопка-толкатель. Кнопки-толкатели бывают двух типов: самовозвратные и с фиксацией. Самовозвратные кнопки-толкатели выталкиваются в исходное состояние пружиной: оператор

нажал на кнопку «Стоп», и кнопка «Пуск» вернулась в исходное состояние. Кнопки-толкатели с фиксацией выталкиваются только после повторного нажатия (пока снова не нажмешь, контакты не разомкнутся).

Широкое распространение получили кнопки управления типа ПКЕ, КМЕ, КЕ, КС, КУ. Выбирают кнопки управления по номинальному напряжению, номинальному току контактов, условиям окружающей среды, количеству и типу толкателей и контактов.

Выбор универсальных переключателей. Универсальные переключатели предназначены для коммутации электрических цепей и устройств автоматики, для ручного переключения полюсов многоскоростных асинхронных электродвигателей малой мощности, а также для переключения электроизмерительных приборов в электрических цепях постоянного тока напряжением до 440 В и переменного тока напряжением до 500 В и частотой 50 Гц.

Переключатели изготовляют либо с фиксацией рукоятки в определенных положениях, либо с самовозвратом рукоятки в нулевое положение.

Универсальные переключатели выбирают путем подбора диаграммы замыканий контактов, удовлетворяющей порядку переключений, принятому в схеме управления, для которой подбирают универсальный переключатель. Диаграммы замыканий контактов универсальных переключателей приводятся в каталогах. Учитывают также условия окружающей среды.

Задания практической работы

В соответствии с принципиальной электрической схемой управления системой машин (см. практическую работу 1) произведите выбор:

- 1) асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором;*
- 2) трубчатых электронагревательных элементов;*

- 3) автоматических выключателей;
- 4) плавких предохранителей;
- 5) магнитных пускателей;
- 6) электротепловых реле;
- 7) универсальных переключателей;
- 8) кнопок управления и кнопочных станций (постов управления);
- 9) световой и звуковой сигнальной аппаратуры;
- 10) путевых (кнопочных выключателей).

Примите следующие исходные данные для выполнения работы:

- 1) принципиальная электрическая схема управления системой машин (по практической работе 1);
- 2) эксплуатация электрифицированной системы машин предполагается в районах с умеренным климатом в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий;
- 3) электрооборудование должно быть защищено от попадания мелких твердых посторонних тел толщиной не менее одного миллиметра и брызг воды любого направления;
- 4) пусковой режим электродвигателей – легкий, коэффициент загрузки по заданию приложения А.

Ход выполнения работы

Выбор электродвигателей в работе практически сводится к определению из справочной литературы (приложение В) их марок с учетом данных, приведенных в техническом задании.

При выборе типа трубчатых электронагревательных элементов необходимо обратить внимание на то, что рабочей средой для них является воздух.

Результаты выбора электродвигателей и трубчатых электронагревательных элементов рекомендуется представить в форме таблицы 2.4, в которой приведен пример заполнения одной из строк.

Таблица 2.4 – Основные технические показатели силового электрооборудования

Наименование оборудования	Вид электроприемника	Позиционное обозначение на принципиальной схеме	Марка электроприемника	Показатели			
				$P_{ном}, кВт$	$\eta, \%$	$\cos \varphi$	K_n
Выходной транспортёр	Электродвигатель	M1	4A100L6Y3	2,2	81	0,73	5,5

Перед непосредственным выбором пускозащитной аппаратуры рекомендуется выполнить расчет номинальных, рабочих и пусковых токов электродвигателей и трубчатых электронагревательных элементов.

Расчет номинальных токов силового электрооборудования производится по формуле:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} \quad (2.11)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность электроприемника, кВт;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение сети, кВ.

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности;

η – коэффициент полезного действия.

Рабочий ток рассчитывают по формуле:

$$I_{раб} = I_{ном} \cdot K_3 \quad (2.12)$$

где K_3 – коэффициент загрузки (приложение А).

Расчет пусковых токов электродвигателей выполняется по формуле:

$$I_{\text{пуск}} = I_{\text{ном}} \cdot K_{\text{п}} \quad (2.13)$$

где $K_{\text{п}}$ – коэффициент кратности пускового тока.

В качестве примера в работе рекомендуется привести расчет номинального, рабочего и пускового тока одного из электродвигателей электроустановки. Пример должен включать два пункта: *Исходные данные для расчета* и *Решение*.

Исходные данные для расчета:

Марка электродвигателя – 4A100L6У3.

Номинальная мощность – $P_{\text{ном}} = 2,2 \text{ кВт}$.

Коэффициент полезного действия – $\eta = 0,81$.

Коэффициент мощности – $\cos \varphi = 0,73$.

Кратность пускового тока – $K_{\text{п}} = 5,5$.

Коэффициент загрузки – $K_{\text{з}} = 0,8$.

Номинальное напряжение сети – $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$.

Решение:

Подставляя значения в формулы (2.11) – (2.13) получим:

$$I_{\text{ном}} = \frac{2200}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,73 \cdot 0,81} = 5,65 \text{ А}$$

$$I_{\text{раб}} = 5,65 \cdot 0,8 = 4,2 \text{ А}$$

$$I_{\text{пуск}} = 5,65 \cdot 5,5 = 31,08 \text{ А}$$

Все остальные расчеты рекомендуется свести в сводную таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Номинальные, рабочие и пусковые токи электроприемников

Показатели	Электроприемники				
	М1	М2	...	ЕК1	...
Номинальный ток, $I_{\text{ном}}, \text{ А}$	5,65				
Рабочий ток, $I_{\text{раб}}, \text{ А}$	4,52				
Пусковой ток, $I_{\text{пуск}}, \text{ А}$	31,08				

После этого можно приступить к выбору магнитных пускателей в соответствии с условиями (2.7) – (2.10).

При выборе магнитных пускателей предлагается ориентироваться на пускатели типа КМИ (приложение Е). Пускатели типа КМИ, как и многие современные пускатели имеют только один дополнительный контакт. Для увеличения количества вспомогательных контактов используются различные контактные приставки. На пускатели легко устанавливаются приставки с разным набором замыкающих и размыкающих контактов. Изделие механически соединяется с пускателями в области входных зажимов, после чего фиксируется над траверсой оборудования. Входные зажимы расположены сверху.

В работе предлагается выбрать приставку в зависимости от количества дополнительных контактов в схеме управления установкой (см. практическое занятие 1) по приложению И, после чего полученные данные свести в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты выбора магнитных пускателей

Наименование оборудования	Позиционное обозначение на принципиальной схеме	Мощность двигателя, кВт	Номинальный ток двигателя, А	Характеристики контактных приставок		Характеристика пускателей					
				Тип	Количество блок контактов, замыкающих x размыкающих	Тип	Габарит	$U_{нп}, В$	$I_{нп}, А$	$P_{нп}, кВт$	$U_{нк}, В$
Выходной транспортёр	М1	2,2	5,65	ПКИ-11	1x1	КМИ-10910	1	380	9	4	220

Следующим этапом задания является выбор тепловых реле. Для пускателей типа КМИ промышленность предлагает тепловые реле типа РТИ и РТЭ (приложение Ж). Результаты выбора следует показать в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Результаты выбора тепловых реле

Наименование технологического оборудования	Позиционное обозначение на принципиальной схеме	Номинальный ток двигателя, А	Тип теплового реле	Предел регулировки тока уставки, А
Выходной транспортёр	КК1	5,65	РТИ-1310	4,0–6,0

Далее переходят к выбору автоматических выключателей (приложение Д) или плавких предохранителей (приложение Г) (в зависимости от вида схемы первичных цепей). Автоматические выключатели позволяют защитить электродвигатели от тока короткого замыкания и от перегрева в результате различных причин: например, при перегрузке механизма. С этой целью в них устанавливают электромагнитные и тепловые расцепители.

Рекомендуется привести пример выбора автоматического выключателя или предохранителя (в зависимости от задания) для одного из электродвигателей. Пример должен содержать: *Исходные данные для расчета и выбора автоматических выключателей (предохранителей)* и *Решение*. Результаты выбора необходимо обобщить в таблицах 2.8 или 2.9.

После выбора автоматических выключателей (предохранителей) переходят к выбору постов управления, средств световой и звуковой сигнализации. Для управления транспортерами, вентиляторами и трубчатыми электронагревательными элементами рекомендуется использовать кнопочные посты управления с одной и двумя кнопками управления, представленные в приложении Л.

Таблица 2.8 – Результаты выбора автоматических выключателей

Наименование технологического оборудования	Наименование токоприёмника	Позиционное обозначение на принципиальной схеме	Тип автоматического выключателя	Показатели			
				$I_{авт}, A$	$I_{расц.т}, A$	Характеристика срабатывания электромагнитного расцепителя	$I_{сраб.расц.э}, A$
Выходной транспортёр	электродвигатель	QF1	BA14- 26-34	32	6	C	30

Таблица 2.9 – Результаты выбора предохранителей

Наименование технологического оборудования	Наименование токоприёмника	Позиционное обозначение на принципиальной схеме	Тип предохранителя	Показатели	
				$I_{д}, A$	$I_{н}, A$
Выходной транспортёр	электродвигатель	FU1...FU3	ПР 2-15	15	10

Для переключения режимов предлагается выбор кулачковых выключателей серии 4G (приложение К). Кулачковые выключатели серии 4G являются выключателями низкого напряжения, разработанными с учетом современного уровня знаний в области коммутационной аппаратуры и последних достижений современной техники. Основные элементы и структурные блоки стандартны и выпускаются серийно, что позволяет производить выключатели с произвольной программой коммутации. Выключатели имеют несколько модификаций и могут использоваться для различных целей. Выключатели серии 4G характеризуются небольшими габаритными размерами, высокой коммутационной способностью, стойкостью к кратковременным перегрузкам. Переключатели выбирают по току, числу полюсов и схеме коммутационной программы (приложение М).

Для реализации звуковой сигнализации можно применить звонки типа ЗВП-220, звонки громкого боя типа МЗМ, ревуны типа РВ-220, сирены типа СС-1-220. Указанные аппараты рассчитаны на напряжение 220 В. Для реализации световой сигнализации рекомендуется применять сигнальную арматуру, представленную в приложении П.

Далее рекомендуется заполнить таблицу «Перечень элементов схемы» на первом листе в соответствии с образцом, представленным в таблице 2.10. Таблицу заполняют сверху вниз в порядке следования букв латинского алфавита (А, В, С, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, U, V, W, X, Y, Z) и располагают над основной надписью, несколько отступив от нее (10–15 мм). После оформления указанной таблицы необходимо заполнить основную надпись (штамп) первого листа.

Таблица 2.10 – Перечень элементов схемы

Позиционное обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
ЕК	ТЭН-21	3	$P=0,8$ кВт
НА	Звонок электрический ЗВП-220	1	$P=7$ Вт
QF6.QF7	Автоматический выключатель ВА 14-37	1	$I_{н.расц.т} = 3,2$ А
SB4...SB25	Пост управления ПКЕ 622-2УЗ	11	

Требования к отчету практической работы

Расчеты по выбору силового электрооборудования и аппаратуры управления и защиты следует привести в тетради для практических занятий.

Таблицу «Перечень элементов схемы» заполнить на графическом листе «Принципиальная электрическая схема управления системой машин» (см. практическую работу 1).

Контрольные вопросы

1. Перечислите параметры, по которым осуществляется выбор электродвигателей для привода рабочих машин.
2. Каковы исходные данные для выбора защитной аппаратуры?
3. Поясните порядок выбора плавких предохранителей.
4. Поясните порядок выбора автоматических выключателей.
5. Поясните порядок выбора магнитных пускателей и тепловых реле.
6. Каковы параметры, по которым выбирают кнопки управления и кнопки станции (посты управления)?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЩЕГО ВИДА ЩИТА УПРАВЛЕНИЯ

Цель работы состоит в приобретении практических навыков разработки общего вида щитов и пультов и оформления проектной документации.

Работа рассчитана на четыре часа практических занятий.

План работы

1. Изучить теоретический материал по проектированию щитов и пультов.
2. Разработать общий вид щита управления в соответствии с заданием.
3. Оформить проектную документацию
4. Проверить усвоение материала, используя контрольные вопросы.

Проектирование щитов и пультов управления

Устройства для комплектного размещения аппаратуры

Современные электроустановки, включая и автоматизированные электроприводы, укомплектовывают большим числом разнообразной аппаратуры управления, измерения, защиты, сигнализации и т. д. Во всех случаях эта аппаратура должна быть целесообразно размещена, а также обеспечена необходимой защитой от воздействия окружающей среды и механического повреждения. При этом сама аппаратура не должна быть источником травм или несчастных случаев.

Для размещения аппаратуры выпускают специальные шкафы, щиты, блоки и т. д. Государственные стандарты регламентируют размеры металлического каркаса, а также наименование и размеры соответствующих устройств (щиты, шкафы, панели, пульта, блоки и др.). В настоящее время эти устройства упорядочены, что обеспечивает единообразие и определенность низковольтных комплектных устройств (далее – НКУ). Их изготавливают на напряжение до 1 000 В переменного тока и до 1 200 В постоянного тока.

В НКУ всю необходимую аппаратуру монтируют внутри корпуса, на дверце располагают аппаратуру управления, мнемоническую схему. Для ввода проводов и кабелей в дне оболочки предусматривают отверстия, а внутри оболочки обязательно помещают мешочек с порошком силикагеля для обезвоживания внутреннего объема.

Простейшим видом комплектного устройства являются разного рода осветительные, групповые, силовые распределительные шкафы, щиты разных типов.

Промышленность осуществляет комплексную поставку устройств автоматического управления и регулирования для различных отраслей производства. Эти устройства выполнены, в основном, из унифицированных шкафов и секций, которые собирают из отдельных элементов-модулей. Примером построения такой системы служат распределительные устройства типа РУС и РУСМ, при помощи которых обеспечивается управление электрифицированными процессами раздачи кормов, водоснабжения, отопления и вентиляции, облучения животных. Устройства типа РУС и РУСМ выпускают отдельными блоками, позволяющими собирать типовые электрические схемы управления электродвигателями.

Блоки РУС и РУСМ представляет собой металлический или пластмассовый ящик, внутри которого размещают магнитные пускатели, автоматические

выключатели и другую аппаратуру, применяемую в схемах управления электроприводами. Типовые унифицированные блоки различают по принципиальным электрическим схемам, типам применяемых аппаратов и их уставкам от перегрузок или токов коротких замыканий.

В качестве аппаратов защиты в блоках РУСМ используют автоматы серии ВА (ВА51Г25, ВА51-25, ВА57-31). Управление электроприводами осуществляется магнитными пускателями типа ПМЛ-100 и ПМЛ-200 с тепловыми реле типа РТЛ. Блок РУС обеспечивает управление по типовой схеме одним (однофидерный) или двумя (двухфидерный) электроприводами.

Распределительные устройства РУСМ рассчитаны на эксплуатацию при температуре окружающего воздуха от минус 40 до плюс 40 °С, относительной влажности до 90 % при температуре 20 °С. Устройства предназначены для эксплуатации в специфических условиях сельскохозяйственного производства и поэтому в условном обозначении имеют букву А: например, РУСМ(А). Они допускают наличие в воздухе паров аммиака, сероводорода и углекислого газа в пределах, характерных для животноводческих и птицеводческих помещений. В конструктивном отношении оболочки РУСМ(А) имеют пыленепроницаемое, водозащищенное, стойкое к химическим элементам исполнение (степень защиты IP55).

Промышленность выпускает большое число наименований комплектных устройств управления для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства. В зависимости от технологической структуры машин, агрегатов и комплектов технологического оборудования, используют комплектные устройства управления и регулирования трех типов: для индивидуально используемых машин, выполняющих простейшие технологические функции; для агрегатов, имеющих в своем составе группу машин и механизмов, взаимосвязанных в едином технологическом процессе; для крупных животноводческих комплексов промышленного типа, а также комплексов послеуборочной

обработки зерна, где совокупность машин и агрегатов обеспечивает единый технологический процесс, управляемый по единой программе при помощи датчиков, регуляторов и т. д.

Классификация и обозначение щитов и пультов

Щиты и пульты системы автоматизации выполняют роль места контроля, управления и сигнализации автоматизированного объекта. Они являются связующим звеном между объектом управления и оператором.

На щитах и пультах располагают средства контроля, управления и сигнализации технологических процессов (контрольно-измерительные приборы, аппаратуру управления и регулирования, устройства сигнализации и защиты). Кроме того, на фасадных сторонах щитов и пультов размещают мнемонические схемы, накладные надписи, поясняющие назначение отдельных панелей щитов, осветительные устройства щитов и др.

Щиты подразделяют:

- 1) по исполнению – на открытые (панельные) и защищенные (шкафные);*
- 2) по назначению – на оперативные, с которых ведется контроль и управление технологическим процессом; и неоперативные, предназначенные для установки технических средств, не используемых непосредственно оператором для управления и наблюдения за ходом технологического процесса.*

Кроме того, по месту установки и объему информации различают щиты следующих видов:

- 1) местные, размещаемые вблизи автоматизированной установки;*
- 2) агрегатные, где устанавливают аппаратуру управления, контроля и сигнализации для одного агрегата;*
- 3) блочные, включающие в себя средства автоматизации нескольких агрегатов, объединенных в единую комплексную установку;*

4) *центральные, где располагают аппаратуру автоматизации, относящуюся ко всему технологическому процессу;*

5) *вспомогательные, к которым относятся щиты с регистрирующими приборами и счетчиками, релейные щиты, щиты питания и т. д.*

В процессе проектирования щитов и пультов руководствуются следующей нормативной документацией:

1. *ГОСТ 20504-81. Система унифицированных типовых конструкций агрегатных комплексов ГСП. Типы и основные размеры.*

2. *ГОСТ 26032-83. Система унифицированных типовых конструкций агрегатных комплексов ГСП. Общие технические условия.*

3. *ОСТ 36.13-90. Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. Общие технические условия.*

4. *РМ 4-107-82. Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. Требования к выполнению технической документации, предъявляемой заводу-изготовителю.*

В соответствии с этими нормативными документами щиты и пульты в общем случае предназначены для установки в закрытых помещениях с температурой окружающего воздуха от минус 30 до плюс 50 °С, при относительной влажности, не превышающей 80 %.

Выбор щитов и пультов

При выборе типа щитов и пультов и места их установки руководствуются следующим:

1. **Панельные щиты предназначены для установки в специальных щитовых помещениях (диспетчерских, аппаратных и т. д.) с доступом только обслуживающего персонала.**

2. Шкафные щиты предназначены для установки в производственных помещениях.

Исполнение щитов и пультов, а также аппаратов и приборов, устанавливаемых на них, должно отвечать условиям окружающей среды производственного или щитового помещения:

1) в сухих (нормальных) и влажных производственных помещениях допускается открытая установка щитов и пультов в местах, наиболее удобных для управления и контроля оборудования;

2) в помещениях сырых, особо сырых, жарких, пыльных, с химически активной средой щиты и пульты рекомендуется устанавливать в специально выделенных щитовых помещениях;

3) в открытых установках щиты и пульты устанавливают, как правило, в специальных щитовых помещениях. Часто применяют щиты специального исполнения (утепленные, обогреваемые щиты).

От прикосновения с токоведущими частями, попадания посторонних тел и проникновения воды шкафные щиты и пульты должны иметь степень защиты IP30. При этом обеспечивается защита от соприкосновения инструмента, проволоки и других предметов, толщина которых превышает 2,5 мм, с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки. Защита от проникновения воды отсутствует. Панельные щиты должны иметь степень защиты IP00.

Для определения размера щитов и пультов необходимо:

1) уточнить вид, количество и размеры устанавливаемой в каждом щите (пульте) аппаратуры; размеры приборов и средств автоматизации принимают по паспортным данным;

2) распределить приборы, аппараты по монтажным панелям щита (пульта);

-
- 3) составить схему размещения каждой монтажной панели с учетом правил расположения приборов и аппаратов, а также монтажных промежутков;
 - 4) по максимальным размерам панелей выбрать ориентированные размеры щита (пульта);
 - 5) выбрать стандартный типоразмер щита (пульта).

Требования к разработке чертежей щитов и пультов

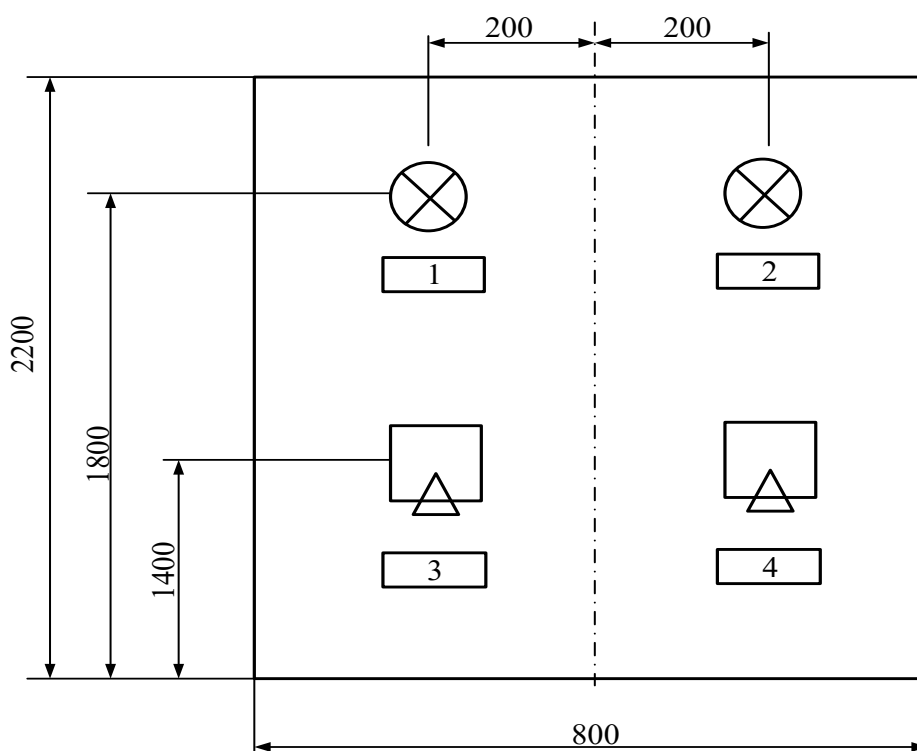
Полный состав, содержание и порядок оформления документации определяются РМ 4-107-82 «Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. Требования к выполнению технической документации, предъявляемой заводу-изготовителю».

Чертежи общих видов щитов и пультов разрабатывают на единичные и составные щиты. Под единичным понимают щит, пульт по номенклатуре, предусмотренной ОСТ 36.13-90. Составной щит выполняют из нескольких единичных и иногда дополняют вспомогательными элементами.

Чертеж общего вида единичного щита должен содержать:

- 1) вид спереди (фронтальная плоскость) с координацией аппаратуры, что необходимо для подготовки мест на фронтальной плоскости щита под приборы; координация осуществляется за счет привязки аппаратуры к основанию и осевой линии щита (рис. 3.1);
- 2) вид на внутренние плоскости щита;
- 3) технические требования;
- 4) таблицы «Надписи на табло и в рамках», «Соединение проводок», «Подключение проводок», «Перечень составных частей щита»;
- 5) основную надпись и дополнительные графы.

Чертеж общего вида составного щита включает в себя: вид спереди; перечень составных частей; основную надпись и дополнительные графы.



1, 2, 3 и 4 – номера надписей на табло и рамках

Рисунок 3.1 – Фрагмент фронтальной плоскости
единичного щита с координацией аппаратуры и надписями на табло и в рамках

На чертежах общих видов щиты изображают в следующих масштабах: 1:10 для единичного и 1:25 для составного (масштабы на чертежах не указывают).

На чертежах общих видов приборы и средства автоматизации изображают упрощенно (показывают внешние очертания).

Наименование чертежа общего вида, указываемое в основной надписи, начинается со слова «Щит». Далее отмечают назначение щита (например, щит диспетчера, оператора и т. д.), либо наименование технической установки, обслуживаемой щитом. Затем указывают наименование документа: например, «Щит диспетчера водоснабжения. Общий вид». Для единичного щита, входящего в составной, в наименование чертежа включают условный номер единичного щита, присвоенный по чертежу общего вида составного щита: например, «Щит 1» и наименование документа: например, «Щит 1. Общий вид».

Надписи на табло и в рамках выполняют в таблицах в соответствии с образцом, показанным на рисунке 3.2.

Надписи в рамках

15	8	№ рамки	Надпись	Кол-во	Примечание
		1	Сеть	1	~220В
		2	Выходной транспортёр	2	
		3			
		10	120	10	
			185		

Рисунок 3.2 – Форма таблицы и заголовок

Размещение приборов и аппаратуры в щитах и пультах

Размеры щита или пульта определяются размерами технических средств. Рассмотрим основные положения, которыми следует пользоваться при выборе типоразмера щитов или пультов.

Приборы и аппараты на лицевой стороне щитов и пультов располагают в соответствии с принятыми принципами компоновки щитов и пультов, исходя из условий обеспечения удобства и эффективности работы оператора, а также безопасности обслуживания.

Щиты, защищенные задней дверью, передней и задней дверью, а также боковой дверью без внутреннего провода, у которых глубина или расстояние от двери до противоположной стенки не превышает 600 мм, относятся к обслуживаемым извне. В этих щитах аппараты и приборы с открытыми токоведущими частями можно устанавливать на любых внутренних стенках.

Аппараты и приборы внутри щитов и пультов нужно группировать по принадлежности к системам измерения, управления, сигнализации и т. д., а внутри этих групп – по роду тока, значению напряжения, типам аппаратов.

При размещении приборов и аппаратов на щитах и пультах расстояние между открытыми токоведущими элементами разных фаз (полярности), а также между элементами и неизолированными металлическими частями (корпусом) должно быть не менее 20 мм по поверхности изоляции и 12 мм по воздуху.

Аппараты и приборы, устанавливаемые внутри щитов, рекомендуется размещать на следующих расстояниях от основания щита:

- 1) трансформаторы малой мощности: 1 700–2 000 мм;
- 2) панели с выключателями, предохранителями, автоматами: 700–1 700 мм;
- 3) реле – 600–1 900 мм;
- 4) сборки зажимов при горизонтальном расположении – 350–800 мм;
- 5) сборки зажимов при вертикальном расположении: нижний край сборки – 350 мм, верхний край сборки – 1 900 мм.

При установке двух и более горизонтальных сборок расстояние между ними должно быть не менее 200 мм.

Аппаратуру, которая выделяет много теплоты (резисторы, лампы), следует размещать в верхней части щитов.

Рубильники, автоматы, магнитные пускатели, реле и т. д. следует располагать так, чтобы они не замкнули самопроизвольно цепь под действием силы тяжести подвижных токоведущих частей. Подвижные токоведущие части аппаратов в отключенном состоянии не должны быть под напряжением.

Электрические проводки нужно выполнять в закрытых несгораемых коробах или открытыми жгутами. Для электропроводки щитов и пультов применяют медные изолированные провода соответствующего сечения. Гибкий

медный провод используют для электропроводок к аппаратам, установленным на подвижных элементах щитов (дверь).

Жгуты проводов должны иметь минимальное количество изгибов и перекрещиваний и скрепляться бандажами из полихлорвиниловой ленты с шагом не более 200 мм. Допускается прокладывать жгуты проводов по металлическим поверхностям щитов, пультов. Однако при огибании ребер, уголков, бортов и т. д. провода не должны их касаться.

Сборки зажимов и зажимов в пределах одной сборки рекомендуется группировать по принадлежности: к автоматизируемым агрегатам, установкам; к системам управления, измерения, сигнализации; к напряжению цепей. При этом целесообразно выделять в отдельные группы зажимы цепей: измерения; подлежащих экранированию; питания электроинструмента и переносного освещения напряжением до 36 В; постоянного и переменного тока и др. Группы зажимов должны разделяться между собой маркировочной колодкой либо свободным зажимом.

Задания практической работы

Разработать общий вид щита управления поточной линией и оформить проектную документацию.

Примите следующие исходные данные для выполнения работы:

- 1) принципиальная электрическая схема управления поточной линией с перечнем аппаратуры и оборудования (см. практические работы 1 и 2);
- 2) щит управления предусматривается установить непосредственно в производственном помещении;
- 3) пускозащитную аппаратуру (автоматы, магнитные пускатели и др.) установить на щите.

Ход выполнения работы

Данная практическая работа заключается в разработке общего вида щита управления. Необходимо выполнить компоновку щита, то есть в соответствии с определенными требованиями и правилами разместить аппаратуру управления, защиты, сигнализации, регулирования и др. Типы и марки указанной аппаратуры приведены в таблице «Перечень элементов схемы» принципиальной электрической схемы (см. практические работы 1 и 2).

Компоновка позволит определить предварительные размеры щита управления. Ее необходимо представить на графическом листе формата А1. Название этого листа в основной надписи: «Общий вид щита управления». Необходимо помнить, что чертеж общего вида единичного щита управления выполняется в масштабе 1:10.

При работе над вторым листом рекомендуется следующий порядок действий. Вначале необходимо выбрать тип щита управления. Если щит предназначен для установки в производственном цехе, но в специальном отдельном помещении (диспетчерская, аппаратная, щитовая, куда вход посторонним лицам воспрещен), то принимают щит открытого (панельного) типа. Если щит предназначен для установки непосредственно в производственном помещении, то принимают щит защищенного (шкафного) типа. Анализ материалов технического задания на проектирование позволяет правильно выбрать тип щита управления.

Следующий шаг заключается в определении габаритных размеров аппаратуры управления, защиты, сигнализации, регулирования и др. Здесь речь идет о линейных размерах магнитных пускателей, автоматических выключателей, предохранителей, тепловых реле, кнопок и постов управления, переключателей, сигнальной арматуры, сигнальных ламп, резисторов, электрических звонков и прочих устройств.

После выбора типа щита управления (шкафного или панельного) и определения линейных размеров аппаратуры, которую предстоит разместить на рабочих поверхностях щита, следует перейти непосредственно к его компоновке. Это позволит определить предварительные размеры щита.

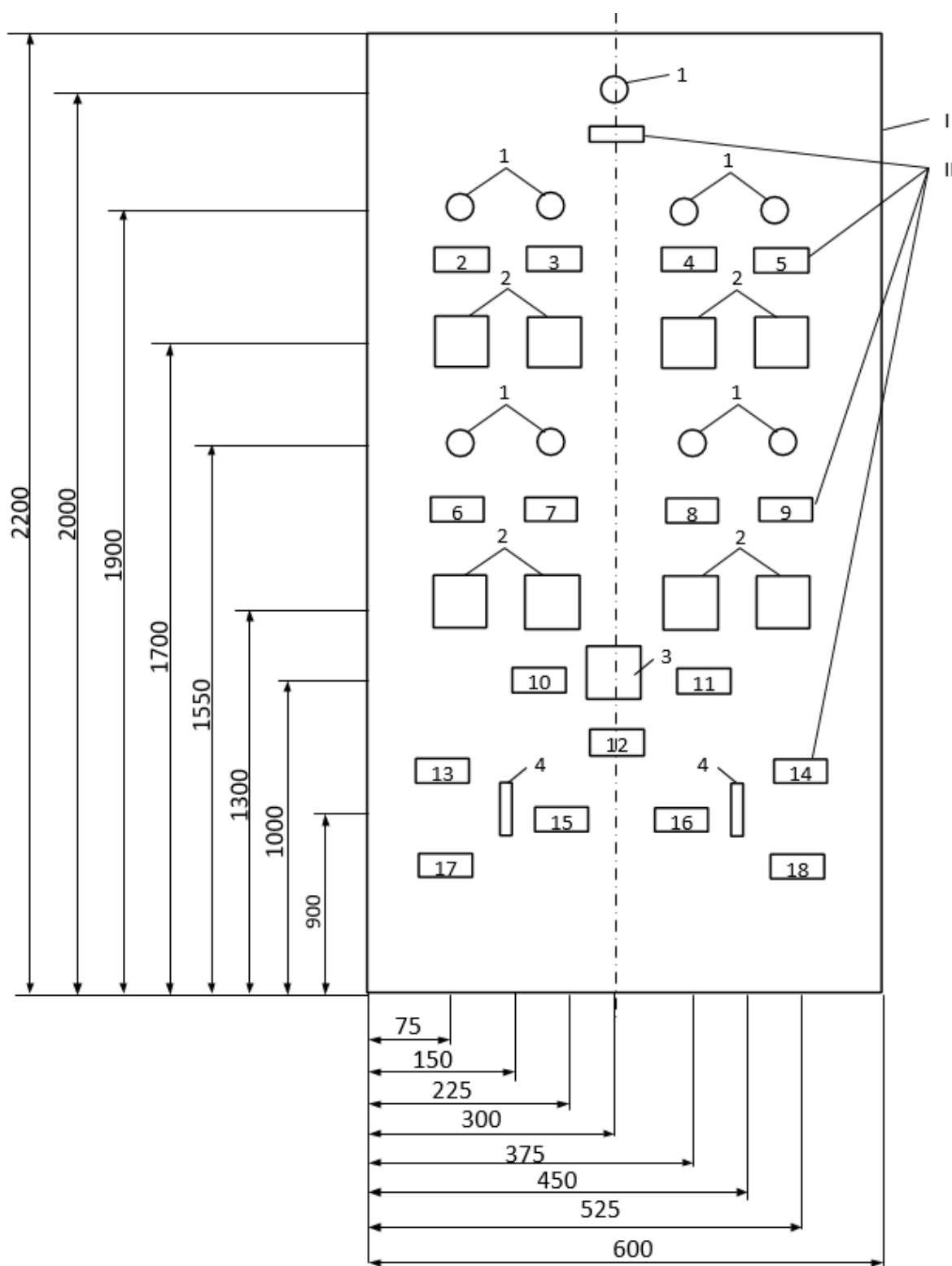
При выборе шкафного щита управления чертеж его общего вида должен включать: «Фронтальную плоскость щита» («Фасад щита») с координацией аппаратуры, что необходимо для подготовки мест на фронтальной плоскости щита под приборы.

Координация осуществляется за счет привязки аппаратуры к основанию и осевой линии щита (рис. 3.3). Вид на внутренние плоскости щита с координацией аппаратуры (при этом боковые и задняя стенки щита должны быть развернуты в одну плоскость) показан на рисунке 3.4.

В верхней части фронтальной плоскости щита рекомендуется размещать сигнальную аппаратуру, световые табло, посты управления, кнопки управления, показывающие приборы (амперметры, вольтметры) и др. В средней части фронтальной плоскости щита на уровне груди среднего роста человека следует размещать регуляторы, датчики, станции управления, а также кнопки и посты управления, универсальные и пакетные переключатели, просто переключатели (тумблеры).

Нижняя часть фронтальной плоскости щита должна оставаться свободной. На ней не рекомендуется размещать аппаратуру управления и прочие устройства (из-за неудобства обслуживания и эксплуатации). Эту часть фронтальной плоскости щита называют декоративной панелью. Ее размер по высоте должен составлять 700–900 мм от уровня пола, если щит установлен на полу и имеет достаточно большие габариты.

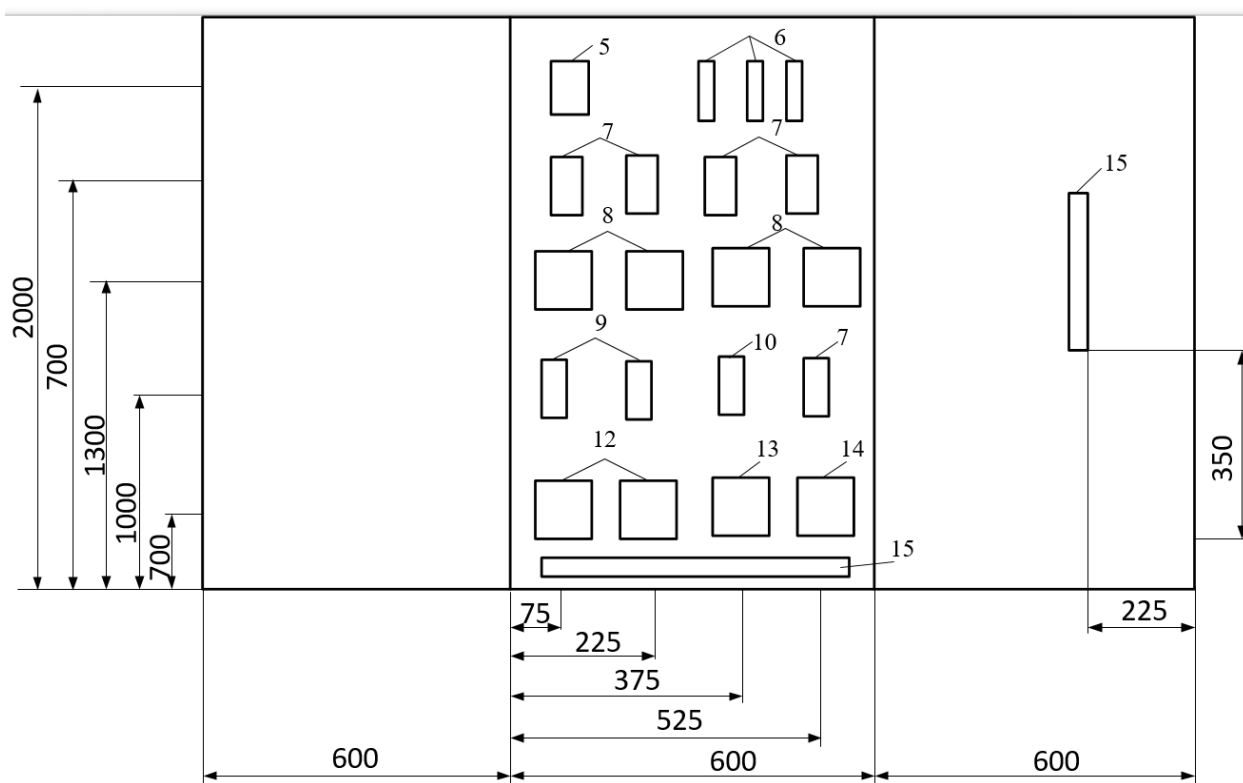
Малогабаритные щиты декоративных панелей не имеют, и фронтальную плоскость таких щитов заполняют аппаратурой полностью, соблюдая вышеуказанные правила.



I – щит; II – рамки

1 – сигнальная арматура; 2 – посты управления;
3 – универсальный переключатель; 4 – тумблеры

Рисунок 3.3 – Пример выполнения компоновки фронтальной плоскости шкафного щита управления



5, 6, 7, 9, 10, 11 – автоматические выключатели;
8, 12, 13, 14 – магнитные пускатели; 15 – рейка зажимов

Рисунок 3.4 – Пример выполнения компоновки
задней и правой боковой стенки шкафового щита управления

Каждое устройство, размещенное на фронтальной плоскости, снабжают рамкой с поясняющей надписью. Надпись должна быть краткой, ясной и точной по смыслу. Рамки размещают снизу, посередине, сбоку и сверху аппарата. Это зависит от назначения последнего и решения проектировщика.

Аппаратуре, размещенной на фронтальной плоскости щита и на других его поверхностях, присваивают позиционное обозначение в виде номера, представляемого арабскими цифрами вблизи условного обозначения аппарата. При этом один и тот же номер присваивается всем однотипным устройствам, независимо от того, в какой части данной плоскости они находятся.

Например, на рисунке 3.3 все сигнальные лампы обозначены номером 1, посты управления одного типа – номером 2, тумблеры – номером 4. На ри-

сунке 3.4 автоматические выключатели обозначены номерами 6, 7, 9–11, а магнитные пускатели – номерами 8, 12–14.

Завершение компоновки рабочих поверхностей щита управления представляет возможность определить необходимые его габариты. Для щита шкафного типа под габаритом понимают высоту H , ширину L и глубину B . Полученные результаты следует считать предварительными. Их необходимо сравнить со стандартными размерами, установленными соответствующим стандартом. В случае если предварительные размеры окажутся меньше или больше стандартных, то следует выбрать щит, размеры которого лучше согласуются с ранее полученными. При этом, возможно, придется пересмотреть компоновку щита: сделать размещение аппаратуры более плотным, если стандартные размеры выбранного щита будут несколько меньше, и, наоборот, размещение аппаратуры сделать более свободным, если щит принять с большими размерами.

После выбора типа щита со стандартными размерами и завершения коррекции размещения аппаратуры (в случае необходимости) рекомендуется перейти к вычерчиванию на листе общего вида щита. Рекомендуемое размещение составных частей общего вида щита управления электроустановки на чертежном поле листа формата А1 представлено на рисунке 3.5.

В зоне А рекомендуется вычертить фронтальную плоскость щита управления. В зоне Б рекомендуется вычертить левую боковую, заднюю и правую боковую стенки щита управления. В верхней части зоны В следует разместить таблицу «Надписи в рамках». Форма таблицы с примером заполнения некоторых строк изображена на рисунке 3.2.

В нижней части зоны В над основной надписью чертежа рекомендуется разместить таблицу «Перечень аппаратуры на щите». Форма таблицы, ее размеры и пример заполнения некоторых строк приведены на рисунке 3.6. В графе «Номер позиции» проставляется номер прибора, аппарата, устройства

После заполнения основной надписи чертежа работу над вторым листом следует считать завершенной. Это позволяет перейти к следующему этапу – выполнению схемы электрических соединений щита управления, которую на практике часто называют монтажной схемой щита.

Требования к отчету практической работы

Общий вид щита управления поточной линией необходимо оформить на графическом листе формата А1 (594x841 мм) в любой графической программе (Microsoft Visio, AutoCAD, Компас и т. д.) в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации.

Разработку и оформление рекомендуется вести в следующей последовательности:

- 1) фронтальная плоскость щита управления;
- 2) задняя панель, боковые стенки;
- 3) таблица «Надписи на табло и в рамках» (рисунок 3.2).

Контрольные вопросы

1. Что такое НКУ и каково их назначение?
2. Объясните понятия: «открытый с двух сторон», «открытый с правой стороны», «открытый с левой стороны».
3. Как определить необходимые размеры щита или пульта?
4. На основании каких документов разрабатывается общий вид щита или пульта?
5. В каком масштабе изображается на чертеже общий вид единичного щита?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ЩИТА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКОЙ

Цель работы состоит в приобретении практических навыков проектирования схем электрических соединений и оформления проектной документации.

Работа рассчитана на шесть часов практических занятий.

План работы

1. Изучить теоретический материал по проектированию схем электрических соединений.
2. Разработать схему электрических соединений щита управления.
3. Оформить проектную документацию.
4. Проверить усвоение материала, используя контрольные вопросы.

Проектирование схем электрических соединений

Назначение и общие правила выполнения

Схемами соединений называются такие схемы, на которых показываются электрические соединения всех составных частей электрифицируемой или автоматизируемой установки, провода и кабели, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединения. Схемы соединений разрабатывают на основании принципиальных электрических схем, схем питания, а также общих видов щитов и пультов.

Электрические схемы соединений имеют шифр Э4. Схемами соединений пользуются при выполнении наладочных и монтажных работ на объекте, а также в процессе эксплуатации.

Общие правила выполнения схем соединений:

1) *схемы соединений разрабатывают на один щит, пульт, станцию управления;*

2) *все типы аппаратов, приборов и арматуры, предусмотренные принципиальной электрической схемой, должны быть полностью отражены на схеме соединений;*

3) *позиционное обозначение аппаратов, приборов и арматуры, а также маркировку участков цепей, принятые на принципиальной электрической схеме, необходимо сохранить в схеме соединений;*

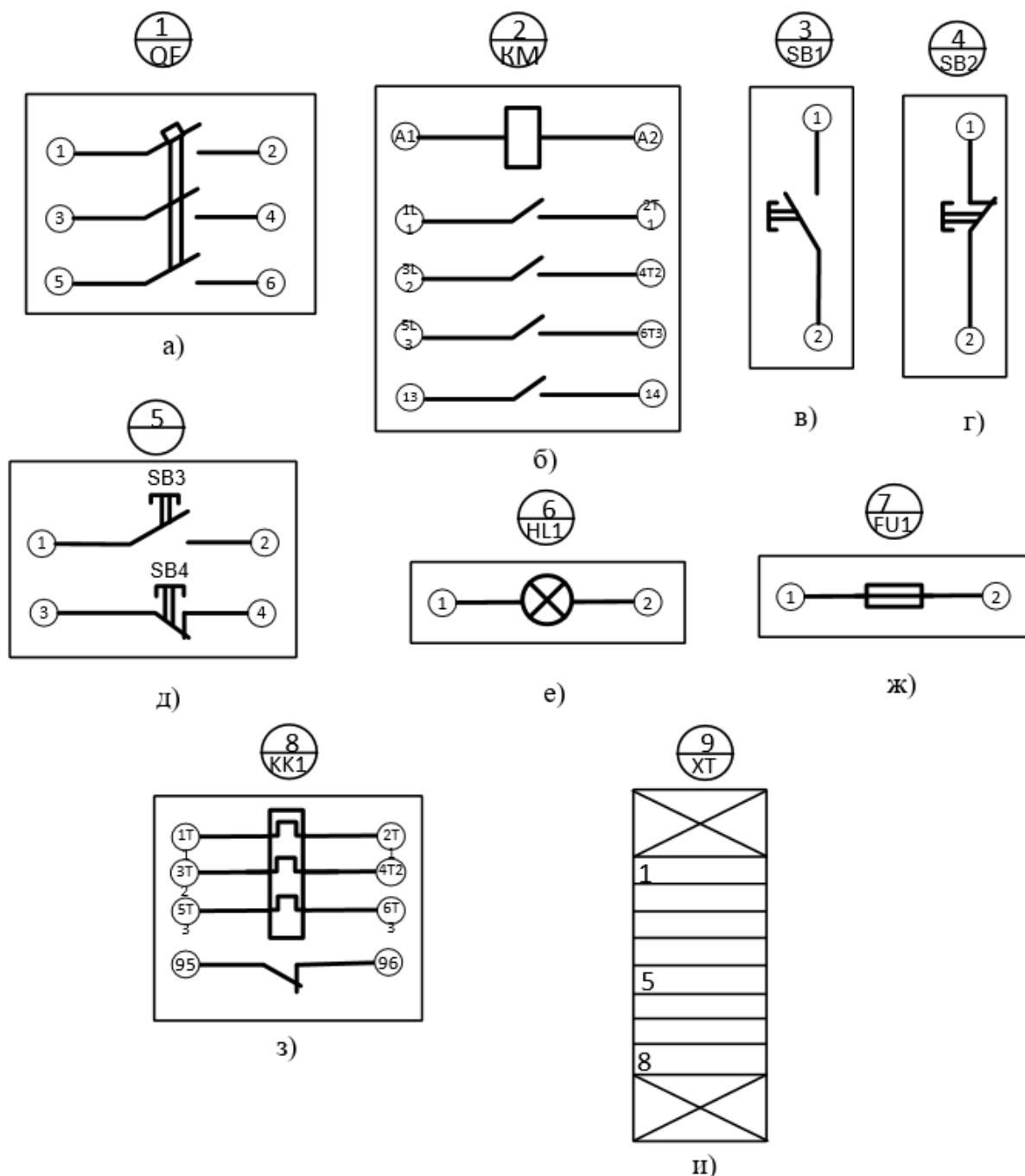
4) *приборы и аппараты на схемах соединений изображают упрощенно без соблюдения масштаба в виде прямоугольников, над которыми помещают окружность (диаметром 10 мм), разделенную горизонтальной чертой; цифры над чертой указывают порядковый номер изделия (номера указываются (присваиваются) попанельно слева направо и сверху вниз), а под чертой – позиционное обозначение этого изделия;*

4) *внутри прямоугольников показывают схему аппаратов, приборов и устройств. Для нескольких реле или устройств, расположенных в одном ряду, внутреннюю схему показывают только один раз, если она у них одна и та же;*

5) *выводные зажимы аппаратов, приборов и устройств изображают условно окружностями диаметром 5 мм, внутри которых указывают их заводскую маркировку (нумерацию);*

6) *взаимное расположение графических обозначений устройств должно соответствовать действительному размещению элементов и устройств в изделии.*

Примеры изображения различных электротехнических аппаратов и устройств на схемах электрических соединений приведены на рисунке 4.1.



- а) трехполюсный автоматический выключатель в силовых цепях;
 б) магнитный пускатель; в) выключатель кнопочный нажимной с замыкающим контактом;
 г) выключатель кнопочный нажимной с размыкающим контактом;
 д) пост управления (кнопочная станция) с двумя кнопками управления;
 е) лампа сигнализации; ж) предохранитель; з) тепловое реле; и) рейка зажимов

Рисунок 4.1 – Изображение некоторых элементов на схемах электрических соединений

Способы выполнения схем электрических соединений

Различают три способа выполнения схем электрических соединений: графический, адресный и табличный. Метод выполнения монтажных схем выбирается, исходя из технологии выполнения схем электрических соединений на заводе-изготовителе щитов и пультов.

Графический способ заключается в том, что на чертеже условными линиями показывают соединения между элементами приборов, аппаратов и т. д. На монтажной схеме условными линиями показывается вся соединительная проводка, как одиночная, так и объединенная.

Соединению подлежат выводы на контактах аппаратов, катушках реле, сопротивлениях и т. д. в соответствии с принципиальной схемой. Концы проводов, предназначенных для соединения с аппаратами, расположенными вне щита, выводят на сборку зажимов. В один поток объединяются не более 20 проводов, отходящих от близкорасположенных приборов и аппаратуры управления. Концы проводов, подходящих к сборкам зажимов, маркируются. Перемычки проводов между приборами и аппаратурой, как правило, в одну линию не объединяются. Допускается объединять в одну линию провода перемычек, идущих к удаленным приборам и аппаратуре, находящимся в пределах одной панели щита или пульта. Этот способ применяют только для щитов и пультов, относительно мало насыщенных аппаратурой. Соединительную проводку маркируют числами в соответствии с принципиальной схемой.

На рисунке 4.2 графический способ показан на примере присоединения нулевого проводника N к зажимам 1 сигнальных ламп HL...HL3 и фазного провода к кнопкам управления. При этом подсоединение выполнено «шлейфом». Подключение «шлейфом» – это параллельное соединение всех элементов к одной линии электропроводки, провода и т. д.

Фасад щита управления. Вид со стороны монтажа

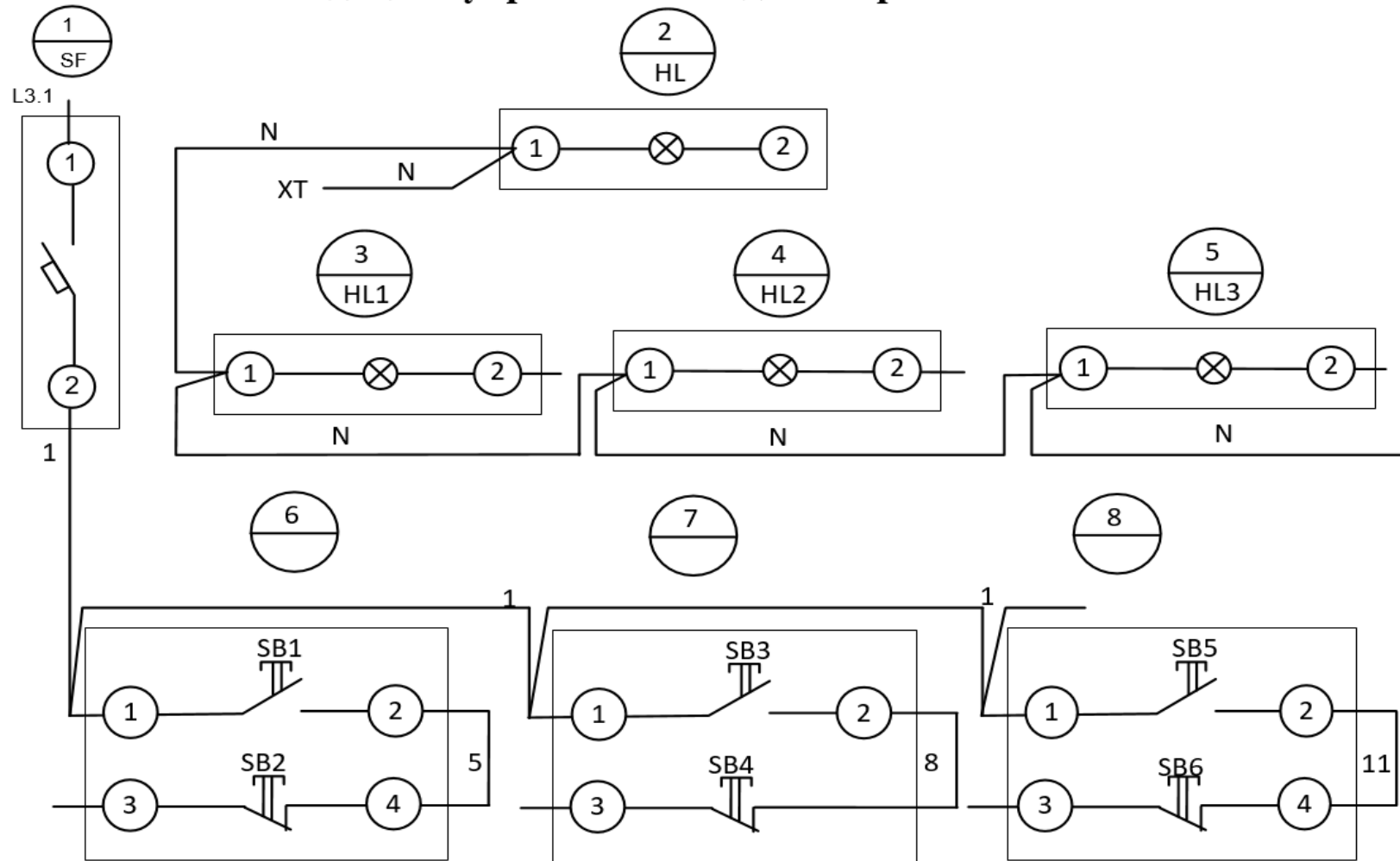


Рисунок 4.2 – Фрагмент схемы электрических соединений щита управления (графический способ)

Кроме того, графическим способом показано наличие перемычек в постах управления. Перемычки установлены между зажимами 2 и 4 всех постов, а слева от перемычек проставлена маркировка в соответствии с принципиальной схемой (цифры 5, 8, 11).

Адресный, или встречный, способ состоит в том, что линии связи между отдельными элементами аппаратов, установленных на щите или пульте, не изображают. Вместо этого у места присоединения провода на каждом аппарате или элементе проставляют цифровой или буквенно-цифровой адрес того аппарата или элемента, с которым он должен быть электрически связан.

На зажимах аппаратов и устройств автоматики проставляют обозначения согласно заводской инструкции по монтажу и маркируют в соответствии с принципиальной электрической схемой. Коммутационные зажимы в основном используют для соединения внутренней и внешней электрических проводов.

Такое начертание схемы не загромождает чертеж линиями связи и легко читается. *Адресный способ выполнения схем-соединений – основной и наиболее распространенный на практике.*

На рисунке 4.3 показан фрагмент щита управления, в котором присоединение нулевого проводника N к зажимам 1 сигнальных ламп HL...HL3 и фазного провода к кнопочным постам выполнено «шлейфом» (как и в предыдущем примере) адресным способом.

Нулевой проводник N с рейки зажимов ХТ присоединен через зажим 1 аппарата 1 (сигнальная лампа HL) к зажимам 1 аппаратов 2, 3, 4 (сигнальных ламп HL1, HL2, HL3). При этом адрес указан у отрезка линии связи. Буквы или цифры (например, N, 5, 8, 11, 12), проставленные над отрезком, означает маркировку участка электрической цепи по принципиальной схеме, а буквы или

Фасад щита управления. Вид со стороны монтажа

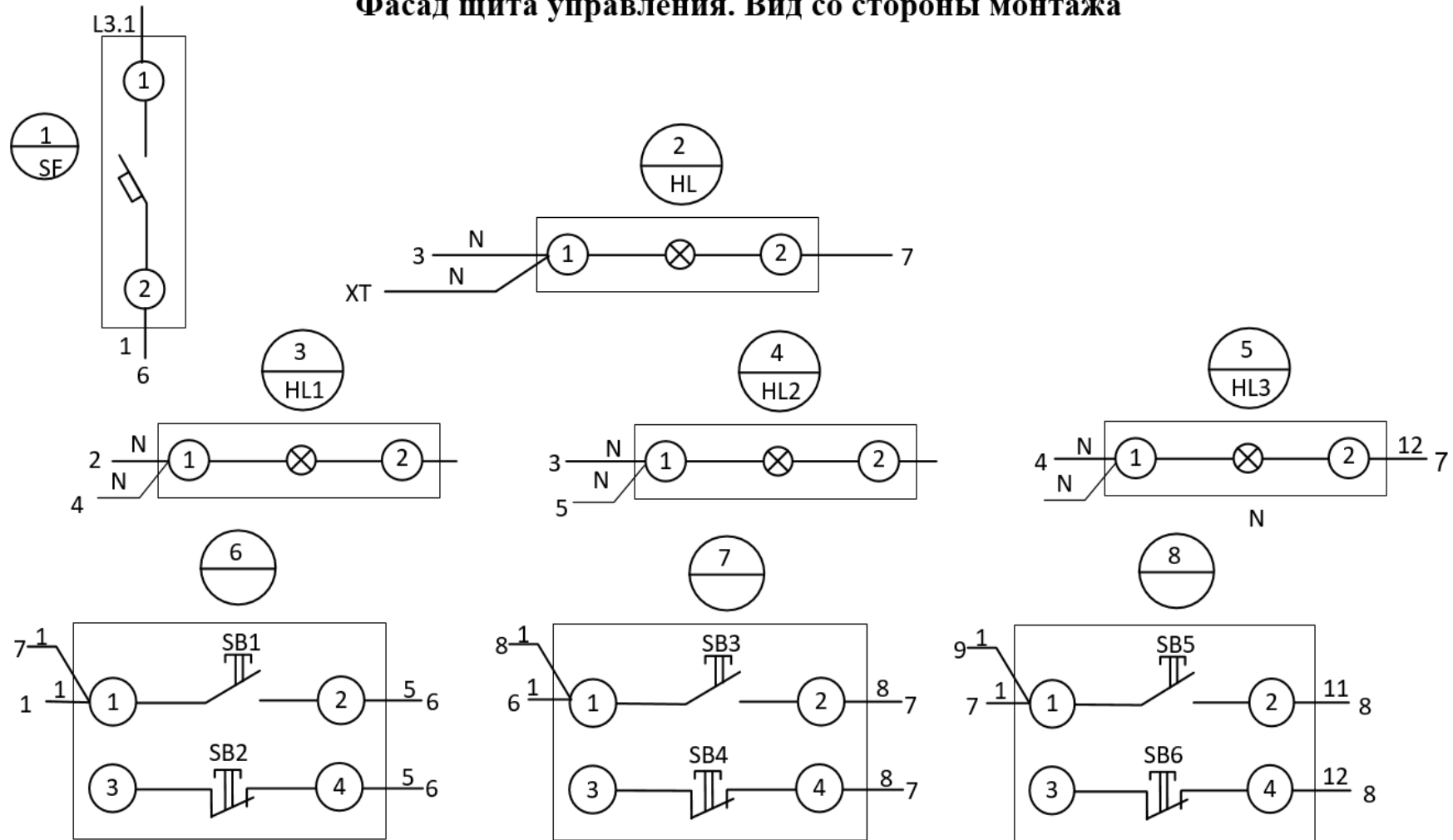


Рисунок 4.3 – Фрагмент схемы электрических соединений щита управления (адресный способ)

цифры (например, ХТ, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), проставленные с торца отрезка, означают номер аппарата. Этим положением следует руководствоваться как при разработке, так и при чтении схем электрических соединений щитов и пультов.

Табличный способ применяют в двух вариантах. Для первого составляют монтажную таблицу, где указывают номера каждой электрической цепи, и, в свою очередь, для каждой цепи последовательно перечисляют условные буквенно-цифровые обозначения всех приборов, аппаратов и их контактов, к которым эти цепи присоединены. Фрагмент монтажной таблицы по первому варианту приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Фрагмент монтажной таблицы по первому варианту

Номер электрической цепи на принципиальной схеме	Соединения в электрической цепи
7	$\frac{KM1}{6} - \frac{KM2}{4} - \frac{KT4}{3}$
8	$\frac{KM1}{2} - \frac{XT}{36}$
9	$\frac{XT1}{16} - \frac{HL2}{4} - \frac{KT4}{23}$

Так, для цепи 7 запись означает, что зажим 6 в аппарате КМ1 соединяется с зажимом 4 аппарата КМ2, который, в свою очередь, должен быть соединен с зажимом 3 аппарата КТ4.

Второй вариант заполнения таблиц соединений отличается от первого тем, что в таблицу проводники вписывают по возрастанию номеров участков электрической цепи, то есть маркировки на принципиальной схеме. Фрагмент таблицы соединений по второму варианту приведен в таблице 4.2.

Табличный способ выполнения схем электрических соединений позволяет осуществить машинное проектирование.

Таблица 4.2 – Фрагмент монтажной таблицы по второму варианту

Номер проводника	Откуда идет	Куда идет	Тип провода	Примечание
1	$\frac{XT1}{1}$	$\frac{SA1}{1}$	ПВ1х0,75	—
	$\frac{SA1}{1}$	$\frac{SA1}{3}$	ПВ1х0,75	—
2	$\frac{SB1}{1}$	$\frac{SB1}{3}$	ПВ1х0,75	—

Задания практической работы

Разработать схему электрических соединений Э4 щита управления поточной линией и оформить проектную документацию.

Примите следующие исходные данные для выполнения работы:

1. Принципиальная электрическая схема Э3 управления поточной линией (см. практические работы 1, 2).
2. Общий вид щита управления поточной линией (см. практическую работу 3).
3. Способ выполнения схемы электрических соединений – адресный.

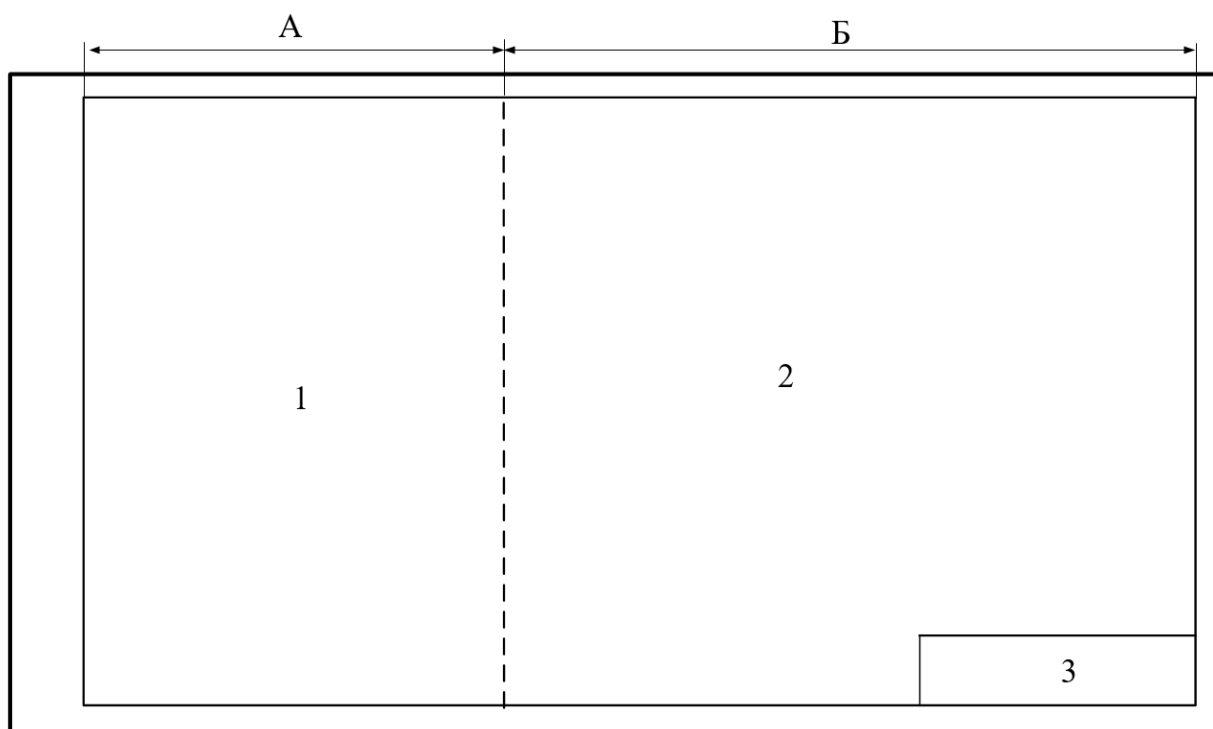
Ход выполнения работы

После ознакомления с основными правилами составления схем электрических соединений необходимо приступить к их разработке. Начинать необходимо с подготовки и разметки листа.

Пример разметки чертежного поля приведен на рисунке 4.4.

В верхней части зоны А следует вычертить схему электрических соединений фронтальной плоскости щита. В зоне Б рекомендуется вычертить схему

электрических соединений левой боковой, задней и правой боковой стенок щита.



А, Б – зоны чертежного поля

1 – место для размещения чертежа фронтальной плоскости щита;

2 – место для размещения чертежа левой, задней и правой стенок щита; 3 – место для штампа

Рисунок 4.4 – Пример разметки чертежного поля листа формата А1

Фрагмент фронтальной плоскости щита управления, изображенный на рисунке 4.3, способствует уяснению смысла той работы, которую необходимо выполнить при разработке схемы электрических соединений для данной плоскости. Фронтальная плоскость щита на чертеже должна иметь вид со стороны монтажа.

На рисунке 4.5 приведен фрагмент чертежа задней стенки щита управления, на котором изображены автоматические выключатели и магнитные пускатели. Электрические соединения на схеме выполнены адресным способом.

Подключения, обозначенные цифрами 1, 2, 3, 4 внутри окружностей (диаметром 10 мм), являются внешними подключениями. Их можно выполнить только в том случае, когда щит управления доставлен и установлен на рабочем

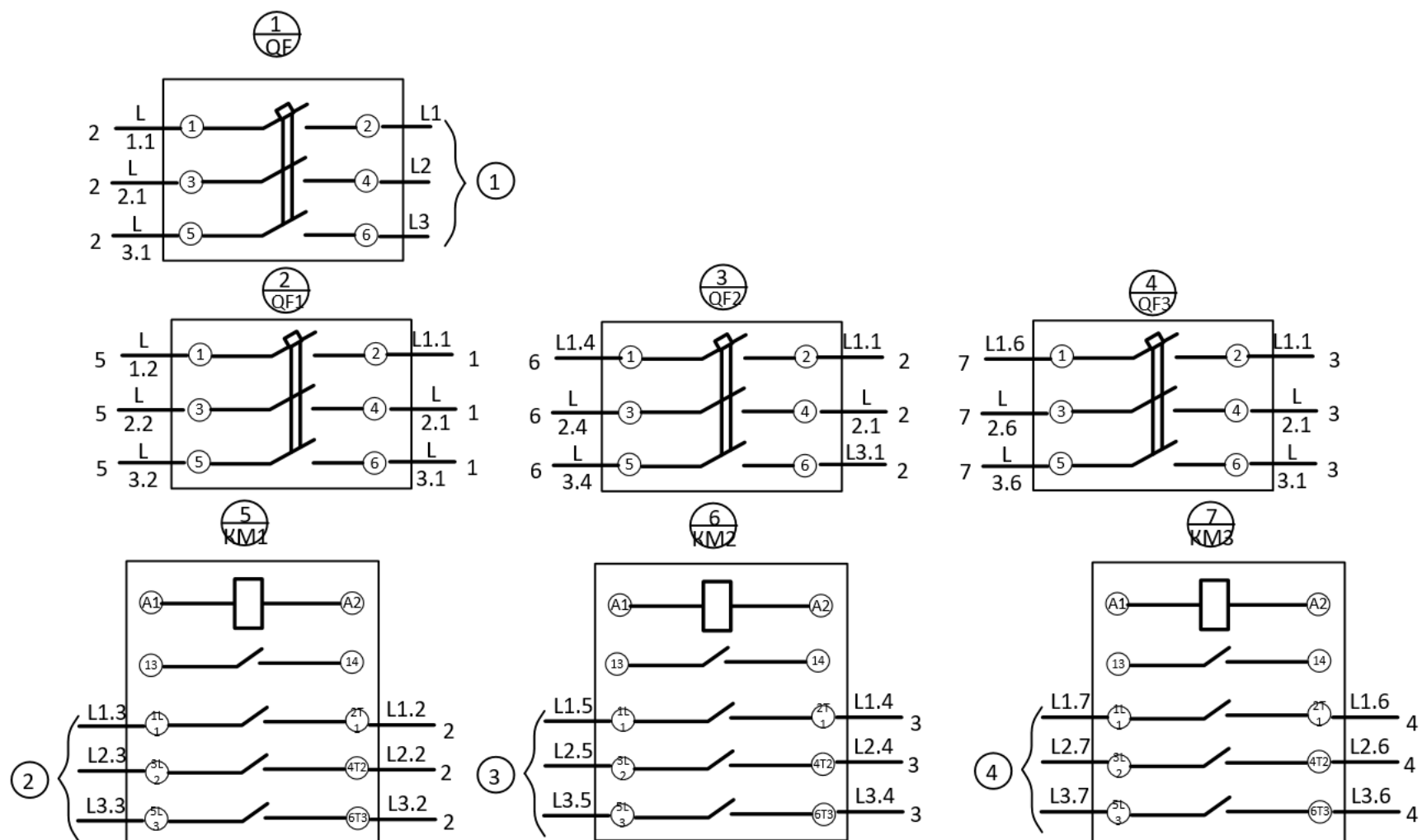


Рисунок 4.5 – Адресный способ соединения (задняя панель щита управления)

месте рядом с той технологической установкой, для управления которой он предназначен. Подключение под номером 1 – это подключение к автоматическому выключателю силового кабеля для запитки щита управления. Подключения под номерами 2, 3, 4 – это подключения токоприемников (например, электродвигателей) технологической установки.

При выполнении схем электрических соединений часто возникает необходимость соединения аппарата, находящегося на одной плоскости (например, фронтальной), с аппаратом на другой (например, задней стенки щита), и наоборот. В этом случае электрические соединения рекомендуется выполнять через рейку контактных зажимов, которая может быть расположена, например, на одной из боковых стенок щита управления. Рейка зажимов также часто применяется для подключения щита управления с внешним оборудованием (электроприводом, датчиками и т. д.).

На рисунке 4.6 приведен фрагмент оформления рейки контактных зажимов. Здесь цифры, проставленные внутри окружности, означают номер внешнего подключения к щиту через рейку зажимов.

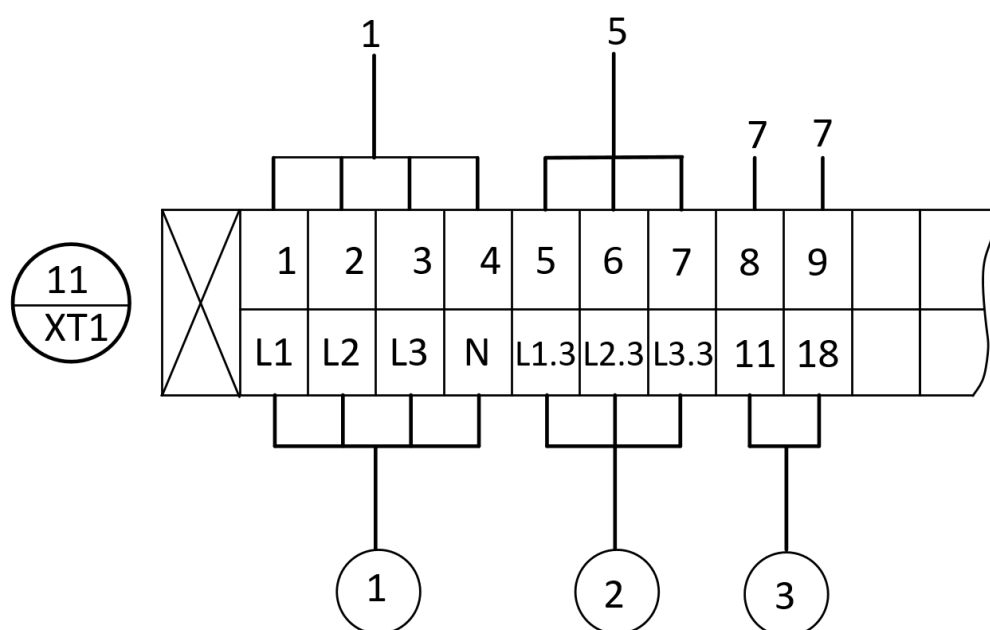


Рисунок 4.6 – Фрагмент оформления рейки контактных зажимов

На ватмане также необходимо указать таблицу соединений (рис. 4.7). Таблицу соединений помещают над основной надписью (штампом) на расстоянии не менее 12 мм.

Обозначение провода	Откуда идёт	Куда поступает	Примечание
1	Вводное распределительное устройство	Щит управления	
2	Щит управления	Транспортер	
3	Щит управления	Звонок	

Рисунок 4.7 – Пример заполнения таблицы соединений

В графах таблицы указывают:

- 1) в графе «Обозначение провода» – обозначение провода, кабеля в схеме подключения;
- 2) в графах «Откуда идет», «Куда идет» – наименование элементов или устройств;
- 3) в графе «Примечание» указывают дополнительные уточняющие данные.

После заполнения основной надписи чертежа работу над листом «Схема электрических соединений щита управления» следует считать законченной. Это позволяет перейти к разработке следующей схемы, которой является схема подключения щита управления к токоприемникам технологической установки.

Требования к отчету практической работы

Схему электрических соединений щита управления поточной линией необходимо оформить на графическом листе формата А1 в любой графической программе (Microsoft Visio, AutoCAD, Компас и т. д.) в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации.

Разработку и оформление документации рекомендуется вести в следующей последовательности:

- 1) фронтальная плоскость щита управления;
- 2) задняя панель и боковые стенки щита управления;
- 3) таблица соединений.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение схем электрических соединений?
2. Перечислите общие правила выполнения схем электрических соединений.
3. Каковы способы выполнения схем электрических соединений?
4. В чем заключается сущность адресного способа выполнения схем электрических соединений?
5. На основании каких проектных материалов разрабатываются схемы электрических соединений?
6. Где на практике используются схемы электрических соединений?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЙ ЩИТА УПРАВЛЕНИЯ К ТОКОПРИЕМНИКАМ УСТАНОВКИ

Цель работы состоит в приобретении практических навыков проектирования схем электрических подключений и оформления проектной документации.

Работа рассчитана на четыре часа практических занятий.

План работы

1. Изучить теоретический материал по проектированию схем электрических подключений.
2. Разработать схему электрических подключений в соответствии с заданием.
3. Оформить проектную документацию
4. Проверить усвоение материала, используя контрольные вопросы.

Проектирование схем электрических подключений

Назначение и общая характеристика схем подключений

Схемы электрических подключений показывают внешнее подключение аппаратов, электроустановок, щитов, пультов и т. д. Шифр схем – Э5.

Их разрабатывают на основании принципиальных электрических схем и схем электрических соединений щитов и пультов. Схемы подключений используют при монтаже электрических проводок, при помощи которых установку, прибор, аппарат подключают к источникам питания, щитам и пультам.

Способы выполнения схем подключений

Применяют два варианта выполнения схем подключений: графический и табличный. На практике наибольшее распространение получил графический способ составления схем подключения.

При использовании графического способа на схеме подключений с помощью условных графических обозначений показывают: щиты, пульты и местные пункты контроля, управления, сигнализации и измерения; внещитовые приборы и технические средства автоматизации; соединительные и протяжные коробки; электрические провода и кабели, проложенные вне щитов и пультов; узлы присоединения электрических проводов к приборам, аппаратам, коробкам; коммутационные зажимы, расположенные вне щитов и пультов; защитное заземление. На рисунке 5.1 показан фрагмент схемы подключений.

Шкафы, пульты, отдельные приборы и аппараты условно изображают в виде прямоугольников или кружков, внутри которых помещают соответствующие надписи.

Связи одного назначения на схеме подключений показывают сплошной линией и лишь в местах присоединения к приборам, исполнительным механизмам и другим аппаратам провода разделяют, чтобы привести их маркировку в соответствии с принципиальной электрической схемой.

На линиях связи, обозначающих провода или кабели, указывают номер проводки (подключения), марку, сечение и длину проводов и кабелей. Если проводка выполнена в трубе, то необходимо привести характеристику трубы.

Провода, жгуты и кабели изображают линиями связи толщиной 0,4–1,0 мм; номер проводки проставляют в центре окружности диаметром 10 мм. Схемы подключений выполняют без масштаба в виде, удобном для пользователя.

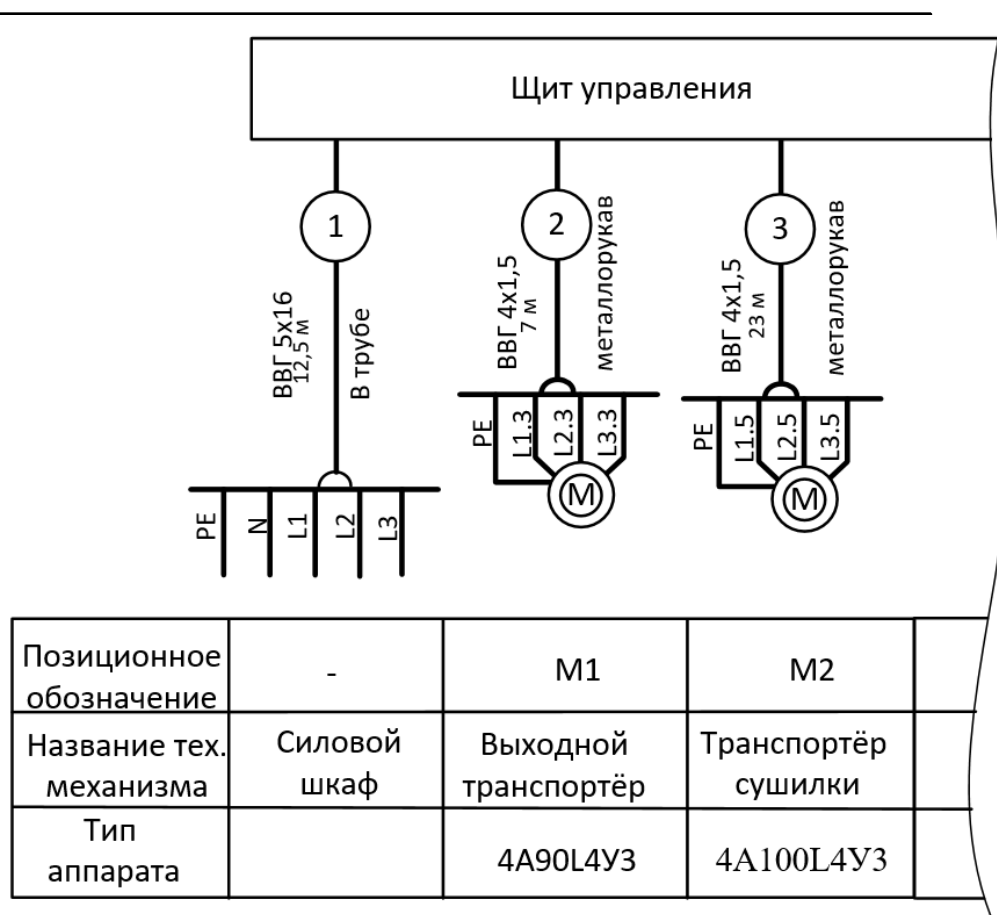


Рисунок 5.1 – Фрагмент схемы электрических подключений

Задания практической работы

Разработать схему электрических подключений Э5 щита управления к электроприемникам поточной линии и оформить проектную документацию.

Примите следующие исходные данные для выполнения работы:

1. Принципиальная электрическая схема Э3 управления поточной линией машин (см. практические работы 1, 2).
2. Схема электрических соединений Э4 щита управления поточной линией (см. практическую работу 4).
3. Способ выполнения схемы подключений – графический.

Ход выполнения работы

Схему подключений разрабатывают на основании принципиальной схемы электроустановки и схемы электрических соединений щита управления. Схему подключений необходимо вычертить на листе формата А2, разметка которого приведена на рисунке 5.2.

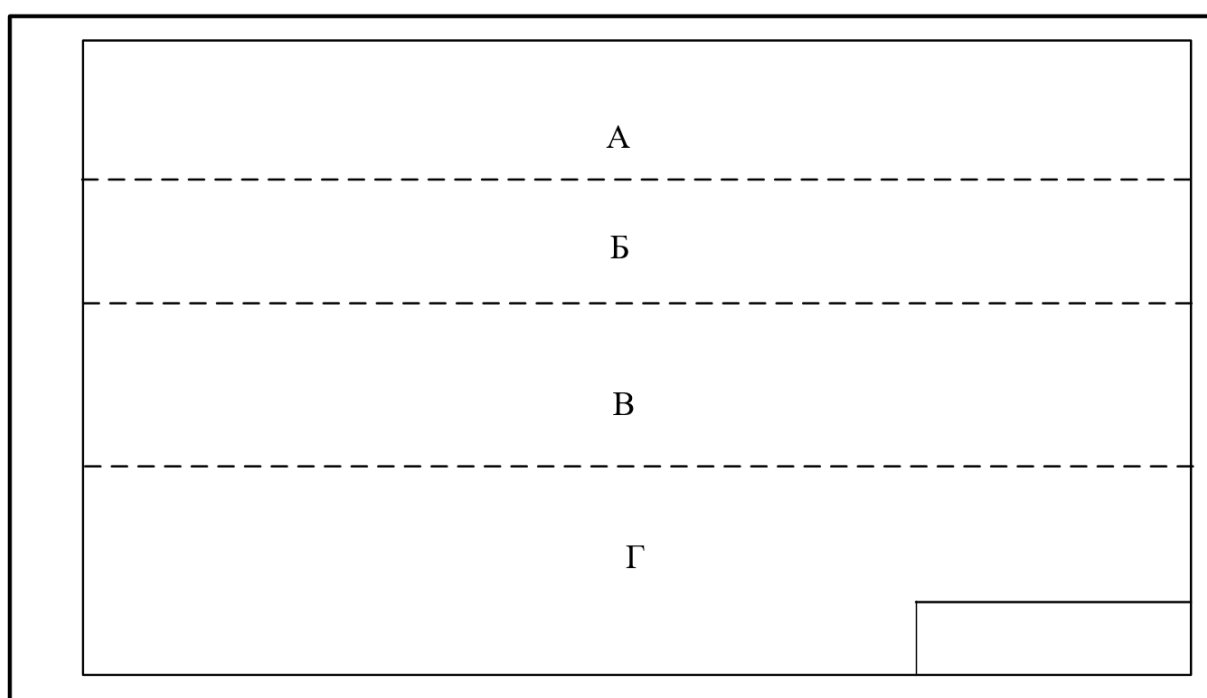


Рис.5.2 Разметка чертежного поля листа формата А2 для схемы подключений: А — зона щита управления; Б — зона линий связи (проводок); В — зона токоприемников; Г — зона таблицы поясняющих надписей

В средней части зоны А следует вычертить щит управления в виде прямоугольника произвольных размеров (обычно длинная сторона прямоугольника в несколько раз превышает короткую). Внутри прямоугольника необходимо сделать надпись: «Щит управления».

Зона Б – это зона проводок. Проводки изображаются при помощи линий связи и окружностей (диаметром 10 мм), внутри которых проставляются

цифры 1, 2, 3 и т. д. по числу проводок. Одна проводка означает одно подключение к щиту управления. Таким подключением может быть электродвигатель, электронагреватель, пост управления, терморегулятор и т. д. На линиях связи, обозначающих провода или кабели, указывают номер проводки (подключения), марку, сечение и длину проводов или кабелей. Если проводка выполнена в трубе, то приводят характеристику трубы (материал, из которого изготовлена труба, диаметр и длину).

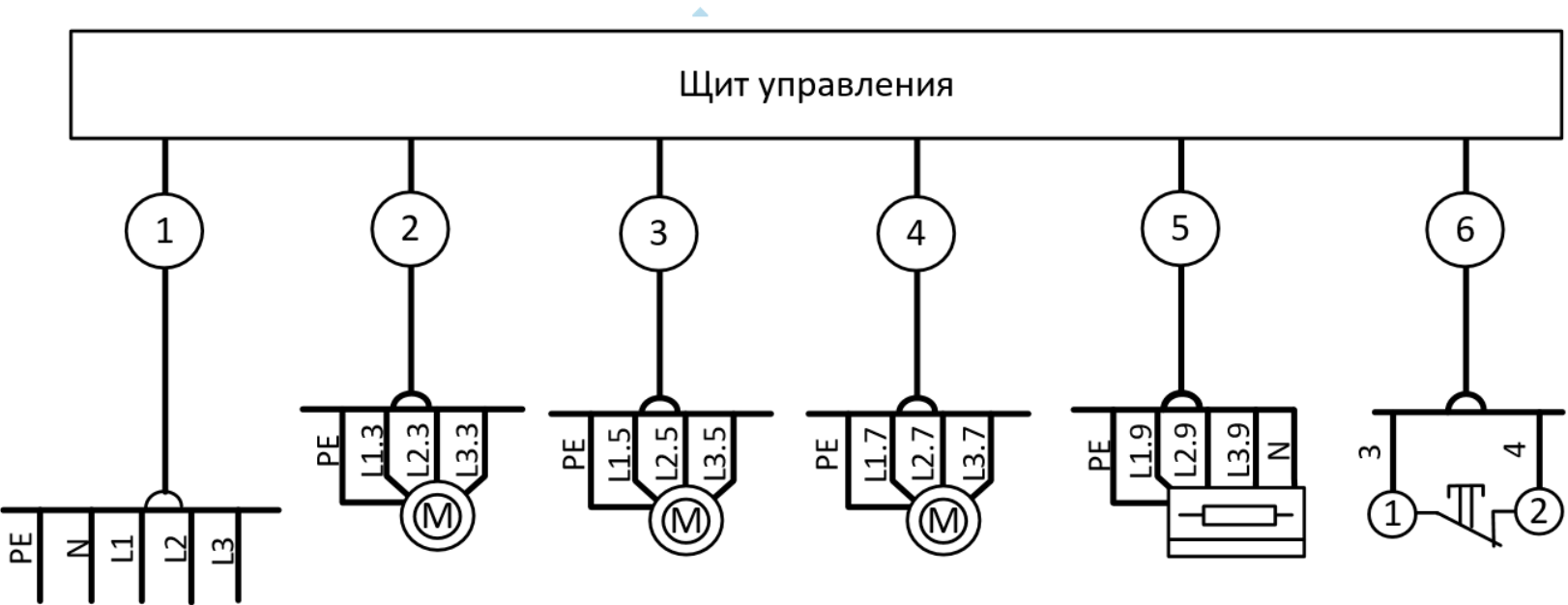
В зоне В показывают условные графические обозначения того электрооборудования, которое необходимо подключить к щиту управления с указанием маркировки участков электрических цепей. При этом маркировка должна быть такой же, какой она принята на принципиальной электрической схеме установки. Поэтому линии связи, которые на схемах подключений показывают одной сплошной линией, в местах присоединения к приборам, аппаратам и устройствам разделяют на соответствующее количество и маркируют.

Зона Г – это зона, в которой размещают таблицы поясняющих надписей. В таблицах приводят наименования технологического механизма, тип электротехнических аппаратов и устройств и их позиционное обозначение в соответствии с принципиальной схемой электроустановки.

Схемы подключений выполняют без масштаба в виде, удобном для пользователя. На рисунке 5.3 показан фрагмент схемы подключений.

Из схемы видно, что общее количество подключений к щиту управления равно 6. Первое подключение – это подключение силового кабеля для запитки щита управления. Кабель имеет пять жил L1, L2, L3, N и PE. Через него щит управления запитывается от силового распределительного шкафа. Второе, третье и четвертое подключения – это подключения электродвигателей транспортеров установки. Двигатели имеют серию 4А. Пятое подключение – это подключение трубчатых электронагревательных элементов, смонтированных

в сушилке. Шестое подключение – это подключение поста управления типа ПКЕ. Можно предположить, что это пост управления для аварийного останова



Позиционное обозначение	-	M1	M2	M3	EK	SB4
Название тех. механизма	Силовой шкаф	Выходной транспортёр	Транспортёр сушилки	Транспортёр подачи	Сушка	Пост управления
Тип аппарата		4А.....	4А.....	4А.....	ТЭН-21	ПКЕ.....

Рисунок 5.3 – Фрагмент схемы электрических подключений

установки, поскольку он находится вне щита управления и подключается к нему.

Выше указывалось, что на линиях связи приводится характеристика кабелей, проводов и труб, если их прокладка выполнена в трубах. Это можно сделать только после того, как будет произведен расчет и выбор марок кабелей, проводов и способа их прокладки, что будет рассмотрено в практической работе 6.

Требования к отчету практической работы

Схему подключений необходимо оформить на графическом листе формата А2 в любой графической программе (Microsoft Visio, AutoCAD, Компас и т. д.) в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации.

При оформлении схемы подключений рекомендуется:

- 1) в верхней части листа изобразить щит управления в виде прямоугольника с указанием всех номеров внешних подключений;
- 2) в средней части листа изобразить линии связи и условные графические обозначения всех электроприемников;
- 3) в нижней части листа разместить таблицу с поясняющими надписями и позиционными обозначениями.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение схем электрических подключений?
2. На основании каких документов разрабатываются схемы подключений?
3. Можно ли из схемы подключений определить марку, число жил и сечение проводов и кабелей, их длину?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ

Цель работы состоит в приобретении практических навыков проектирования электропроводок, выбора проводов и кабеля.

Работа рассчитана на шесть часов практических занятий.

План работы

1. Изучить теоретический материал по выбору проводов, кабелей и способа их прокладки.
2. Разработать план силовых электропроводок в соответствии с заданием.
3. Оформить проектную документацию.
4. Проверить усвоение материала, используя контрольные вопросы.

Выбор проводов, кабелей и способа их прокладки

Виды электропроводок

Совокупность проложенных изолированных проводов и небронированных кабелей с токопроводящими жилами, сечением до 16 мм, с креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями, которые предназначены для подвода электроэнергии к силовым и осветительным электроприемникам напряжением 1 000 В, называют электропроводкой.

Электропроводки разделяют на внутренние, которые проложены внутри зданий и сооружений, и наружные, что проложены по наружным стенам зданий и сооружений, под навесом и т. д., а также между зданиями, на опорах по территории предприятий, дворов, приусадебных участков, на

строительных площадках (до четырех пролетов длиной до 25 м каждый) вне улиц, дорог и т. д.

Линии до 1 000 В, выполненные голыми проводами внутри зданий и сооружений, правила устройства электроустановок рассматривают как токопроводы, а снаружи зданий – как воздушные линии. Они должны отвечать требованиям к их устройству.

Внутренние электропроводки могут быть открытыми (проложенными по поверхности стен, потолков, по фермам, балкам, колоннам, опорам) и скрытыми (проложенными внутри строительных конструкций зданий и сооружений).

Открытые проводки выполняют на струнах, полосах, тросах, роликах, изоляторах, в трубах, коробах, гибких металлических рукавах, на лотках, свободной подвесной и т. д. Скрытые проводки выполняют в трубах, гибких металлических рукавах, коробах, замкнутых каналах и пустотах строительных конструкций, в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой и др.

Струной как несущим элементом электропроводки называется стальная проволока, натянутая вплотную к поверхности стены, потолка и т. д., предназначенная для крепления к ней проводов, кабелей или их пучков.

Полосой как несущим элементом электропроводки называется металлическая полоса, зацепленная вплотную к поверхности стены, потолка и т. д., предназначенная для крепления к ней проводов, кабелей или их пучков.

Тросом как несущим элементом электропроводки называется стальная проволока или стальной канат, натянутые в воздухе и предназначенные для подвески к ним проводов, кабелей или их пучков.

Коробом называется закрытая полая конструкция прямоугольного или другого сечения, предназначенная для прокладки в ней проводов и кабелей. Короб должен служить защитой от механических повреждений, проложенных в нем проводов и кабелей. Короба могут быть глухими или с открываемыми

крышками, со сплошными или перфорированными стенками и крышками. Глухие короба должны иметь только сплошные стенки со всех сторон и не иметь крышек. Короба могут применяться в помещениях и наружных установках.

Лотком называется открытая конструкция, предназначенная для прокладки на ней проводов и кабелей. Лоток не является защитой от внешних механических повреждений, проложенных на нем проводов и кабелей. Лотки должны изготавливаться из несгораемых материалов. Они могут быть сплошными, перфорированными или решетчатыми. Лотки могут применяться в помещениях и наружных установках.

Выбор вида электропроводки, проводов и кабелей, и способа их прокладки

При проектировании внутренних электропроводок следует руководствоваться действующими Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), Нормами технологического проектирования сельских электроустановок (НТПС) и Строительными нормами и правилами (СНиП).

Внутренние электропроводки должны соответствовать условиям окружающей среды, назначению и ценности сооружений, их конструкции и архитектурным особенностям. При выборе вида электропроводки и способа прокладки провода и кабелей должны быть приняты во внимание следующие факторы: безопасность людей и животных, пожарная безопасность и взрывобезопасность, надежность, удобство эксплуатации, экономические показатели (минимум приведенных годовых затрат).

Вид электропроводки зависит от характеристики производственного помещения по условиям окружающей среды.

В сухих отапливаемых помещениях (конторах, клубах, комнатах для обслуживающего персонала ферм, жилых комнатах, общежитиях, инкубаториях,

отапливаемых складах, подсобных помещениях, в ремонтно-механических мастерских, где относительная влажность не превышает 60 %) разрешаются все виды проводок.

В сухих, неотапливаемых и влажных помещениях (помещения, где пары или конденсирующая влага выделяется лишь временно и в небольших количествах, и где относительная влажность воздуха больше 60 %, но не превышает 70 %: столовые, кухни в жилых помещениях, лестничные клетки, неотапливаемые склады и т. д.) запрещены скрытые проводки в изоляционных трубах.

В пыльных помещениях (выделяемая по технологическим условиям пыль может оседать на проводах, проникать внутрь машин и аппаратов), к которым относят помещения для дробления сухих концентрированных кормов на комбикормовых заводах, мельницах, складах цемента и других негорючих материалов, разрешена открытая проводка изолированными проводами в изоляционных трубах с тонкой металлической оболочкой, открытая и скрытая проводки изолированными проводами в стальных трубах, кабелем.

В сырых и особо сырых помещениях возможна открытая или скрытая проводка изолированными защищенными или незащищенными проводами в трубах, кабелем.

В особо сырых помещениях с химически активной средой проводки выполняют открытыми или скрытыми с изолированными или незащищенными проводами в трубах или кабелем.

В пожароопасных помещениях (склады минеральных масел, деревообрабатывающие цехи и мастерские, запыленные помещения мельниц и элеваторов, зернохранилища, склады для хранения горючих материалов) проводки выполняют открытые, – изолированными проводами на изоляторах или в трубах и скрытые, – изолированными проводами в стальных трубах, кабелем.

Во взрывоопасных помещениях, к которым относятся аккумуляторные, нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, все проводки (открытые и скрытые)

монтируют изолированными проводами в стальных трубах. Разрешена открытая прокладка небронированных кабелей с резиновой изоляцией в свинцовой или поливинилхлоридной оболочке для осветительных сетей при напряжении не более 250 В по отношению к земле и при отсутствии механических и химических воздействий.

При выборе вида проводок следует учитывать, что каждому из видов соответствует, как правило, несколько марок проводов, кабелей, применение которых рекомендуется нормативными материалами.

При проектировании систем электрификации рекомендуется использовать (по возможности) наиболее простые типы проводок с открытой прокладкой проводов или беструбные скрытые проводки. Проводки в трубах (пластмассовых или стальных) могут быть рекомендованы лишь в тех случаях, когда другие виды проводок не могут быть применены. То же касается и тросовых проводок, которые применяют в тех случаях, когда трудно выполнить другие виды проводок (например, из-за большого количества выступов, ригелей, переходов внутри здания).

При проектировании проводок надо стремиться к применению наиболее экономичной проводки, использовать минимальное количество марок установочных проводов и кабелей, предусматривать промышленные способы заготовки и монтажа электропроводок.

Площади сечений проводов и кабелей внутренних электропроводок выбирают по допустимому нагреву и допустимым потерям напряжения. Кроме этого, площади сечений проводов и кабелей должны быть не меньше чем разрешается по условиям механической прочности.

Расчет внутренних электропроводок по допустимому нагреву

Провода и кабели должны быть выбраны таким образом, чтобы их температура при длительном протекании рабочего тока нагрузки не была больше предельно допустимой. Совокупность кабелей и проводов с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями и деталями, которые размещаются внутри помещений, называется внутренней электропроводкой.

Согласно Правил устройства электроустановок, провода и кабели внутренних электропроводок любого назначения должны удовлетворять требованиям в отношении предельно допустимого нагрева с учетом не только нормальных, но и отличных от нормальных режимов работы.

Наибольшая допустимая температура для проводов и кабелей определяется по условиям безопасности, надежности и экономичности внутренних электропроводок.

При этом допустимая температура нагрева принимается:

- 1) для неизолированных проводов – плюс 70 °С;
- 2) для изолированных проводов с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией – плюс 55 °С;
- 3) для проводов с теплостойкой резиновой изоляцией – плюс 65 °С;
- 4) для кабелей с бумажной изоляцией на напряжение до 3кВ – плюс 80 °С.

При расчетах провода внутренних электропроводок выбирают по значениям предельно допустимого тока, приведенных в приложениях С, Т, У, Ф, Х.

Выбор сечения проводов и кабелей по нагреву производится по указанным таблицам по формуле (6.1):

$$I_{\text{ддт}} \geq I_{\text{р}} \quad (6.1)$$

где $I_{\text{ддт}}$ – табличное значение длительно допустимого тока проводов по условиям нагрева, А;

$I_{\text{р}}$ – расчетный ток на участках сети, А.

Для взрывоопасных зон используется формула (6.2):

$$I_{\text{ддт}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{р}} \quad (6.2)$$

В приложениях С, Т, У, Ф, Х значения длительно допустимого тока проводов приведены для нормальных условий прокладки проводов и кабелей с учетом материала жил, способа их прокладки и расчетной температуры равной плюс 65 °С. Нормальными условиями прокладки проводов и кабелей в воздухе считается температура воздуха плюс 25 °С. При этом расстояние в свету между соседними кабелями при прокладке их внутри или вне здания и в туннелях должно быть не менее 35 мм и при прокладке в каналах не менее 50 мм. Число кабелей не ограничивается.

При температуре окружающей среды отличной от расчетной и при параллельной прокладке нескольких кабелей допустимый ток ($I_{\text{д}}$), определяется с учетом поправочных коэффициентов по формуле (6.3):

$$I_{\text{д}} \geq I_{\text{ддт}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{п}} \quad (6.3)$$

где $K_{\text{т}}$ – поправочный коэффициент на температуру окружающей среды (применяют в тех случаях, когда эта температура значительно отличается от табличной);

$K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент на число совместно прокладываемых в трубах, коробах и в лотках (пучками) проводов (принимают равным 0,68 для пяти и шести; 0,63 для семи – девяти и 0,6 для десяти – двенадцати проводов).

Если условие $I_{\text{д}} \geq I_{\text{р}}$ не соблюдено, то выбирают ближайшую большую площадь поперечного сечения проводника.

Задания практической работы

1. Рассчитать сечение проводов и кабелей для подсоединения токоприемников поточной линии.

2. Выбрать марки проводов и кабелей для вышеуказанных токоприемников.

3. Разработать план силовых электропроводок.

4. Выполнить расчетную схему силовой сети

Примите следующие исходные данные для выполнения работы:

1. Принципиальная электрическая схема управления поточной линией и данные токоприемников (см. практические работы 1, 2).

2. План помещения с расположением технологического оборудования поточной линии и его размеры (приложение А).

Ход выполнения работы

При выборе вида электропроводок, следует учитывать, что каждому из них соответствует, как правило, несколько марок кабелей, проводов, применение которых рекомендуется нормативными документами. В практической работе рекомендуется использовать наиболее простые типы проводок с открытой прокладкой кабелей и проводов. Целесообразно использовать кабели и провода с алюминиевыми жилами. В условном обозначении марки кабеля или провода в этом случае имеется буква А.

При проектировании проводок надо стремиться к применению наиболее экономичной проводки, использовать минимальное количество марок кабелей проводов. Площади сечений кабелей и проводов выбирают по допустимому нагреву. Кроме того, площади сечений кабелей и проводов должны быть не меньше, чем разрешается по условиям механической прочности.

Провода и кабели должны быть выбраны таким образом, чтобы их температура при длительном протекании рабочего тока нагрузки не была больше предельно допустимой. Выбор проводов и кабелей проводят по условиям (6.1) – (6.3). При расчетах сечений проводов и кабелей учитывают значения предельно допустимых токов, установленных Правилами устройства электроустановок (ПЭУ) (приложения С, Т, У, Ф, Х).

Приведем характеристики проводов и кабелей, рекомендуемых для применения в проекте:

1. АПВ – провод установочный с поливинилхлоридной изоляцией, одножильный, площадь поперечного сечения жилы от 2,5 до 120 мм². Применяют для монтажа силовых цепей и вторичных цепей, прокладки в трубах, пустотных каналах, несгораемых строительных конструкциях.

2. АПРН – провод установочный с резиновой изоляцией, в негорючей резиновой оболочке, одножильный, площадь сечения жилы от 2,5 до 120 мм². Используют для прокладки в сухих и сырых помещениях, а также на открытом воздухе.

3. АППР – провод установочный с резиновой, не распространяющей горение изоляцией, с разделительным основанием, одно-, двух-, трех- и четырехжильный, площадь сечения жилы от 2,5 до 10 мм². Используют для прокладки непосредственно по деревянным поверхностям и конструкциям в жилых и производственных помещениях, включая животноводческие и птицеводческие помещения.

4. АВРГ – кабель силовой с резиновой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке, одно-, двух- и трехжильный, площадь сечения жил от 4 до 300 мм² (одножильные) и от 2,5 до 300 мм² (двух- и трехжильные). Используют для прокладки внутри помещений.

5. АНРГ – кабель силовой с резиновой изоляцией, в резиновой маслостойкой оболочке, не распространяющей горение. Площадь сечения составляет от

4 до 200 мм² для одно- и двухжильных и от 4 до 185 мм² для трехжильных. Используют для прокладки внутри помещений.

6. АВВГ – кабель силовой с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика, двух-, трех- и четырехжильный с площадью сечения жил от 2,5 до 50 мм². Используют для прокладки в земле, каналах, в том числе в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель.

После окончания выбора проводов, кабелей и способа их прокладки необходимо перейти к составлению плана силовых проводок электроустановки.

План силовых проводок электроустановки следует вычертить на листе формата А1. Для этого необходимо ознакомиться с условными графическими обозначениями электрического оборудования и проводок на планах. Электрическое оборудование и электропроводки на планах силовых и осветительных сетей показывают условными графическими обозначениями, которые установлены ГОСТ 21.210-2014 «Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах». В приложении III приведены некоторые условные графические обозначения электрического оборудования и электропроводок на планах.

После ознакомления с условными графическими обозначениями следует вычертить план производственного помещения в масштабе с указанием размеров: длины и ширины помещения. Внутри плана помещения необходимо вычертить схему технологической установки в таком виде, как она представлена в техническом задании на проектирование, то есть в виде прямоугольника. В прямоугольнике необходимо дать условное графическое изображение соответствующего электрического оборудования: устройства с электродвигателем, электронагревательного устройства, поста управления и т. п.

Затем следует вычертить линии электропроводки от щита управления до указанных устройств в соответствии с принятым способом прокладки. На линиях электропроводки необходимо дать характеристику проводов и кабелей.

Под характеристикой проводов и кабелей понимают их марку, число жил и длину. Длину следует определить ориентировочно с помощью линейки, измерив общую длину отрезков провода, кабеля на плане и умножив ее на масштаб.

План силовых проводов электроустановки следует вычертить на листе формата А1. Начать работу нужно с подготовки листа и его разметки. На рисунке 6.1 приведен пример разметки чертежного поля листа для данного случая. В зоне А рекомендуется вычертить план силовых проводов, в зоне Б – расчетную схему силового оборудования, в зоне В – условные обозначения, принятые на плане, с поясняющими надписями.

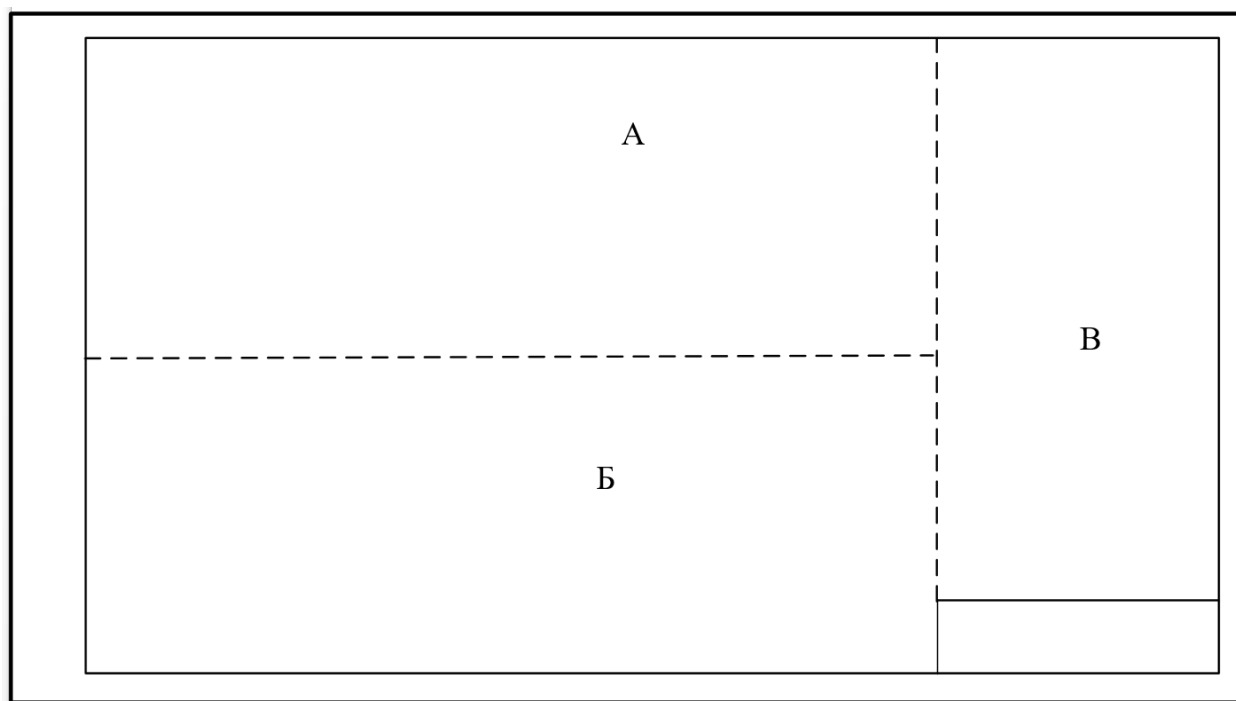


Рисунок 6.1 – Пример разметки
чертежного поля для плана силовых проводов

Пример выполнения схемы силовых проводов приведен на рисунке 6.2. При этом характеристика проводов и кабелей дана лишь для некоторых токоприемников.

На рисунке 6.3 показан фрагмент заполнения расчетной схемы силового оборудования.

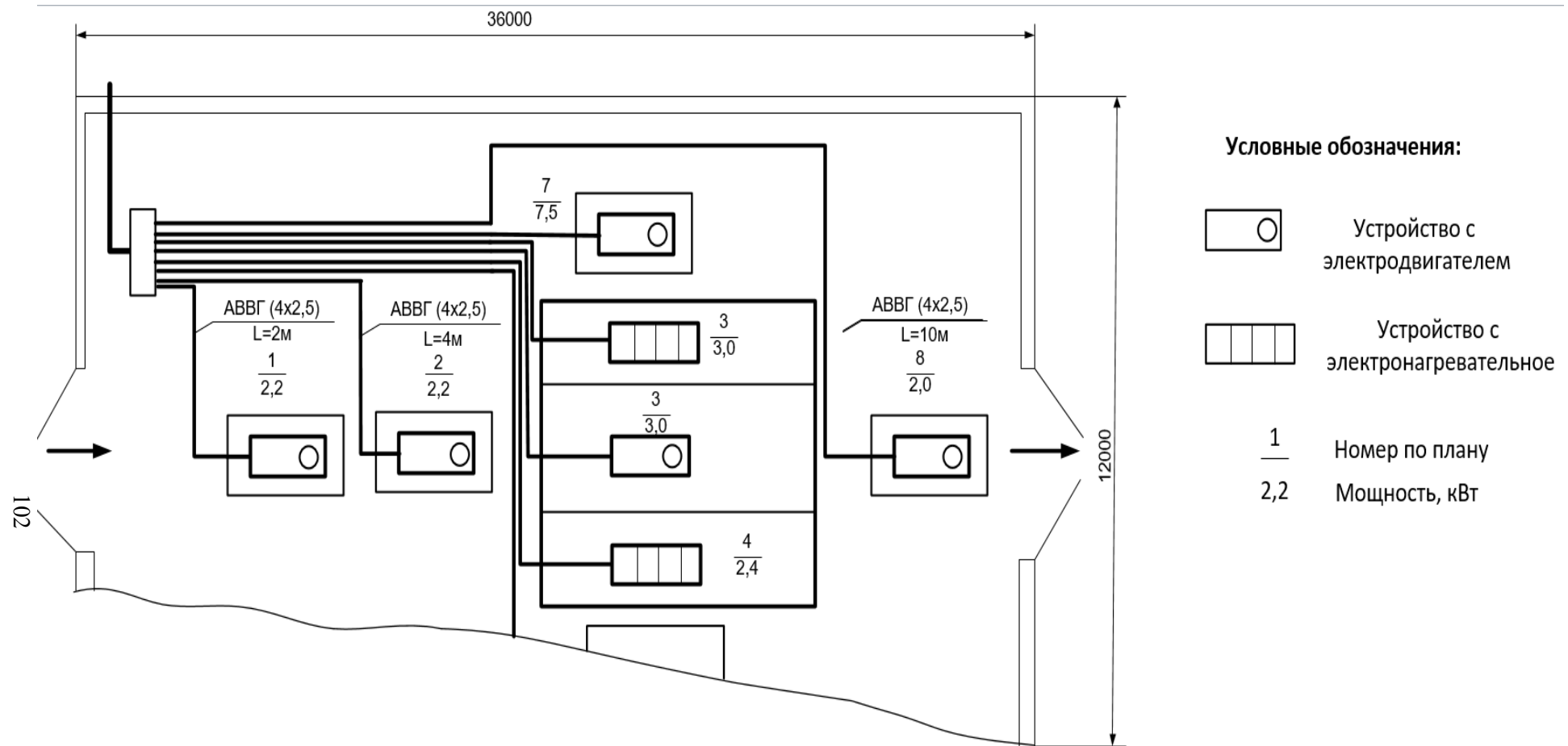


Рисунок 6.2 – Пример выполнения схемы силовых проводок

РАСЧЁТНАЯ СХЕМА СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Ввод	Шкаф силовой, распределительный		Распределительная сеть			Щит управления			Распределительная сеть			Электроприемники						
	№ группы	Тип аппарата	Марка и сечение провода (кабеля)	Способ прокладки	Длина, м	Марка Установле- нная и расчетная мощность	Тип аппарата защиты	Пускатель		Марка и сечение провода (кабеля)	Способ прокладки	Дли- на, м	Обознач- ение на плане	№ на плане	Номинальная мощность установки, кВт	Тип оборудования	Наименование технологического оборудования	
		Ток пред.-ля, А Ток пл.вставки, А					Ток номинальный, А	Марка	Ток номинальный А									
	ШР					ЩМП												
	1	ППН-33 100 80	ВВГ(4x25)	В трубе	18,5	Р_{уст} = 33 кВт Р_{уст} = 37 кВт	ВА14-26 $\frac{32}{6}$	КМИ-10910	9	ВВГ(4x1,5)	В лотке	12		1	2,2	4А90L4У3	Приемный транспортер	
								ВА14-26 $\frac{32}{6}$	КМИ-10910	9	ВВГ(4x1,5)	В лотке	14		2	2,2	4А90L4У3	Транспортер сортировки

Рисунок 6.3 – Фрагмент заполнения расчетной схемы силового оборудования

Требования к отчету практической работы

Расчеты сечений проводов и кабелей необходимо привести в рабочей тетради.

План силовых проводок оформите на графическом листе формата А1 в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации.

Контрольные вопросы

1. Что называют электропроводкой? Как разделяют электропроводки? Какими могут быть внутренние электропроводки?
2. Как могут выполняться скрытые электропроводки?
3. В чем заключается отличие лотка от короба?
4. Какие факторы следует принимать во внимание при выборе вида электропроводки?
5. Как выбирают площадь сечения проводов и кабелей внутренних электропроводок?
6. Как на планах обозначают электропроводки, выполненные в трубах?
7. Как на планах обозначают щит распределительный (например, с пятью выводами и одним вводом)?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганенко, А. П. Оформление текстовых и графических материалов при подготовке дипломных проектов, курсовых и письменных экзаменационных работ (требования ЕСКД) : учебник / А. П. Ганенко, М. И. Лапсарь. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
2. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. – М. : Издательство стандартов, 1985. – 125 с.
3. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. – М. : Издательство стандартов, 1988. – 220 с.
4. Емельянов, А. М. Проектирование систем автоматизации технологических процессов : справочное пособие / А. М. Емельянов, О. В. Капник. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 510 с.
5. Каминский, Е. А. Практические приемы выполнения схем электроустановок / Е. А. Каминский. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 368 с.
6. Мартыненко, И. И. Проектирование систем автоматики : учебное пособие / И. И. Мартыненко, В. Ф. Лысенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1990. – 243 с.
7. Поярков, К. М. Практикум по проектированию комплексной электрификации : учебное пособие / К. М. Поярков. – М. : Агропромиздат, 1987. – 192 с.
8. Проектирование комплексной электрификации / Л. Г. Прищеп, А. П. Якименко, Я. Я. Соловьёв [и др.]. – М. : Колос, 1983. – 270 с.
9. Проектирование систем электрификации : практикум / сост.: В. И. Мазерин. – 3-е изд., стереотип. – Кострома : Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 126 с.
10. Проектирование систем энергообеспечения : учебник / Р. А. Амерханов, А. В. Богдан, С. В. Вербицкий [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2010. – 548 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А **ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Таблица А.1 – Варианты заданий на проектирование

№ варианта	№ рисунка	Данные электрооборудования																	Коэффициент загрузки, Кз	Коэффициент одновременности, Ко	Вариант защиты электрооборудования от короткого замыкания и перегрузки
		Приемный транспортер		Сортировка		Транспортер		Дробилка		Вентилятор		Электропривод задвижки бункера		Насос		Смеситель		Электрокалорифер			
		Мощность, кВт	Синхронная частота вращения, об/мин.	Мощность, кВт	Синхронная частота вращения, об/мин.	Мощность, кВт	Синхронная частота вращения, об/мин.	Мощность, кВт	Синхронная частота вращения, об/мин.	Мощность, кВт	Синхронная частота вращения, об/мин.	Мощность, кВт	Синхронная частота вращения, об/мин.	Мощность, кВт	Синхронная частота вращения, об/мин.	Мощность, кВт	Синхронная частота вращения, об/мин.	Мощность, кВт			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	A.7	3,0	1 500	4,0	1 000	2,2	1 000	–	–	11,0	1 500	1,10	1 000	1,1	1 000	–	–	9,6	0,80	0,95	а
2	A.1	5,5	1 500	7,5	1 500	4,0	1 000	–	–	22,0	1 000	1,50	1 000	–	–	–	–	18,0	0,75	0,80	б
3	A.6	4,0	1 000	5,5	1 500	1,5	1 000	30	1 500	5,5	1 500	0,55	1 000	–	–	–	–	18,0	0,70	0,82	в
4	A.2	3,0	1 500	4,0	1 000	2,2	1 000	–	–	11,0	1 000	0,37	1 500	–	–	–	–	19,2	0,77	0,80	а
5	A.5	5,5	1 000	7,5	1 000	4,0	1 500	30	1 000	7,5	1 500	1,10	1 000	–	–	–	–	9,6	0,80	0,90	б
6	A.1	5,5	1 500	7,5	1 500	4,0	1 000	–	–	22,0	1 000	1,50	1 000	–	–	–	–	18,0	0,85	0,95	в
7	A.3	2,2	1 000	–	–	2,2	1 000	–	–	4,0	1 500	0,37	1 000	1,5	1 500	–	–	12,0	0,80	0,85	а
8	A.6	3,0	1 000	4,0	1 500	1,5	1 000	22	1 000	5,5	1 500	0,37	1 000	–	–	–	–	9,6	0,75	0,90	б
9	A.7	3,0	1 500	4,0	1 000	2,2	1 000	–	–	11,0	1 500	1,10	1 000	1,1	1 000	–	–	9,6	0,78	0,92	в

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
10	A.4	4,0	1 500	–	–	5,5	1 000	–	–	7,5	1 000	1,10	1 000	–	–	7,5	1 000	12,0	0,90	0,75	а
11	A.2	3,0	1 500	4,0	1 000	2,2	1 000	–	–	11,0	1 000	0,37	1 500	–	–	–	–	19,2	0,90	0,85	б
12	A.5	4,0	1 000	5,5	1 000	3,0	1 500	22	1 000	5,5	1 500	1,10	1 000	–	–	–	–	9,6	0,80	0,85	в
13	A.4	3,0	1 500	–	–	4,0	1 000	–	–	5,5	1 000	1,10	1 000	–	–	7,5	1 000	12,0	0,75	0,90	а
14	A.7	3,0	1 500	4,0	1 000	2,2	1 000	–	–	7,5	1 500	1,10	1 000	1,1	1 000	–	–	19,2	0,78	0,92	б
15	A.1	4,0	1 500	5,5	1 500	4,0	1 000	–	–	11,0	1 000	1,10	1 000	–	–	–	–	19,2	0,75	0,80	а
16	A.3	2,2	1 000	–	–	2,2	1 000	–	–	4,0	1 500	0,37	1 000	1,5	1 500	–	–	12,0	0,70	0,82	б
17	A.6	3,0	1 000	4,0	1 500	1,5	1 000	22	1 000	5,5	1 500	0,37	1 000	–	–	–	–	9,6	0,77	0,80	в
18	A.2	4,0	1 500	5,5	1 500	3,0	1 500	–	–	22,0	1 000	0,55	1 000	–	–	–	–	19,2	0,80	0,90	а
19	A.6	4,0	1 000	5,5	1 500	1,5	1 000	30	1 500	5,5	1 500	0,55	1 000	–	–	–	–	18,0	0,85	0,95	б
20	A.3	4,0	1 000	–	–	4,0	1 000	–	–	5,5	1 500	1,10	1 000	2,2	1 500	–	–	18,0	0,80	0,85	а
21	A.7	1,1	1 000	2,2	1 000	2,2	1 000	–	–	5,5	1 500	0,55	1 000	1,1	1 000	–	–	3,2	0,88	0,90	б
22	A.5	5,5	1 000	7,5	1 000	4,0	1 500	30	1 000	7,5	1 500	1,10	1 000	–	–	–	–	9,6	0,75	0,80	в
23	A.6	4,0	1 000	5,5	1 500	1,5	1 000	30	1 500	5,5	1 500	0,55	1 000	–	–	–	–	18,0	0,70	0,82	а
24	A.4	4,0	1 500	–	–	5,5	1 000	–	–	7,5	1 000	1,10	1 000	–	–	7,5	1 000	12,0	0,77	0,80	б
25	A.3	2,2	1 000	–	–	2,2	1 000	–	–	4,0	1 500	0,37	1 000	1,5	1 500	–	–	12,0	0,80	0,90	в
26	A.1	4,0	1 500	5,5	1 500	4,0	1 000	–	–	11,0	1 000	1,10	1 000	–	–	–	–	19,2	0,85	0,95	б
27	A.2	3,0	1 500	4,0	1 000	2,2	1 000	–	–	11,0	1 000	0,37	1 500	–	–	–	–	19,2	0,80	0,85	в
28	A.6	4,0	1 000	5,5	1 500	1,5	1 000	30	1 500	5,5	1 500	0,55	1 000	–	–	–	–	18,0	0,75	0,90	а
29	A.3	4,0	1 000	–	–	4,0	1 000	–	–	5,5	1 500	1,10	1 000	2,2	1 500	–	–	18,0	0,78	0,92	б
30	A.5	5,5	1 000	7,5	1 000	4,0	1 500	30	1 000	7,5	1 500	1,10	1 000	–	–	–	–	9,6	0,90	0,75	а
31	A.4	4,0	1 500	–	–	5,5	1 000	–	–	7,5	1 000	1,10	1 000	–	–	7,5	1 000	12,0	0,90	0,85	б
32	A.7	3,0	1 500	4,0	1 000	2,2	1 000	–	–	11,0	1 500	0,75	1 000	1,5	1 000	–	–	19,2	0,80	0,90	в
33	A.6	4,0	1 000	5,5	1 500	1,5	1 000	30	1 500	5,5	1 500	0,55	1 000	–	–	–	–	18,0	0,75	0,80	а
34	A.2	4,0	1 500	5,5	1 500	3,0	1 500	–	–	22,0	1 000	0,55	1 000	–	–	–	–	19,2	0,70	0,82	б

Примечание: а – плавкие предохранители и электротепловые реле; б – автоматические выключатели с электромагнитными расцепителями и электротепловые реле; в – автоматические выключатели с комбинированными расцепителями.

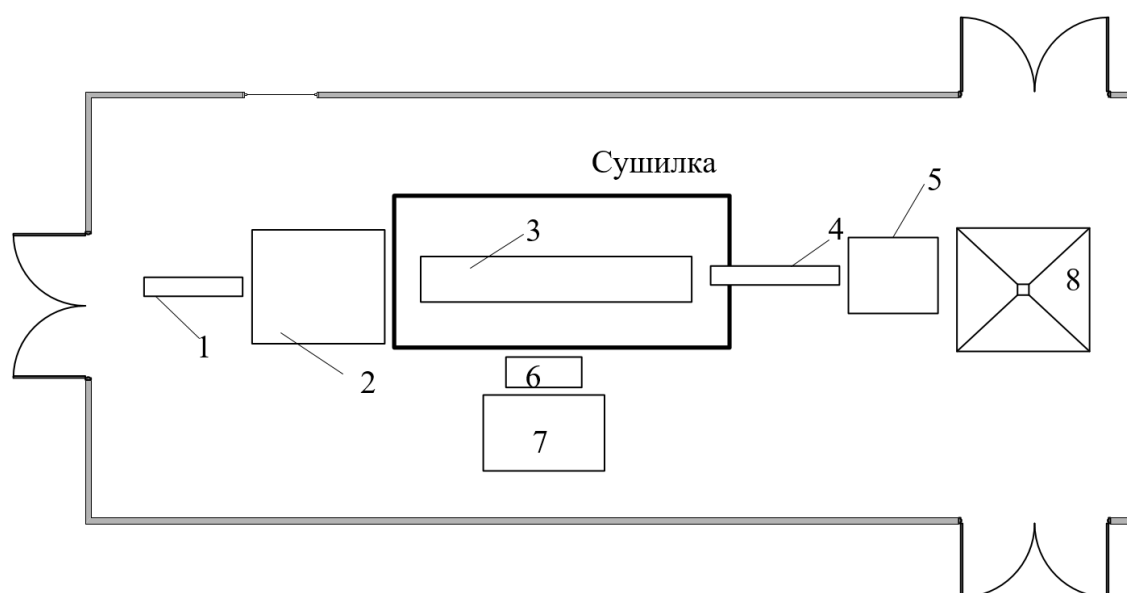


Рисунок А.1 – План расположения машин

Описание технологического процесса. Продукт, подлежащий обработке, приемным транспортером 1 подается на сортировку 2, в результате которой удаляются некондиционный материал и посторонние включения, а затем попадает на транспортер 3 сушилки. Далее продукт по транспортеру 4 поступает через сортировку 5 в бункер готовой продукции 8. Сушка продукта осуществляется воздухом, нагретым калорифером 6 до определенной температуры. Воздух подается вентилятором 7.

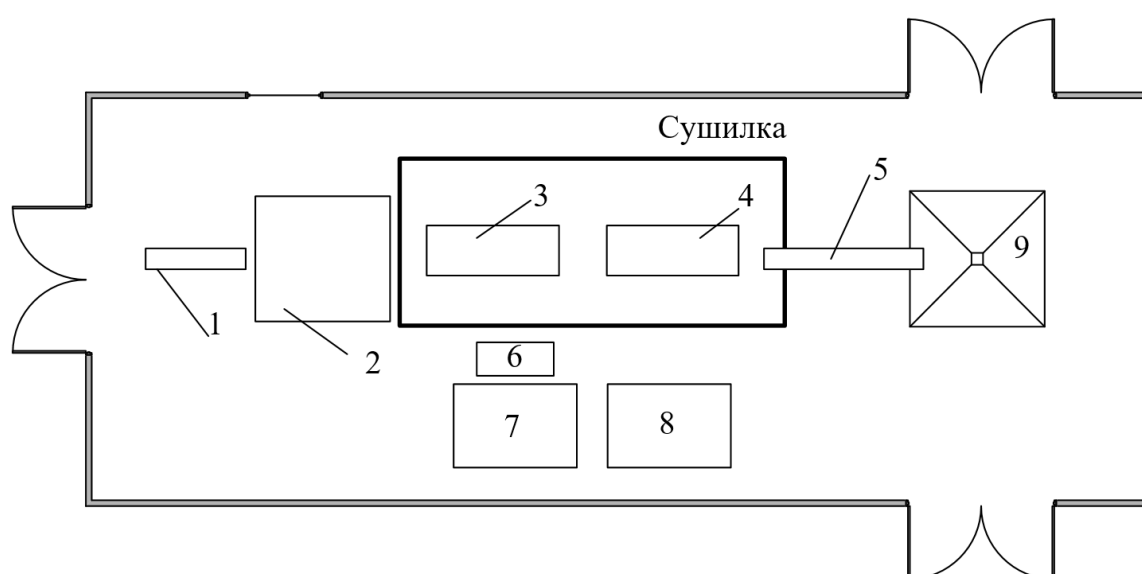


Рисунок А.2 – План расположения машин

Описание технологического процесса. Продукт, подлежащий обработке, приемным транспортером 1 подается на сортировку 2, в результате которой удаляются некондиционный материал и посторонние включения, а затем последовательно: сначала попадает на транспортер 3 сушилки, где происходит нагрев продукта, далее – на транспортер 4 сушилки для охлаждения вентилятором 8. Затем продукт по транспортеру 5 поступает в бункер готовой продукции 9. Сушка продукта осуществляется воздухом, нагретым до определенной температуры нагревательными элементами 6 и вентилятором 7.

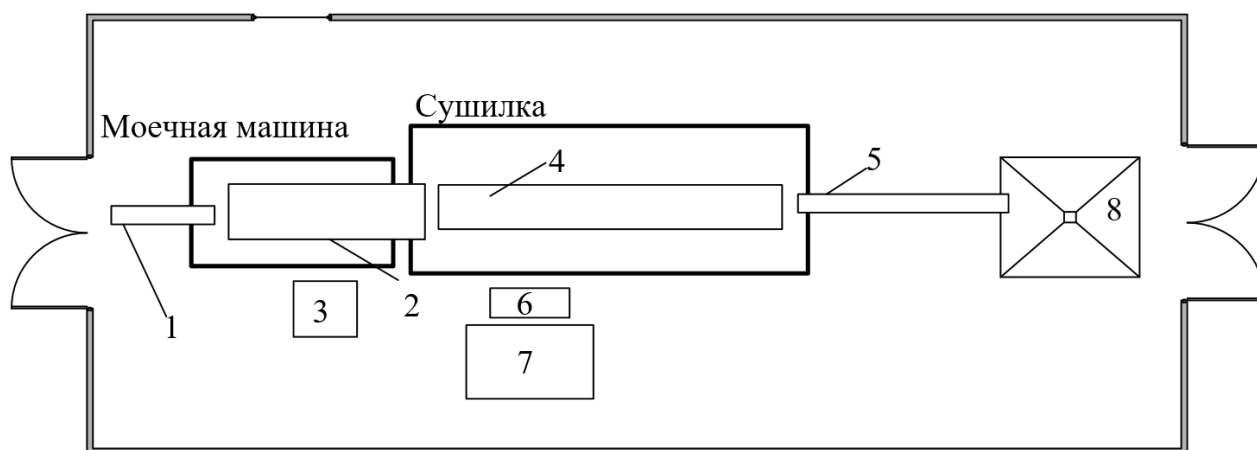


Рисунок А.3 – План расположения машин

Описание технологического процесса. Продукт, подлежащий обработке, приемным транспортером 1 подается на транспортер 2 моечной машины. В процессе мойки продукта удаляется налипшая земля, и отмываются загрязнения. Вода подается насосом 3. Затем продукт по транспортеру 2 поступает на тепловую обработку. Тепловая обработка осуществляется воздухом, нагретым калорифером 6 до определенной температуры, и подается вентилятором 7. Обработанный продукт транспортером 4 удаляется из зоны теплового воздействия и перемещается транспортером 5 в бункер готовой продукции 8.

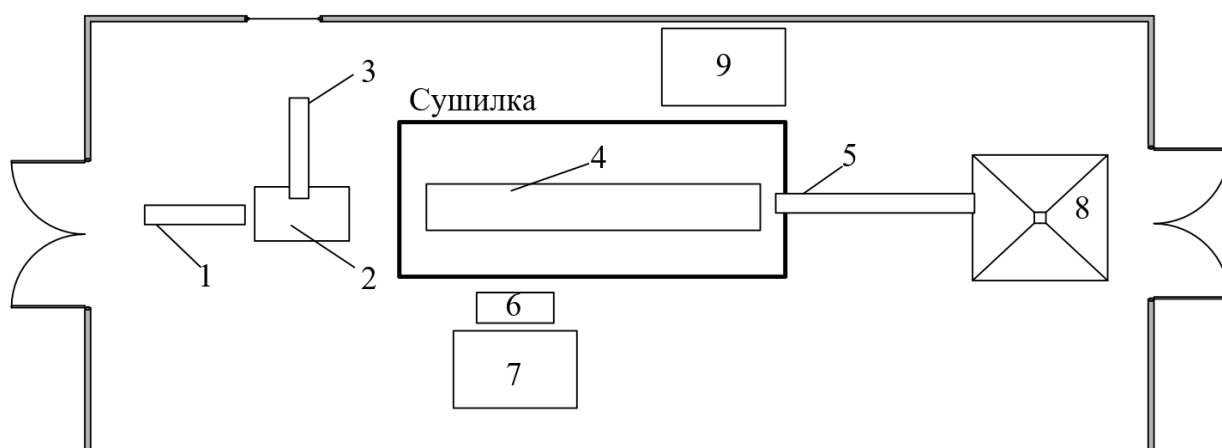


Рисунок А.4 – План расположения машин

Описание технологического процесса. Продукты, подлежащие обработке, по приемным транспортерам 1 и 3 подаются в смеситель 2, откуда поступают на тепловую обработку. Тепловая обработка осуществляется воздухом, нагретым калорифером 6 до определенной температуры и подается вентилятором 7. После окончания тепловой обработки продукт удаляется из зоны теплового воздействия транспортером 4 и охлаждается вентилятором 9. Обработанный продукт по транспортеру 5 поступает в бункер готовой продукции 8.

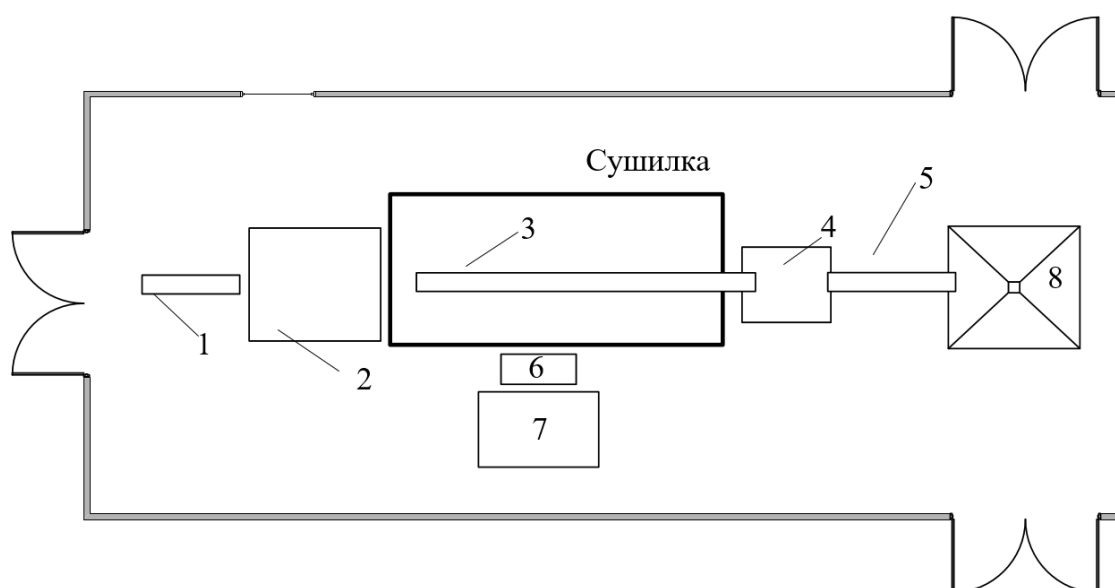


Рисунок А.5 – План расположения машин

Описание технологического процесса. Продукт, подлежащий обработке, приемным транспортом 1 подается на сортировку 2, в результате которой удаляются некондиционный материал и посторонние включения, а затем попадает на транспортер 3 сушилки. Далее продукт поступает через дробилку 4 на транспортер 5 и в бункер готовой продукции 8. Сушка продукта осуществляется воздухом, нагретым калорифером 6 до определенной температуры. Воздух подается вентилятором 7.

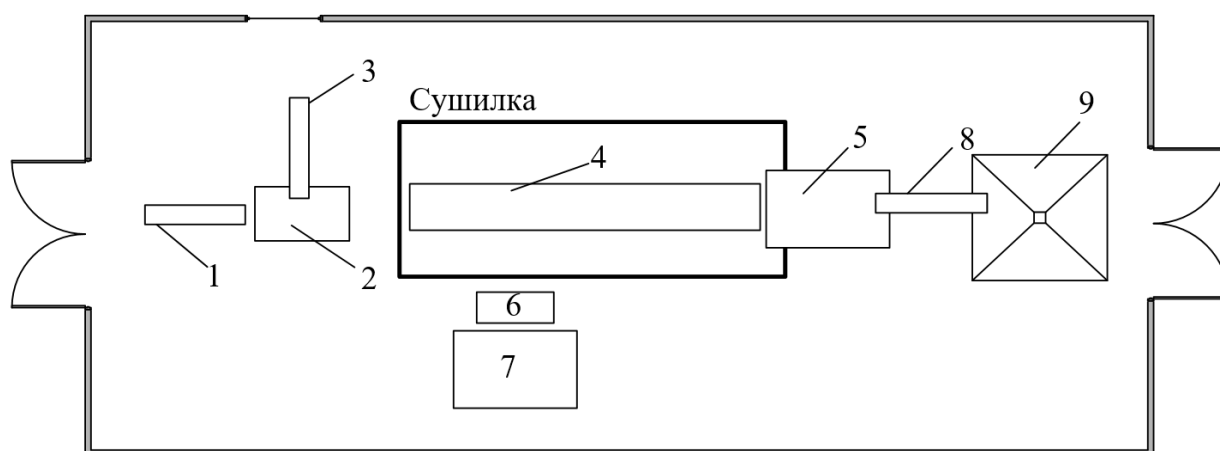


Рисунок А.6 – План расположения машин

Описание технологического процесса. Продукт, подлежащий обработке, по приемному транспортеру 1 подаётся на сортировку 2, откуда поступает на тепловую обработку. Транспортером 3 из сортировки удаляется некондиционный материал. Тепловая обработка осуществляется воздухом, нагретым калорифером 6 до определенной температуры и подается вентилятором 7. После окончания тепловой обработки продукт удаляется из зоны теплового воздействия транспортером 4 и подается в дробилку 5. Обработанный продукт по транспортеру 8 поступает в бункер готовой продукции 9.

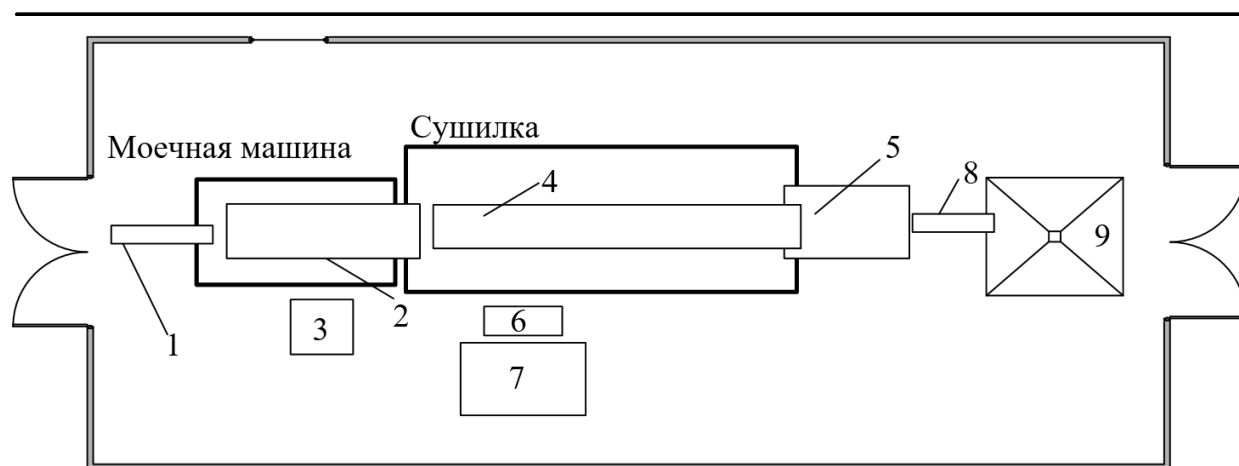


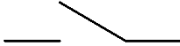
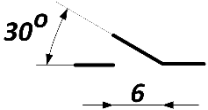
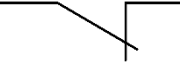
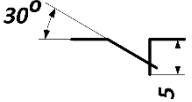
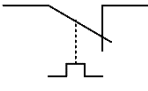
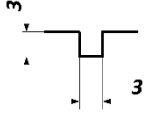
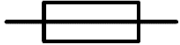
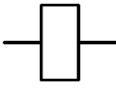
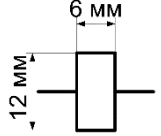
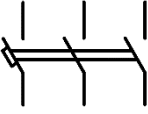
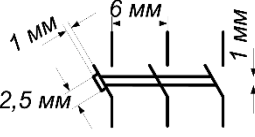
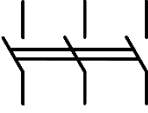
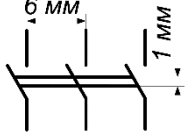
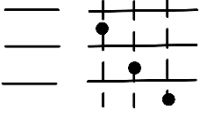
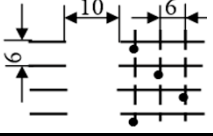
Рисунок А.7 – План расположения машин

Описание технологического процесса. Продукт, подлежащий обработке, приемным транспортером 1 подается на транспортер 2 моечной машины. В процессе мойки продукта удаляется налипшая земля, и отмываются загрязнения. Вода подается насосом 3. Затем продукт по транспортеру 2 поступает на транспортер 4 сушилки для тепловой обработки. Тепловая обработка осуществляется воздухом, нагретым калорифером 6 до определенной температуры и подается вентилятором 7. Обработанный продукт транспортером 4 удаляется из зоны теплового воздействия и перемещается на сортировку 5 и транспортером 8 в бункер готовой продукции 9.

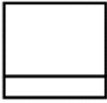
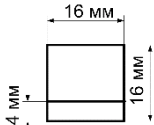
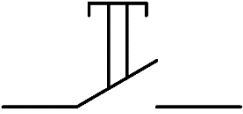
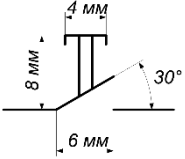
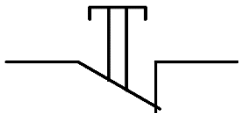
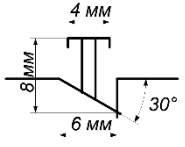
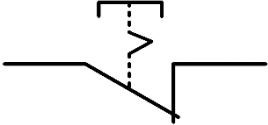
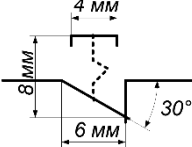
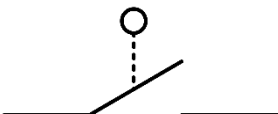
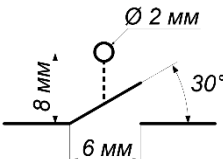
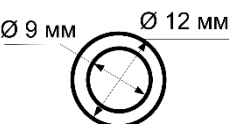
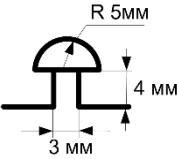
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Таблица Б.1 – Графические изображение и размеры электротехнических элементов

Виды элементов и устройств	Буквенное обозначение	Графическое изображение	Размеры, мм
1	2	3	4
Контакт замыкающий			
Контакт размыкающий			
Контакт электротеплового реле	KK		
Предохранители	FU		
Реле напряжения	KV		
Контакты, магнитные пускатели	KM		
Выключатель автоматический	QF		
Разъединитель, рубильник	QS		
Переключатель со сложной коммутацией	SA		

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
Электронагреватель косвенного нагрева	EK		
Приборы световой сигнализации	HL		
Замыкающий кнопочный контакт с самовозвратом	SB		
Размыкающий кнопочный контакт с самовозвратом			
Контакт замыкающий нажимного кнопочного выключателя без самовозврата, с размыканием и возвратом элемента управления посредством вторичного нажатия кнопки			
Выключатель, срабатывающий от уровня	SL		
Выключатель, срабатывающий от положения	SQ		
Выключатель, срабатывающий от температуры	SK		
Двигатель асинхронный с короткозамкнутым ротором	M		
Звуковая сигнализация	HA		

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ОСНОВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ СЕРИИ 4А (СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ IP 44)

Таблица В.1 – Основные технические данные двигателей основного исполнения серии 4А (степень защиты IP 44)

$P_{ном},$ кВт	Синхронная частота вращения							
	1 500 об/мин				1 000 об/мин			
	типоразмер	КПД, %	$\cos \varphi$	K_n	типоразмер	КПД, %	$\cos \varphi$	K_n
0,37	4AA63A4Y3	68,0	0,69	4,5	4AA71A6Y3	64,5	0,69	4,0
0,55	4AA71B4Y3	70,5	0,70	4,5	4AA71B6Y3	67,5	0,71	4,0
1,10	4A80A4Y3	75,0	0,81	5,0	4A80B6Y3	74,0	0,74	5,5
1,50	4A80B4Y3	77,0	0,83	6,5	4A90L6Y3	75,0	0,74	5,5
2,20	4A90L4Y3	80,0	0,83	5,0	4A100L6Y3	81,0	0,73	6,0
3,00	4A100S4Y3	82,0	0,83	6,0	4A112M6Y3	81,0	0,76	6,0
4,00	4A100L4Y3	84,0	0,84	6,0	4A112B6Y3	82,0	0,81	7,0
5,50	4A112M4Y3	85,5	0,85	7,0	4A132S6Y3	85,0	0,80	7,0
7,50	4A132S4Y3	87,5	0,86	7,5	4A132M6Y3	85,5	0,81	6,5
11,00	4A132M4Y3	87,5	0,87	7,5	4A160S6Y3	86,0	0,86	6,5
22,00	4A180S4Y3	88,5	0,91	7,0	4A200M6Y3	90,0	0,90	6,5
30,00	4A180M4Y3	90,5	0,90	7,0	4A200L6Y3	90,5	0,90	6,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
**ТРУБЧАТЫЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 500 В
БЕЗ НАПОЛНИТЕЛЯ (ТИП ПР2) И С НАПОЛНИТЕЛЕМ (ТИП ППН-33)**

Таблица Г.1 – Характеристики трубчатых предохранителей напряжением до 500 В без наполнителя и с наполнителем

Тип	Номинальный ток, А		Габаритный размер *, мм (длина x ширина x высота)
	держателя (патрона)	плавкой вставки	
ПР 2-15	15	6, 10, 15	172x24x34
ПР 2-60	60	15, 20, 25, 35, 45, 60	172x28x40
ПР 2-100	100	60, 80, 100	247x43x56
ПР 2-200	200	100, 125, 160, 200	296x58x77,5
ППН-33-100	100	2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100	120x20x58
ППН-33-160	160	50, 63, 80, 100, 125, 160	
ППН-33-250		40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250	160x20x58

Примечание: * – габаритные размеры указаны с держателем.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРЕХПОЛЮСНЫХ
АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Таблица Д.1 – Характеристики трехполюсных автоматических выключателей

Тип	Номинальный ток, А	Исполнение расцепителей переменного тока	Номинальный ток расцепителей, А	Характеристики срабатывания электромагнитного расцепителя	Габаритный размер, мм (длина x ширина x высота)
BA14-26-34	32	электромагнитный	6, 8, 10, 16, 20, 25, 32	C	80x72x71
BA51-31-3	100	электромагнитный, комбинированный	20, 25, 40, 50, 63, 80, 100	D	108x80x79
BA47-29	63	электромагнитный, комбинированный	1, 1,6, 2, 2,5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	B, CD	80x54x75
BA88-35	250	комбинированный	63, 80, 100, 125, 160, 200, 250	C, D	170x105x104

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПУСКАТЕЛЕЙ СЕРИИ КМИ

Таблица Е.1 – Технические данные пускателей серии КМИ

Тип пускателя	Величина пускателя	Номинальный ток, А	Наибольшая мощность управляемого двигателя, кВт	Мощность потребления катушки, Вт	Габаритный размер, мм (длина x ширина x высота)
КМИ-10910	1	9	4,0	2,1	74x45x79
КМИ-11210	1	12	5,5	2,1	74x45x81
КМИ-11810	1	18	7,5	2,1	74x45x81
КМИ-22510	2	25	11,0	2,3	74x55x93
КМИ-23210	2	32	15,0	2,3	83x55x99
КМИ-34012	3	40	18,5	6,0	126x74x111
КМИ-35012	3	50	22,0	6,0	126x74x111
КМИ-46512	4	65	30,0	6,0	126x74x111
КМИ-48012	4	80	37,0	6,0	127x84x125

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВЫХ РЕЛЕ ТИПА РТИ

Таблица Ж.1 – Технические данные электротепловых реле типа РТИ

Тип реле	Предел регулировки тока уставки, А	Габаритный размер, мм (длина x ширина x высота)
РТИ-1305	0,63–1,0	44x47x98
РТИ-1306	1,0–1,6	
РТИ-1307	1,6–2,5	
РТИ-1308	2,5–4,0	
РТИ-1310	4,0–6,0	
РТИ-1312	5,5–8,0	
РТИ-1314	7,0–10,0	
РТИ-1316	9,0–13,0	
РТИ-1321	12,0–18,0	
РТИ-1322	17,0–25,0	
РТИ-2355	28,0–36,0	54x59x98
РТИ-3353	23,0–32,0	54x70x109
РТИ-3355	30,0–40,0	
РТИ-3357	37,0–50,0	
РТИ-3359	48,0–65,0	

ПРИЛОЖЕНИЕ И
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
КОНТАКТНЫХ ПРИСТАВОК ТИПА ПКИ

Таблица И.1 – Технические характеристики контактных приставок типа ПКИ

Тип приставки	Номинальный ток контактов, А	Количество контактов		Габаритный размер, мм (длина x ширина x высота)
		замыкающих	размыкающих	
ПКИ-11	10	1	1	25x47x35
ПКИ-20	10	2	—	
ПКИ-04	10	—	4	44x47x38
ПКИ-22	10	2	2	
ПКИ-40	10	4	—	

ПРИЛОЖЕНИЕ К
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ
ТИПА 4G С НУЛЕВЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ (1–0–2)

Таблица К.1 – Технические характеристики переключателей типа 4G с нулевым положением (1–0–2)

Тип переключателя	Число полюсов	Номер схемы коммутационной программы	Габаритный размер, мм (длина x ширина x высота)
4G10-51-US5R112	1	51	48x48x46
4G10-52-US5R112	2	52	48x48x60
4G10-53-US5R112	3	53	48x48x74
4G10-75-US5R112	4	75	48x48x88
4G10-76-US5R112	5	76	48x48x101
4G10-77-US5R112	6	77	48x48x115
4G10-78-US5R112	7	78	48x48x129
4G10-79-US5R112	8	79	48x48x143

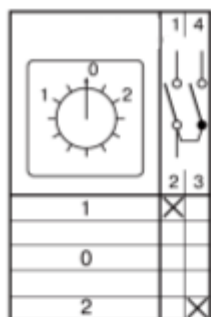
ПРИЛОЖЕНИЕ Л
КРАТКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ КНОПОК УПРАВЛЕНИЯ

Таблица Л.1 – Технические характеристики кнопок управления

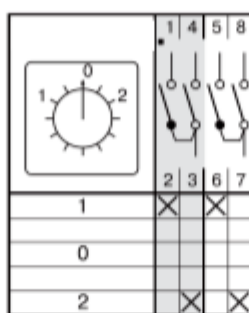
Наименование	Количество элементов управления	Вид толкателя
ПКЕ 112-1 УЗ	1	грибовидный (красный)
		цилиндрический (красный)
		грибовидный (черный)
		цилиндрический (черный)
ПКЕ 112-2 УЗ	2	цилиндрический (красный и черный)
		цилиндрический черный и грибовидный красный
ПКЕ 612 УЗ	2	цилиндрический (черный и красный)
АЕ-22	1	грибовидный красный с механической фиксацией
РРВВ-30N	2	цилиндрический (красный и зеленый)
ПКЕ 122-3 У2	3	цилиндрический (красный и черный)
		цилиндрический черный и грибовидный красный

ПРИЛОЖЕНИЕ М

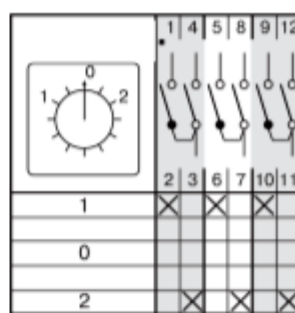
СХЕМЫ КОММУТАЦИОННЫХ ПРОГРАММ



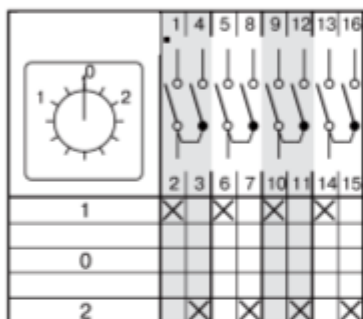
51



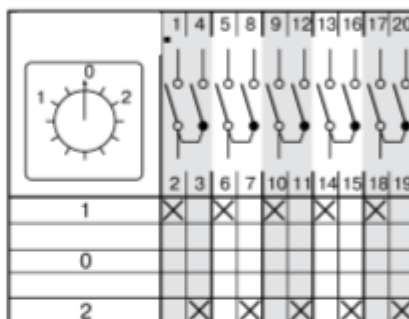
52



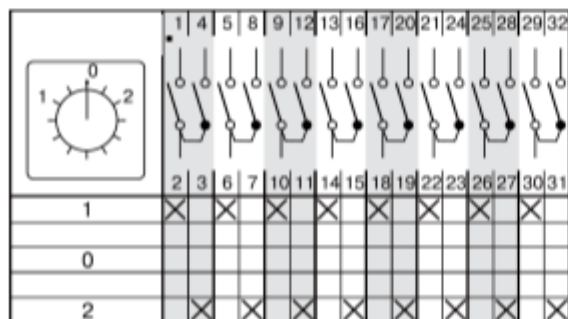
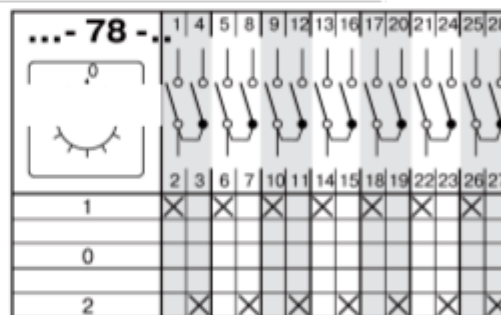
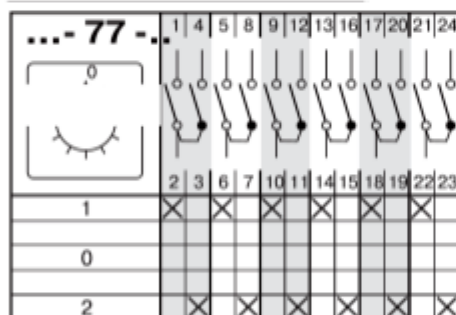
53



77



78

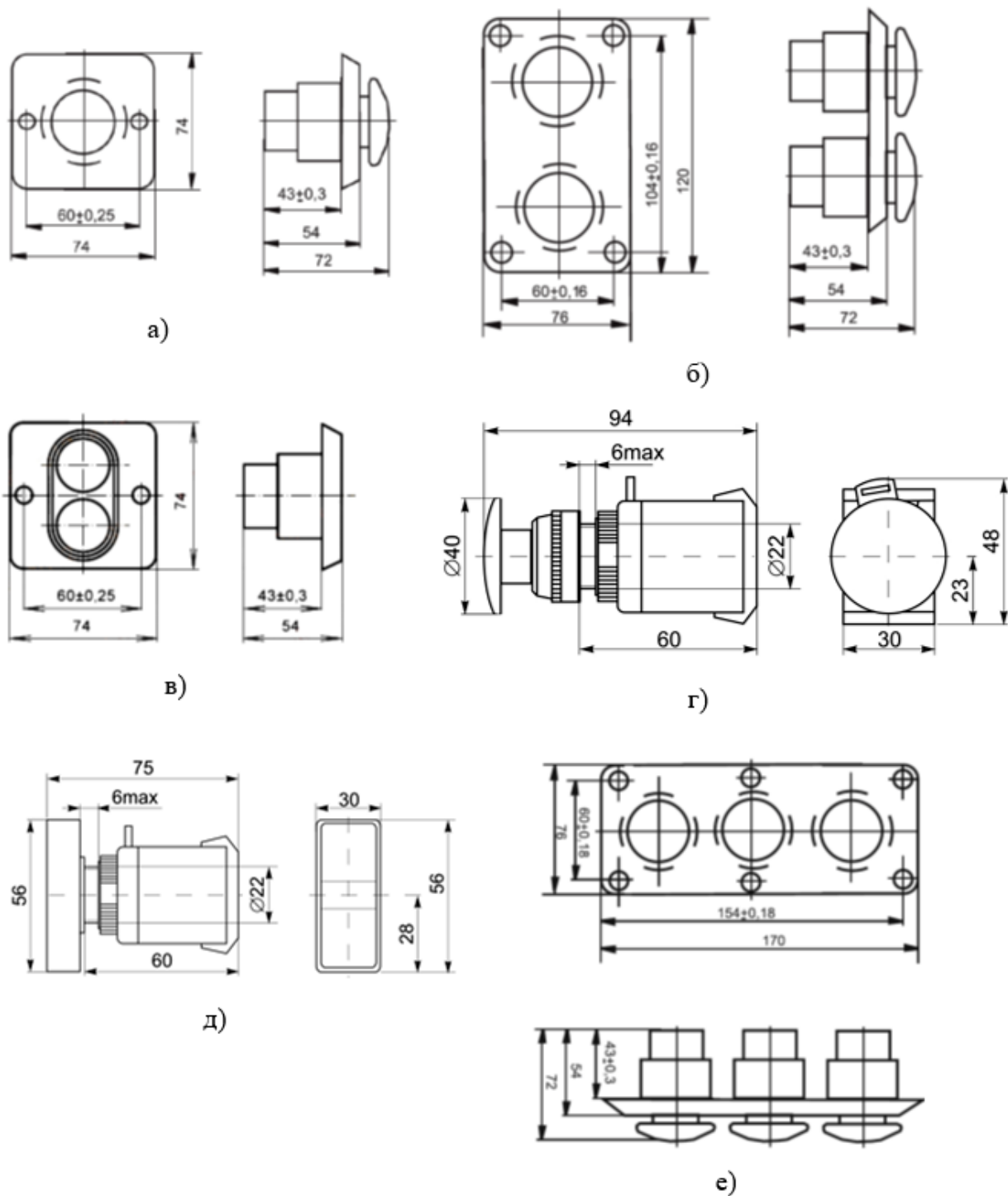


79

Рисунок М.1 – Схемы коммутационных программ

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ КНОПОК



а) – ПKE 112-1 У3; б) – ПKE 112-2 У3; в) – ПKE 612 У3;
г) – АЕ-22; д) – РРВВ-30N; е) – ПKE 122-3 У2

Рисунок Н.1 – Габаритные размеры кнопок

ПРИЛОЖЕНИЕ П

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

СВЕТОВОЙ И ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Таблица П.1 – Технические характеристики световой и звуковой сигнализации

Тип оборудования	Марка	Напряжение, В	Ток, мА	Габаритные размеры	
				диаметр, мм	длина, мм
Световая сигнализация	СКЛ14-K2-220	220	5	22	57
	СКЛ15.3А-K2-220	220	3	8	29
	AD16DS(LED)	220	20	27	47
	АСМ22-220	220	25	22	58
Звуковая сигнализация	МЗМ-1 УХЛ1	220	147	—	—
	ЗВП-220 УХЛ5	220	132	—	—
	РВП-220	220	145	—	—
	SCF-1-220	220	115	—	—
	СС-1-220	220	95	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ Р

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Таблица Р.1 – Технические характеристики средств автоматизации

Тип оборудования	Марка	Количество контактов		Предельная коммутационная способность, А
		замыкающих	размыкающих	
Датчики уровня	СУМ-1м	1	1	2,0
	СУМ-1 У2	2	2	2,0
Путевой выключатель	ВП 15К	1	1	10,0
	ВК-200Г	2	2	10,0
	ВКМ-ВЗГ	2	2	2,5

ПРИЛОЖЕНИЕ С

ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ ЩИТОВ И ПУЛЬТОВ

Таблица С.1 – Габаритные размеры щитов и пультов

Тип щита (пульты)	Высота, мм	Ширина, мм	Глубина, мм
ЩШ-ПЗД	1 800	1 200	600
		1 000	600
		800	600
		600	400
ЩШМ	1 400	800	600
	1 000	800	500
		600	350
ЩШМУ	600	400	500
ЩМП	800	650	300
	1 320	750	
	1 600	600	400
		800	
	1 200	600	600
		800	

ПРИЛОЖЕНИЕ Т

**ДОПУСТИМЫЙ ДЛИТЕЛЬНЫЙ ТОК ДЛЯ ПРОВОДОВ
С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ
В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗАЩИТНЫХ ОБОЛОЧКАХ
И КАБЕЛЕЙ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ
В СВИНЦОВОЙ, ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОЙ ОБОЛОЧКАХ
ПРИ ПРОКЛАДКЕ В ВОЗДУХЕ И В ЗЕМЛЕ**

Таблица Т.1 – Допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной оболочках при прокладке в воздухе и в земле

Сечение с токопроводящей жилой, мм ²	Ток (А) для проводов и кабелей				
	одножильных	двухжильных		трехжильных	
	при прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4,0	41	38	55	35	49
6,0	50	50	70	42	60
10,0	80	70	105	55	70
16,0	100	90	135	75	115
25,0	140	115	175	95	150
35,0	170	140	210	120	180
50,0	215	175	265	145	225
70,0	270	215	320	180	275

ПРИЛОЖЕНИЕ У

**ДОПУСТИМЫЙ ДЛИТЕЛЬНЫЙ ТОК ДЛЯ ПРОВОДОВ
С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ
В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗАЩИТНЫХ ОБОЛОЧКАХ
И КАБЕЛЕЙ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ
В СВИНЦОВОЙ, ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОЙ ОБОЛОЧКАХ
ПРИ ПРОКЛАДКЕ В ОДНОЙ ТРУБЕ**

Таблица У.1 – Допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной оболочках при прокладке в одной трубе

Сечение с токопроводящей жилой, мм ²	Ток (А) для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильных	трех одножильных	четырёх одножильных	одного двухжильного	одного трёхжильного
2,5	24	20	19	19	19	16
3,0	27	24	22	21	22	18
4,0	32	28	28	23	25	21
5,0	36	32	30	27	28	24
6,0	39	36	32	30	31	26
8,0	46	42	40	37	38	32
10,0	60	50	47	39	42	38
16,0	75	60	60	55	60	55
25,0	105	85	80	70	75	65
35,0	130	100	95	85	95	75
50,0	165	140	130	120	125	105
70,0	210	175	165	140	150	135

ПРИЛОЖЕНИЕ Ф

**ДОПУСТИМЫЙ ДЛИТЕЛЬНЫЙ ТОК ДЛЯ КАБЕЛЕЙ
С АЛЮМИНИЕВЫМИ ЖИЛАМИ С РЕЗИНОВОЙ
ИЛИ ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В СВИНЦОВОЙ,
ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОЙ И РЕЗИНОВОЙ ОБОЛОЧКАХ,
БРОНИРОВАННЫХ И НЕБРОНИРОВАННЫХ
ПРИ ПРОКЛАДКЕ В ВОЗДУХЕ И В ЗЕМЛЕ**

Таблица Ф.1 – Допустимый длительный ток для кабелей с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках, бронированных и небронированных при прокладке в воздухе и в земле

Сечение с токопроводящей жилой, мм²	Ток (А) для проводов и кабелей				
	одножильных	двухжильных		трехжильных	
	при прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
2,5	23	21	34	19	29
4,0	31	29	42	27	38
6,0	38	38	55	32	46
10,0	60	55	80	42	70
16,0	75	70	105	60	90
25,0	105	90	135	75	115
35,0	130	105	160	90	140
50,0	165	135	205	110	175
70,0	210	165	245	140	210

ПРИЛОЖЕНИЕ X

ДОПУСТИМЫЙ ДЛИТЕЛЬНЫЙ ТОК ДЛЯ ПРОВОДОВ И ШНУРОВ С РЕЗИНОВОЙ И ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ ПРИ ПРОКЛАДКЕ В ОДНОЙ ТРУБЕ

Таблица X.1 – Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами при прокладке в одной трубе

Сечение с токопроводящей жилой, мм ²	Ток, А, для проводов проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильных	трех одножильных	четырёх одножильных	одного двухжильного	одного трехжильного
0,50	11	—	—	—	—	—
0,75	15	—	—	—	—	—
1,00	17	16	15	14	15	14
1,50	23	19	17	16	18	15
2,00	26	24	22	20	23	19
2,50	30	27	25	25	25	21
3,00	34	32	28	26	28	24
4,00	41	38	35	30	32	27
5,00	46	42	39	34	37	31
6,00	50	46	42	40	40	34
8,00	62	54	51	46	48	43
10,00	80	70	60	50	55	50
16,00	100	85	80	75	80	70
25,00	140	115	100	90	100	85
35,00	170	135	125	115	125	100
50,00	215	185	170	150	16	135
70,00	270	225	210	185	195	175

ПРИЛОЖЕНИЕ Ц

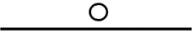
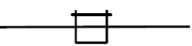
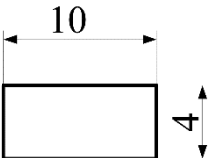
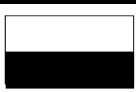
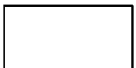
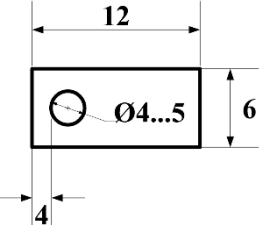
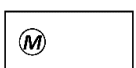
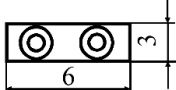
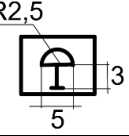
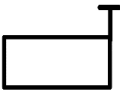
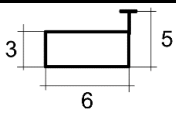
ХАРАКТЕРИСТИКА СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ

Таблица Ц.1 – Характеристика силовых кабелей и проводов

Марка кабеля с жилами		Характеристика защитного покрова	Область прокладки кабеля
алюминиевыми	медными		
АВРГ	ВРГ	в полихлорвиниловой оболочке	внутри помещений, в каналах, туннелях, при отсутствии механических воздействий, в агрессивных средах
АНРГ	НРГ	в резиновой негорючей оболочке	внутри помещений, в каналах, туннелях, при отсутствии механических воздействий
АВВГ	ВВГ	с поливинилхлоридной изоляцией в поливинилхлоридной оболочке	внутри помещений, в каналах, туннелях, при отсутствии значительных растягивающих усилий
	КВВГ	гибкий, с поливинилхлоридной изоляцией в поливинилхлоридной оболочке	внутри помещений, в каналах, туннелях, при отсутствии значительных растягивающих усилий, в агрессивной среде
	ПВ1	провод с поливинилхлоридной изоляцией	для неподвижной прокладки в сырых, жарких и пыльных помещениях в трубах, лотках, коробах
	ПВ2	то же, гибкий	для монтажа вторичных цепей, прокладки в трубах, каналах
	ПВ3	то же, повышенной гибкости	то же, при необходимости повышенной гибкости при монтаже

ПРИЛОЖЕНИЕ III ОБОЗНАЧЕНИЯ ЛИНИЙ, ПРОВОДОК И НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Таблица III.1 – Обозначения линий, проводов и некоторых элементов

Наименование		Обозначение	Размер, мм
Линия проводки	общее обозначение		толщина 1,0
	в трубах		
	в лотке		
	в коробе		
	прокладка на тросе и его концевое крепление		
Щит, пульт распределительный: например, с пятью выводами и одним вводом			
Щиток группового освещения			
Щит силовой			
Устройство электротехническое (общее обозначение)			
Устройство электрическое, с электродвигателем			
Устройство с многодвигательным электроприводом			
Устройство электронагревательное			
Выключатель кнопочный. Общее обозначение			
Пост кнопочный на две кнопки			
Звонок			
Выключатель путевой			

Учебное издание

Козлов Андрей Васильевич, кандидат технических наук

Дубкова Елена Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ
ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ. ПРАКТИКУМ**

Учебное пособие

Подписано в печать 14.10.2021 г.
Формат 60х90/16. Уч.-изд. л – 3,62. Усл. печ. л. – 15,25.
Печать по требованию. Заказ 60–21.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
Дальневосточного государственного
аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86