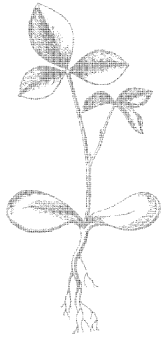
БИБЛИОТЕКА
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 404

А. А. ЧЕРНЯК

КАК ЧИТАТЬ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Издание третье,
переработанное и дополненное



Scan AAW

«ЭНЕРГИЯ» МОСКВА 1974

6П2.1.081
Ч-49
УДК 621.3.06

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большам Я. М., Зевакин А. И., Каминский Е. А., Мандрыкин С. А., Розанов С. П., Рябцев Ю. И., Семенов В. А., Синьчугов Ф. И., Смирнов А. Д., Соколов Б. А., Устинов П. И.

Черняк А. А.

Ч-49 Как читать схемы электроустановок общего назначения. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1974.

160 с. с ил. (Б-ка электромонтера. Вып. 404)

Описаны различные виды схем, объяснено их назначение. Приведены примеры принципиальных схем, изображаемых в однолинейном исполнении, принципиальных схем управления, схем соединений и подключений. Даны рекомендации по маркировке цепей, аппаратов, электрооборудования, комплектных устройств. Рассмотрены примеры комплектных устройств общего назначения, а также техническая документация, которую проектные организации составляют как задание предприятиям—изготовителям комплектных устройств.

По сравнению с предыдущим изданием брошюра значительно переработана и дополнена материалами, связанными с внедрением нового оборудования, а также Единой системой конструкторской документации

Брошюра предназначена для электромонтеров, выполняющих монтаж электрооборудования и комплектных устройств.

Ч $\frac{30307\text{-}463}{051(01)\text{-}74}$ 133-74 6П2.1.081

© Издательство «Энергия», 1974 г.

ВВЕДЕНИЕ

Широкое развитие электрического привода в связи с автоматизацией и механизацией производственных процессов требует привлечения к монтажу и эксплуатации многих электромонтеров. Для успешного выполнения электромонтажных работ и правильного ведения эксплуатации электромонтеры должны ясно представлять себе, из каких элементов состоит электрический привод, а также уметь пользоваться технической документацией, выпускаемой проектными организациями. С этой целью в брошюре рассмотрены основные виды электрических схем, показано, как эти схемы составлены, промаркированы, какие на чертежах делают надписи, в каком порядке их располагают и т. п. Рассмотрены различные виды комплектных устройств и техническая документация, необходимая для их изготовления.

Брошюра написана на основании многолетнего опыта работы Государственного проектного института «Тяжпромэлектропроект» (ГПИ ТПЭП) по составлению схем электрических устройств промышленных предприятий. Приведенные в брошюре примеры взяты из практики. Они отражают схемные решения и маркировку, существовавшие в период подготовки брошюры к печати. Однако с течением времени могут произойти изменения, поэтому в практической работе надлежит руководствоваться только данными предприятий-изготовителей и конкретных проектов с учетом изменений, которые могут в них вноситься. Необходимо также предупредить читателей о том, что в приведенных примерах отражены отдельные типичные узлы, а другие, аналогичные им, опущены.

Третье издание значительно переработано, изменено и дополнено новыми сведениями и примерами: приняты новые решения в связи с внедрением Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), новых ГОСТ, отраслевых нормалей, новых типов электрооборудова-

ния. Учтены также пожелания, изложенные в письмах читателей, и даны ответы на поставленные ими вопросы.

Иллюстрации выполнены по ЕСКД (ГОСТ 2.721-68, 2.722-69... «Обозначения условные графические в схемах»). Маркировка соответствует ГОСТ 2.702-69 и 2.709-72 и нормалям ГПИ ТПЭП.

1. ВИДЫ И ТИПЫ СХЕМ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

Электрический привод в общем случае состоит из ряда элементов. Основными из них являются какой-либо механизм, например станок, механические передачи для связи двигателя с этим механизмом, двигатель, пускорегулирующая аппаратура, аппаратура защиты, сигнализации, автоматики. По ГОСТ 2.701-68 схемы по видам делятся на электрические, гидравлические, пневматические, кинематические и комбинированные. Чтобы выполнить электрооборудование приводов, пользуются в основном электрическими схемами. Однако в зависимости от характера электрической установки (различные приводы, линии) в дополнение к электрическим схемам иногда составляют схемы других видов, например кинематические. Если они служат для лучшего понимания электрической схемы, то допускается схемы обоих видов изображать на одном чертеже.

Схемы подразделяют на семь типов: структурные, функциональные, принципиальные, соединений (монтажные)[1], подключений (схемы внешних соединений), общие и расположения. Ниже будут рассмотрены схемы принципиальные, соединений и подключений как получившие наиболее широкое применение в электрооборудовании промышленных предприятий. Каждому из трех перечисленных типов схем (схемы принципиальные, соединений и подключений) в брошюре отводится соответствующий параграф.

Принципиальные схемы в практике ГПИ ТПЭП делятся на два типа. Один из них отображает первичные (силовые) сети и, как правило, выполняется в однолинейном изображении. В зависимости от назначения схемы на чертеже изображают: а) только цепи питающей сети (источники питания и отходящие от них линии);

[1] В скобках приведены названия типов схем, употреблявшиеся до введения ЕСКД.

б) только цепи распределительной сети (электроприемники, линии, их питающие); в) для небольших объектов на принципиальной схеме совмещают изображения цепей питающей и распределительной сетей. Подробно этот вопрос рассмотрен в § 7—9.

Другой тип принципиальных схем отражает управление приводом, линией, защиту, блокировки, сигнализацию. До введения ЕСКД такие схемы назывались элементными или развернутыми. Принципиальные схемы этого типа выполняют каждую на отдельном чертеже или некоторые из них показывают на одном чертеже, если это помогает прочесть схему и незначительно увеличивает размеры чертежа. Например, на одном чертеже совмещают схемы управления и общей автоматики или защиты, измерения и управления и т. п.

Полная принципиальная схема содержит те элементы и электрические связи между ними, которые дают полное представление о принципе работы электроустановки, что позволяет прочитать ее схему. Примером полной принципиальной схемы является рассмотренная ниже (рис. 10-1) принципиальная схема управления двигателем преобразовательного агрегата.

В отличие от полной принципиальной схемы выполняют принципиальные схемы отдельных изделий. Принципиальная схема изделия, как правило, является частью полной принципиальной схемы, так называемой выкопировкой из нее. Например, схема принципиальная блока управления изображает лишь те элементы, которые устанавливаются в блоке управления. Из этой схемы, естественно, нельзя получить представление о работе электроустановки в целом, и в этом смысле принципиальные схемы изделий прочтению не поддаются. Однако из принципиальной схемы изделия совершенно ясно, что установлено в изделии и какие соединения необходимо выполнить в его пределах, т. е. ясно именно то, что необходимо изготовителю изделия.

Схемы соединений (монтажные) предназначены для выполнения по ним электрических связей в пределах комплектных устройств, электроконструкций, т. е. соединений аппаратов между собой, аппаратов с наборными рейками и т. п. К схемам соединений относятся также схемы, по которым выполняют соединения в пределах определенной электроустановки, т. е. соединяют ее части.

Примером такой схемы может служить схема соединений электропривода задвижки.

Схемы подключения (схемы внешних соединений) служат для соединений электрооборудования между собой проводами, кабелями, а иногда и шинами. При этом предполагается, что это электрическое оборудование территориально «разбросано». Схему подключений выполняют, например, для соединений между разными комплектными устройствами, для соединений между комплектными устройствами с отдельно стоящими электроприемниками и аппаратами, для соединений отдельно стоящих аппаратов между собой и т. п. К схемам подключений относят также соединения между разными монтажными блоками, входящими в состав одного комплектного устройства, например соединения в пределах щита управления, превышающего по длине размер 4 м (максимальный размер монтажного блока, в пределах которого предприятие-изготовитель выполняет сам все соединения, составляет 4 м).

2. КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЕКТЕ

Для монтажа электрооборудования современной установки требуется большое количество разнообразных документов, которые комплектуются в тома, составляющие проект. Система комплектования документов, их распределение по томам, расположение в пределах каждого тома определяются назначением проекта, технологией выполнения электромонтажных работ и т. п. Ниже приведены основные сведения о комплектовании и оформлении проектов в объеме, достаточном для быстрого нахождения необходимого документа.

По строительным нормам СН202-69 проектирование может осуществляться в две или одну стадии. При двухстадийном проектировании сначала выполняют технический проект (1-я стадия), а затем на основании утвержденного технического проекта — рабочие чертежи (2-я стадия). При этом технический проект должен состоять из материалов и чертежей, требуемых для обоснования проектных технических решений и определения сметной стоимости строительства. При одностадийном проектировании выполняют технорабочий проект, совмещая в нем технический проект с рабочими чертежами.

В этой брошюре рассматриваются в основном вопросы, связанные с рабочими чертежами

В связи с требованиями индустриализации электромонтажных работ независимо от того, производится ли проектирование в одну или две стадии, материалы проекта комплектуют следующим образом.

Задание, выдаваемое предприятию — изготовителю комплектных устройств, выпускается отдельным томом (папкой), в который входят общие виды комплектных устройств; таблицы технических данных (спецификации) на оборудование, входящее в комплектные устройства; перечни надписей; схемы соединений (принципиальные схемы для нетиповых несерийных станций, панелей управления). Подробно все вопросы, связанные с заданиями предприятию-изготовителю, рассмотрены в § 12.

Документы, необходимые для монтажа электрооборудования по месту, комплектуются в тома, которые содержат пояснительные записки, схемы принципиальные, схемы подключения, рабочие чертежи кабельных и трубных разводок, кабельные и трубные журналы, различные ведомости и пр.

Спецификации оформляют в общем томе или отдельным томом.

На стадии технического проекта составляют: а) спецификацию (не заказную спецификацию) на оборудование длительного изготовления (двигатели переменного и постоянного тока выше 100 кВт, комплектные трансформаторные подстанции, щиты, шкафы и пульты управления и т. п.). На стадии технического проекта составить заказную спецификацию, как правило, не представляется возможным из-за отсутствия данных для выполнения, например, точных расчетов, принципиальных схем, заполнения опросных листов и прочих документов для предприятий-изготовителей[1]; б) заявочную ведомость на стандартное (серийное) электрооборудование (двигатели мощностью до 100 кВт, комплектные конденсаторные установки и т. п.), нетиповое электрооборудование (нестандартизованное недлительного изготовления, задание на разработку которого выдается предприятию-изготовителю одновременно с проектом), кабельные изделия (силовые, контрольные кабели и провода), шинопроводы.

Для сокращения объема документации ведомости составляют по основным ведущим работам без их детализации. Если в проекте отсутствует электрооборудование длительного изготовления, то на стадии технического проекта составляют только заявочную ведомость.

Спецификацию и заявочную ведомость помещают в один том, либо отдельный (для крупных объектов), либо в общий с остальными документами (для мелких объектов, проект которых содержит 3—5 чертежей).

Необходимое уточнение проектной документации, заданий, выдаваемых предприятиям — изготовителям комплектных устройств, ссылок на опросные листы и т. п. производится после утверждения технического проекта. Спецификация оформляется при этом как заказная (заказная спецификация) и выдается на стадии рабочих чертежей.

В технорабочем проекте и на стадии рабочих чертежей для четкого разделения поставок оборудования, изделий и материалов между заказчиком и подрядчиком для всех объек-

---

[1] Если на стадии технического проекта была выдана заказная спецификация, то для справок ее затем включают в том спецификаций рабочих чертежей или технорабочего проекта. При этом во избежание ошибочного повторения заказа на первом листе спецификации указывается, что по данной спецификации заказ был произведен на стадии технического проекта, и указывается, кому и когда спецификация послана.

тов капитального строительства составляют две раздельные спецификации: а) заказные спецификации электрооборудования и материалов, комплектуемых заказчиком (например, двигатели переменного и постоянного тока и т. п., подробней см. ниже); б) заказные спецификации изделий и материалов, комплектуемого подрядчиком (например, шинопроводы, прокат черных металлов, трубы металлические и неметаллические).

Исключение составляют проекты подстанций с трансформаторами IV габарита и выше, для которых дополнительно составляют еще две спецификации, а именно: в) заказные спецификации электрооборудования и материалов, комплектуемых трестом «Энергокомплектоборудование» (например, трансформаторы силовые IV габарита и выше, аппараты напряжением выше 1000 В, комплектные распределительные устройства напряжением выше 1000 В и т. п.); г) заказные спецификации электрооборудования и материалов, комплектуемых трестом «Энергокомплектавтоматика» Минэнерго (например, щиты управления, распределительные, сигнализации и автоматики и т. п.).

Кроме того, на стадии технорабочего проекта и рабочих чертежей составляют: а) ведомости изделий монтажно-заготовительного участка (МЗУ), которые при наличии отдельного тома чертежей узлов и деталей помещают в него; если же такой том отсутствует, то в соответствующие тома проекта (оборудование, электромонтажные изделия и материалы для изделий МЗУ помещают в соответствующие разделы заказной спецификации); б) ведомости объемов строительных и монтажных работ (например, установка электродвигателей переменного и постоянного тока различной мощности, установка комплектных устройств, прокладка кабелей, труб и пр.). В объем строительных работ включают работы, которые не вошли в проект строительной части объекта (например, установка опор и т. п.) и не учитываются строительными заданиями.

Независимо от стадии проектирования электрооборудование, комплектные устройства, кабельные изделия, материалы и т. п. включают в одну общую спецификацию (заказную), но в различные ее разделы. При необходимости раздел начинают с новой страницы. При составлении спецификации любого вида соблюдается определенная последовательность расположения (записи) разделов. Например, для спецификаций, комплектуемых заказчиком к рабочим чертежам и технорабочему проекту электропривода и силового электрооборудования, первый раздел — электрические машины (двигатели переменного тока; постоянного тока металлургические, взрывозащищенные и т. п.; электромашинные преобразователи и агрегаты и т. п.); второй раздел — трансформаторы (силовые I—III габаритов специальные, малой мощности комплектные трансформаторные подстанции напряжением до 10 кВ и т. п.); третий раздел — другие виды электрооборудования. Далее следует специальный раздел для аппаратов напряжением до 1000 В[1] (контакторы, пускатели, реле, командоаппараты, кноп-

[1] Приборы, аппараты («россыпь») включают в спецификации (ведомости) только в том случае, если они предназначены для индивидуального монтажа, но не в качестве оборудования, входящего в комплектные устройства.

ки, выключатели, предохранители и пр.), отдельно — для станций управления (щиты, панели, блоки), пультов и шкафов управления и т. п., отдельно — раздел кабельных изделий. Разделы и позиции нумеруют арабскими цифрами. Позиции в пределах каждого раздела нумеруют самостоятельно, например в разд. 1 — 1.1; 1.2; 1.3 и т. д., в разд. 2 — 2.1; 2.2; 2.3 и т. д. Каждый вид электрооборудования, изделий, материалов и т. п. записывают в порядке возрастания размеров, технических параметров и пр.

Ведомости имеют те же разделы, что и заказная спецификация, и сохраняют их последовательность.

Спецификации, заявочные ведомости и заказные спецификации составляют либо на каждый раздел электротехнической части проекта (воздушные линии, электроснабжение и подстанции, силовое электрооборудование, электрическое освещение и т. п.), либо на каждый объект (сооружение), либо (например, для крупных цехов) все эти документы делят по монтажным зонам. Но во всех случаях спецификации составляются лишь на ту очередь строительства, на которую разрабатывается проект.

Сметы комплектуют в отдельные тома.

3. ОФОРМЛЕНИЕ ДОКУМЕНТАЦИИ

Тома. Все документы комплектуют в отдельные тома (папки, книги и пр.). Каждый том имеет обложку, титульный лист, опись всех томов проекта, а также содержание данного тома. Далее следуют входящие в него документы.

Форматы. Документы выполняют на листах стандартных форматов по ГОСТ 2.301-69.

Основные надписи. Каждый документ снабжают основной надписью (старое название — угловой штамп). В графы основной надписи вносят наименования объекта, организации; содержание (наименование) документа; стадию разработки (ТП — технический проект, ТРП — технорабочий проект; РЧ — рабочие чертежи); масштаб для чертежей, например видов изделий и т. п.; подписи исполнителей, а также буквы, которыми обозначены внесенные в документ изменения; даты выпуска и изменений. Основные надписи размещают в правом нижнем углу документа, а для формата 11 (210×297) вдоль его короткой стороны. Основные надписи различны для текстовых документов и чертежей, а также для первых и последующих листов, если документ выполнен на нескольких листах.

Рассмотрим подробнее следующие вопросы, представляющие интерес для электромонтеров: как в основную надпись вписывают содержание (наименование) доку-

мента, как в основной надписи отражается внесение изменений.

Содержание (наименование) документа в основную надпись записывают в именительном падеже — см. примеры 3-1 — 3-7. Если документ (чертеж, расчеты) распространяется на несколько однотипных изделий, но изображено лишь одно изделие, то рекомендуется в основной надписи перечислить все изделия. При этом изделие (устройство, схема привода и т. п.), для которого документ выполнен, записывают в основной надписи первым без скобок, а все последующие — в скобках (примеры 3-2, 3-4, 3-5). Если на чертеже (в расчетах) изображают несколько изделий (схем устройств), то в основной надписи перечисляют их без скобок — пример 3-3.

Следует отметить, что одинаковые изделия могут быть установлены в разных местах одного комплектного устройства (на панелях *1* и *4* в примере 3-4) и даже в разных комплектных устройствах (на щитах *1Щ* и *2Щ* в примере 3-4). В этих случаях в основной надписи даны подробные сведения о местонахождении изделий.

Принципиальные схемы нескольких однотипных изделий (имеющих одинаковые общие виды) могут быть либо одинаковыми, либо различными. Соответственно составляют либо одну схему с пояснениями на поле чертежа, либо несколько схем, так как электрические соединения в каждом конкретном устройстве различны. В примере 3-4 по одному чертежу общего вида блока составляют два чертежа принципиальных схем: схему для двух блоков щита *1Щ* (пример 3-5) и схему для блока щита *2Щ* (пример 3-6).

Особенно важна четкость заполнения основных надписей для блоков управления без монтажа[1]. Дело в том, что эти блоки выпускаются серийно и имеют заводские типы, поэтому общий вид на отдельном чертеже не приводится, однако схем соединений блока одного и того же типа в объекте может быть много. В основных надписях этих схем необходимо отразить место установки блока, т. е. указать место его расположения в комплектном устройстве, — пример 3-7.

[1] На блоках управления без монтажа в разных сочетаниях установлены аппараты, но на предприятии — изготовителе блоков соединения между аппаратами не выполняют. Соединения в каждом отдельном случае выполняют по конкретным схемам проектов.

ПРИМЕРЫ НАИМЕНОВАНИЙ ЧЕРТЕЖЕЙ В ОСНОВНЫХ НАДПИСЯХ

Пример 3-1 — чертеж одного изделия: «Щит станций управления 1Щ. Общий вид».

Пример 3-2 — чертеж общий для нескольких однотипных комплектных устройств: «Щиты станций управления 1Щ (2Щ, 3Щ, 5Щ). Общий вид».

Пример 3-3 — схема общая для нескольких комплектных устройств: «Щиты станций управления 1Щ, 2Щ и пункты распределительные 5ШР, 6ШР. Схема принципиальная распределительной сети ~380 В».

Пример 3-4 — чертеж, общий для нескольких однотипных блоков управления: «1Щ, панель 1, средний блок (1Щ, панель 4, верхний блок; 2Щ, панель 2, нижний блок). Блок управления с четырьмя реле. Общий вид».

Примечание. Если наименование изделия занимает в основной надписи несколько строк (в нашем примере «Щит станций управления»), то слова опускают, ограничиваясь обозначением изделий, в нашем примере 1Щ и 2Щ.

Пример 3-5 — схема для нескольких однотипных блоков управления: «1Щ, панель 1, средний блок (1Щ, панель 4, верхний блок). Блок управления с четырьмя реле. Схема принципиальная».

Пример 3-6 — схема блока управления: «2Щ, панель 2. Нижний блок. Блок управления с четырьмя реле. Схема принципиальная».

Пример 3-7 — несколько схем соединений однотипных блоков без монтажа: а) «1Щ, панель 2, верхний и средний блоки БУ9580-00А2. Схема соединений»; б) «2Щ, панель 4, нижний блок БУ9580-00А2. Схема соединений»; в) «4Щ, панель 4, верхний блок. 4Щ, панель 6, верхний и средний блоки БУ9580-00А2. Схема соединений».

Изменения в документах. Изменяемые части текста, размеры, знаки и пр., как правило, зачеркивают тонкими сплошными линиями таким образом, чтобы можно было прочесть зачеркнутое. Новые данные размещают рядом с зачеркнутым. Изменяемые части графического изображения перечеркивают крестообразно тонкими линиями и обводят контуром, а новое изображение в прежнем масштабе располагают на свободном поле чертежа. Зачеркнутый и вновь изображенный участок обозначают одинаково. Если какое-либо графическое изображение заменяется полностью, например «Вид сверху», то его перечеркивают и над вновь выполненным повторяют ту же надпись. Вблизи изменений пишут строчные буквы русского алфавита «а», «б», «в» и т. д., причем изменениям, внесенным в одно и то же время, присваивается одна и та же буква. Она же вписывается в таблицу изменений, входящую в основную надпись.

Изменение количества листов. Если документ состоит из нескольких листов и один или несколько из них аннулируется, то в графе «листов» основной надписи (только 1-го листа) зачеркивают старое количество и вписывают новое, например было 6, стало 5. Нумерация остальных листов сохраняется, однако в ней будет пропуск.

Если добавился новый промежуточный лист, то ему присваивают обозначение основного документа, дают номер предыдущего листа с добавлением к нему очередной строчной буквы русского алфавита. Например, документ состоял из четырех листов. Между листами 2-м и 3-м появился новый лист. Он получает номер 2а. Если добавляется еще один лист, то его номер будет 2б. В таблице изменений основной надписи нового листа пишут «Нов» (новый) и проставляют дату выпуска. В основной надписи 1-го листа в графе «листов» зачеркивают старое количество, например 4, и пишут новое, например 6.

Из приведенных примеров видно, что при изменении количества листов документа общая порядковая нумерация его листов не изменяется.

Изменение количества позиций также не вызывает изменений нумерации сохранившихся позиций. Например, если в спецификации было 24 позиции, из них 4-я и 6-я аннулированы, но добавлены 8а и 10а, то поз. 1—3, 5, 7—24 сохраняют свои номера.

Таблицы и надписи, поясняющие изображения, располагают, как правило, над основной надписью. Таблицы заполняют сверху вниз. Продолжение таблицы размещают слева от ее начала, повторяя наименование всех столбцов. Таблицы имеют сквозную нумерацию независимо от того, размещаются они на одном или на нескольких листах документа с общим наименованием. Если в документе одна таблица, то ее не нумеруют.

Пояснения на чертежах размещают на свободном поле обычно над основной надписью. Если чертеж выполнен на нескольких листах, то текстовая часть находится на первом листе независимо от того, к каким листам относятся пояснения. Пояснения группируют по видам, и если на чертеже имеются пояснения разных видов, то каждый вид имеет поясняющий заголовок.

Примечания к текстовым документам и таблицам имеют номера. Каждое примечание начинается с новой строки.

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

1. Знание назначения видов и типов схем (§ 1), системы комплектования документов в проекте (§ 2) и основных правил их оформления (§ 3) дает возможность найти необходимый документ.

2. Ознакомление с любым документом — графическим и текстовым — нужно начинать с чтения основной надписи, пояснений, таблиц и примечаний. Это позволит ориентироваться в содержании и построении данного документа, а также связывать его (если требуется) с другими документами.

3. В схемах и документах, рассматриваемых ниже, по условиям производства брошюры содержание основных надписей, пояснений и примечаний вынесено в подписи к рисункам. Кроме того, схемы и документы даны с сокращениями — в них приведены только характерные элементы и характерная маркировка.

4. Схемы выполняют в условных графических обозначениях, а электрические цепи и элементы схемы маркируют. Поэтому чтению схем (§ 6 и ниже) предшествуют рассмотрение условных графических обозначений (§ 4) и системы маркировки (§ 5).

4. УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Общие сведения. Условные графические обозначения определяются Государственными стандартами СССР (ГОСТ), входящими в Единую систему конструкторской документации (ЕСКД). За индексом ГОСТ в стандартах, входящих в ЕСКД, следует цифра 2, присвоенная системе конструкторской документации, затем после точки написан номер и через разделительный знак — год утверждения (но не введения!) стандарта. Например, ГОСТ 2.721-68 входит в ЕСКД (цифра 2), имеет № 721, утвержден в 1968 г. На стандартах указывается также дата введения. Промежуток между датами утверждения и введения составляет обычно несколько месяцев, чтобы успеть распространить и изучить стандарт, а также закончить проекты по тем же ГОСТ, по которым они начаты.

Ежегодно выпускается «Указатель государственных стандартов СССР», где перечислены все ГОСТ, действующие на 1 января текущего года. Текущая информация

о вновь утвержденных стандартах и внесенных изменениях публикуется в ежемесячнике «Информационный указатель стандартов».

Кроме ГОСТ, действуют республиканские стандарты (РСТ), отраслевые (ОСТ), а также стандарты предприятий (СТП), технические условия (ТУ), нормали и пр. Все документы, кроме ГОСТ, имеют ограниченное применение, так как устанавливаются для конкретных отраслей промышленности и сельского хозяйства.

Для предприятий Главэлектромонтажа Минмонтажспецстроя СССР головной организацией по внедрению ЕСКД является ГПИ «Тяжпромэлектропроект». Нормали, выпускаемые ГПИ «Тяжпромэлектропроект», выполняются в соответствии с требованиями, рекомендациями и дополнениями ЕСКД.

Условные графические обозначения в электрических схемах определяются группой стандартов ГОСТ 2.721-68, ГОСТ 2.722-68 ... ГОСТ 2.751-68; введенных с 1 января 1971 г. взамен ГОСТ 7624-62*.

Условные графические обозначения электрического оборудования и проводок на планах устанавливает ГОСТ 2.754-72, введенный с 1 июля 1973 г. взамен ГОСТ 7621-55.

5. МАРКИРОВКА В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Общие сведения. Государственными стандартами устанавливаются основные правила маркировки, отраслевыми документами — дополнения, специфичные для определенной отрасли. Вопрос о маркировке весьма сложен и важен. Это объясняется тем, что в принципиальных (элементных) схемах части одного и того же аппарата (например, катушка и контакты реле) включаются в разные участки схемы. При этом они могут включаться даже в участки схем разного назначения, расположенные на разных чертежах. Например, катушка включена в принципиальную схему управления, блок-контакт введен в цепь на схеме сигнализации. И только благодаря маркировке можно определить, что катушка и контакт относятся к одному реле.

Прежде чем детально рассматривать, как выполняют маркировку, обратим внимание на следующее: *в схемах всех типов (принципиальных, соединений и подключений) одной и той же электроустановки должны быть*

одинаковые маркировки одних и тех же элементов и участков электрических цепей. При этом за основу всегда принимают маркировку по принципиальной схеме. Если, например, какой-нибудь аппарат на ней обозначен *ВА2*, то такое же обозначение он должен иметь в схеме подключений. Аналогично участок цепи, имеющий на принципиальной схеме маркировку *17*, так же должен быть маркирован на схемах других типов.

Что маркируют в схемах каждого типа. Перечислим объекты маркировки, характерные для каждого типа схем, а затем каждый из них рассмотрим подробно.

В принципиальных схемах: а) комплектным устройствам, электрическим машинам, аппаратам, измерительным приборам и другим элементам присваивают позиционные обозначения[1]; б) маркируют участки электрических цепей; в) для отдельных аппаратов, например для универсальных переключателей, маркируют в соответствии с каталожными данными зажимы (шайбы), указывая их номера.

В схемах соединений дополнительно маркируют: а) наборные рейки, смонтированные в комплектных устройствах; б) зажимы наборных реек; в) зажимы аппаратов в соответствии с их каталожной маркировкой.

В схемах подключений маркируют: а) комплектные устройства, отдельно стоящие аппараты и прочее электрооборудование, указанное на схеме; б) внешние проводники (кабели, провода), присоединяемые к зажимам электрооборудования, и эти зажимы; в) трубы и металлорукава (в отдельных случаях).

Маркировка комплектных устройств и электрооборудования, как указано в начале параграфа, в схемах соединений и подключений необходима, но стандартами она не предусмотрена. Поэтому следует руководствоваться нормативными документами отрасли. В ГПИ «Тяжпромэлектропроект» принято следующее.

Комплектные устройства обозначают буквами, например: *ККУ* — комплектная конденсаторная

[1] ГОСТ 2.702-69 устанавливает, что «обозначения элементов, специфические для определенных отраслей, а также обозначения элементов, характеризующие их функциональные назначения в схеме, должны устанавливаться соответствующими отраслевыми документами». Таким документом и является нормаль ГПИ «Тяжпромэлектропроект». Во всех примерах, рассматриваемых ниже, позиционные обозначения и другие виды маркировки выполнены по этой нормали.

установка, *Щ* — щит любого исполнения (открытый или в шкафах) и назначения (щит станций управления, сигнализации, распределительный, диспетчерский и др.). Обратите внимание: маркировка щита упростилась; она содержит одну букву *Щ* вместо трех (раньше, например, щит станций управления маркировался *ЩСУ*). Одной из причин упрощения является то, что зачастую обозначение комплектных устройств входит составной частью в маркировку кабеля. Маркировка была сложной, многозначной (например, для проводника № 1 от щита № 2 маркировка была *н2ЩСУ-1*. Теперь тот же проводник маркируют *н2Щ-1*. Подробнее см. ниже); *ПУ* — пульт управления напольный и навесной; *ШУ* — шкаф управления; *ШС* — шкаф сигнализации и т. п.

Перед буквенной частью маркировки комплектного устройства могут быть цифры, обозначающие порядковый номер, например *31КПУ* — комплектное преобразовательное утройство № 31. Порядковые номера присваивают либо в соответствии с расположением электрооборудования на плане слева направо и сверху вниз, либо по направлению технологического потока, например для поточно-транспортных систем.

Электродвигателям напряжением выше 1000 В присваивается буква *М*, перед которой может быть номер привода, например *17М* — маркировка двигателя напряжением 6 кВ привода № 17.

Двигателям главного привода, например двигателям клетей прокатного стана, присваивают номер клети с добавлением также прописной буквы *М*. Например, для клети № 2 маркировка двигателя *2М*.

Электродвигатели напряжением до 1000 В маркируют последовательными числами, начиная с единицы (без букв), с делением в пределах корпуса, цеха на группы, например двигатели механизмов 1—599; двигатели вентиляторов 600—799; насосов — 800—899.

В конкретных проектах может быть иное распределение цифр в группе, может быть порядковая нумерация без деления на группы (для мелких объектов).

Агрегаты и входящие в них машины маркируют следующим образом (пример). Преобразовательный агрегат № 4 *4АП*. В него входят: два генератора *4Г1* и *4Г2* (*Г* — генератор, *4* — номер преобразовательного агрегата, *1* и *2* — порядковые номера генераторов);

двигатель преобразователя *4МП*, двигатель возбудителя *4ВМ*.

Приводы с двумя двигателями, работающими на общий вал, маркируют по номеру привода с добавлением для одного двигателя прописной буквы *А*, для другого — прописной буквы *Б*, например *24А*, *24Б*.

Тормоза, путевые выключатели и другие элементы привода маркируют по номеру привода например привод № 18 имеет тормоз *18Т*, два путевых выключателя *18ВП1* и *18ВП2* и т. д.

Трансформаторы: *Тр* — трансформатор, *АТ* — автотрансформатор тока, *ТН* — трансформатор напряжения, *ТТ* — трансформатор тока, *ТС* — трансформатор сварочный.

Маркировка протяжных ящиков. Протяжные ящики маркируют последовательными числами, например *1ЯП*, *2ЯП* и т. д.

Маркировка ящиков зажимов производится по номеру электропривода, например *74ЯК* для привода № 74, или по маркировке агрегата, например *2АП-ЯК*, где *2АП* — маркировка агрегата. Если один ящик зажимов использован для нескольких электроприемников, например для трех электродвигателей напряжением 380 В (№ 12, 15 и 54), то его маркировка *12ЯК* соответствует наименьшему номеру.

Позиционные обозначения. Согласно ГОСТ 2.702-69 каждый элемент, изображенный на схеме, должен иметь позиционное обозначение. Оно представляет собой сокращенное наименование элемента и может отражать, если это требуется, функциональное назначение элемента[1]. Например, приложение к ГОСТ 2.702-69 для выключателя дает обозначение *В*. Однако если в схеме имеется выключатель аварийный, то его допускается обозначать *ВА*, отразив таким образом функциональное назначение (аварийный).

Буквенная часть позиционного обозначения в общем случае слагается из начальной буквы наименования изделия, например *П* — пускатель, либо из нескольких букв, например *Тр* — трансформатор,

[1] Элементом схемы по ГОСТ 2 702-69 называется ее составная часть, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение Элементами схемы являются, например, трансформатор, контактор, резистор.

либо из начальных букв, характеризующих наименование элемента и его функциональное назначение, например *ВА* — выключатель аварийный. Желательно, чтобы буквенная часть обозначения состояла не более чем из двух-трех знаков (букв), что упрощает написание позиционного обозначения на табличках.

Цифровая часть позиционного обозначения в одних случаях написана после буквенной части, в других — перед ней.

Цифры после буквенной части — это порядковые номера элементов. Их присваивают, начиная с единицы, в пределах группы элементов, имеющих одинаковую буквенную часть позиционного обозначения. Например, если в схему управления приводом транспортера включены пять аварийных выключателей (чтобы иметь возможность остановить транспортер из пяти мест), их позиционные обозначения будут: *ВА1*, *ВА2*, ..., *ВА5*.

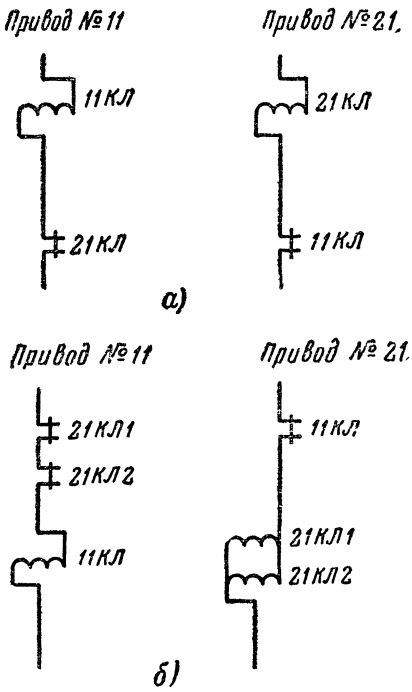


Рис. 5-1. Примеры позиционных обозначений блок-контактов сблокированных линейных контакторов двух приводов.

Порядковые номера элементов всегда проставляют, если в схеме имеется несколько одинаковых элементов данной группы. Не исключено, однако, что при составлении схемы в ней фигурирует всего лишь один элемент, но известно, что в дальнейшем их будет больше. В этом случае элементу, хотя он в схеме один, рекомендуется присвоить после буквенного обозначения порядковый номер, начиная с единицы, например *РП1*,

Цифры, написанные перед буквенной частью, характеризуют номер того или иного привода (линии). Так, например, на чертеже изображены принципиальные схемы управления двумя приводами, имеющими № 11 и 21 (рис. 5-1, *а*). Эти приводы сблокированы посредством блок-контактов линейных контакторов *КЛ*: в цепь катушки контактора привода № 11 включен блок-контакт контактора привода № 21, в цепь катушки контактора привода № 21 — блок-контакт привода № 11. Катушкам и блок-контактам присвоены позиционные обозначения: *11КЛ* — для привода № 11 и *21КЛ* — для привода № 21.

Рассмотрим еще один случай (рис. 5-1, *б*). В схеме привода № 21 параллельно включены два контактора. Их позиционное обозначение *21КЛ1* и *21КЛ2*, где *21* — номер привода, *КЛ* — буквенное обозначение, цифры *1* и *2* — порядковые номера контакторов. Блок-контакты этих контакторов (из схемы привода № 21) включены в схему привода № 11, контактор которого имеет позиционное обозначение *11КЛ*.

Если принципиальная схема управления приводом строится на основе схемы предприятия-изготовителя, например схемы блока управления нормализованной серии БУ5145-13[illegible]2[illegible], следует иметь в виду следующее: обозначения аппаратов и маркировки цепей по возможности должны быть сохранены заводскими. Их допускается менять только в случае необходимости. Поэтому при составлении принципиальных схем управления несколькими сблокированными приводами номер привода указывается в обозначении (маркировке) только тех блок-контактов и цепей, которые включаются в цепи другого привода. Разберем один узел.

На рис. 5-2, *а* показан общий вид двухфидерного блока типа БУ5145-13Г2[illegible], у которого один фидер (магнитный пускатель *Л-1*, автомат *А-1*, избиратель управления *ИУ-1*) использован для привода № 78, другой (*Л-2*, *А-2*, *ИУ-2*) — для привода № 79. На рис. 5-2, *б* даны участки схем обоих приводов. В схему привода № 78 введен блок-контакт магнитного пускателя привода № 79; в схему привода № 79 — блок-контакт привода № 78. В нашем примере блок-контакт *79Л* относится к магнитному пускателю, имеющему заводское позиционное обозначение *Л-2*. Аналогично блок-контакт *78Л* принадлежит магнитному пускателю с заводским позиционным обозначением *Л-1*.

Маркировка зажимов блок-контакта *79Л 79-17* и *79 19* написана под зажимами. Рядом с ней, тоже снизу, написана маркировка *78-35*. Это значит, что зажим № 19 на рейке, относящейся к приводу № 79, соединяется с зажимом № 35 на рейке, относящейся к приводу № 78.

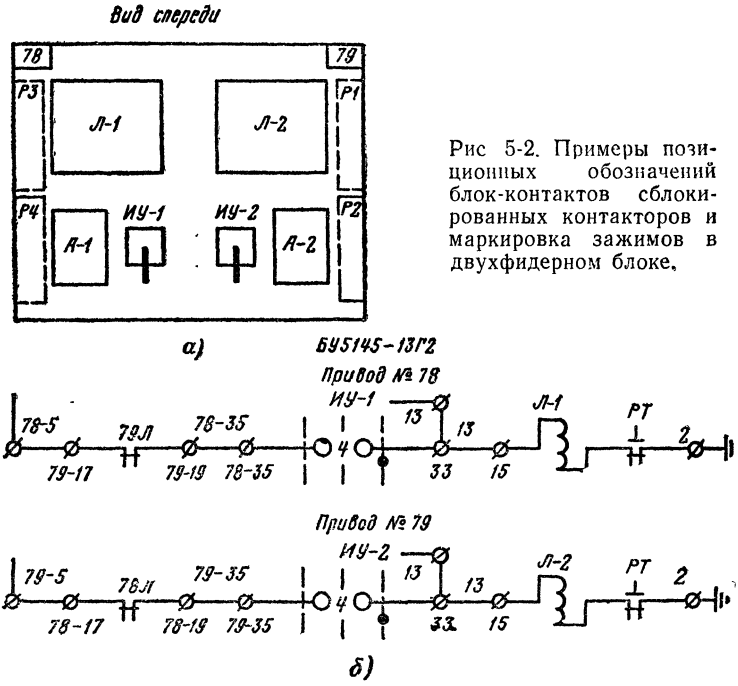


Рис 5-2. Примеры позиционных обозначений блок-контактов сблокированных контакторов и маркировка зажимов в двухфидерном блоке.

Маркировка *78-35* написана сверху, так как принята для схемы за основную и должна быть написана на бирках-оконцевателях проводов, соединяющих зажимы. Аналогично маркируют зажимы блок-контакта *78Л* в схеме привода № 79.

На рис. 5-3, *а* дан пример позиционных обозначений трех аварийных выключателей *3ВА1*, *3ВА2* и *3ВА3*. Все они принадлежат приводу № 3 (цифра 3 перед буквенной частью позиционного обозначения), а их порядковые номера *1*, *2* и *3* (цифры после буквенной части позиционного обозначения).

Изменения позиционных обозначений, присвоенных предприятием-изготовите-

лем. Если возникает необходимость изменить позиционное обозначение аппарата, присвоенное предприятием — изготовителем комплектных устройств, то заменяемое обозначение заключают в скобки, а над ним или рядом пишут без скобок новое обозначение (см. на рис. 5-5, *б* новое обозначение *КР*, старое *1КБ*).

Заметим в заключение, что согласно ГОСТ 2.702-69:

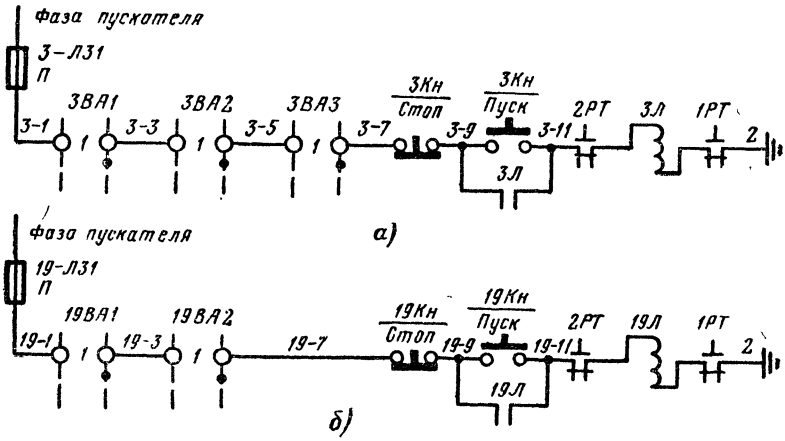


Рис. 5-3. Маркировка в принципиальных схемах двух аналогичных приводов № 3 (*а*) и № 19 (*б*).

а) размеры цифр и прописных (больших) букв в позиционных обозначениях одинаковы; б) допускается применять цифровые (без буквенной части) позиционные обозначения, но они предназначены для радиотехнических и аналогичных устройств, в которых участки цепей обычно не маркируют. В устройствах электроснабжения и электроустановках общего назначения только цифровые позиционные обозначения без букв, как правило, не применяют, так как цифры используют в них, например, для маркировки участков цепей (см. ниже).

Где написаны на схемах позиционные обозначения. Позиционные обозначения располагают:

на принципиальных схемах управления, защиты, сигнализации, измерений с горизонтальным расположением цепей — над графическим изображением элементов (рис. 5-3); при вертикальном расположении цепей — справа (рис. 5-1);

на принципиальных схемах силовых цепей при однолинейном и многолинейном изображениях внутри графического изображения двигателя, печи, трансформатора и т. п. или справа от него (рис. 5-4);

на схемах соединений — внутри графического изображения аппаратов, приборов, электрических машин или около него (например, над ним) на свободном поле чертежа;

на схемах подключения — внутри графического изображения элемента или около него в месте, удобном для прочтения схемы.

Система маркировки участков электрических цепей на принципиальных схемах установлена ГОСТ 2.709-72, введенным с 1 января 1974 г. взамен ГОСТ 9099-59. Маркировка участков электрических цепей служит средством для опознавания проводников и характеризует функциональное назначение и положение отдельных участков цепи в электрической схеме.

Участки цепей маркируют цифрами, в необходимых случаях с буквенной приставкой. Для цифровых обозначений применяют арабские цифры, для буквенных — прописные (заглавные) буквы. Например, для линий распределительных устройств в цепях трансформаторов тока и напряжения перед цифрой добавляют буквы *A*, *B*, *C* и нуль, указывающие на принадлежность к той или иной фазе и нулю. Следовательно, *A401*, *B401*, *C401* — фазы и *0401* — нуль трансформаторов тока, *A601*, *B601*, *C601*, *0601* — фазы и нуль трансформаторов напряжения.

Случаи применения других букв рассмотрены ниже. В цепях управления и тому подобных букву, обозначающую фазы, опускают.

В принципиальных схемах применяется, например следующая маркировка цепей:

Назначение цепи	Маркировка
Управление	1—599
Возбуждение	601—699
Аварийная сигнализация	701—799
Предупреждающая сигнализация	901—999
Резерв	801—899

Маркировка цепей ротора электродвигателей с фазным ротором. Зажимы ротора, а также зажимы пусковых сопротивлений, соединяющиеся с ротором, маркируют *P1*, *P2* и *P3*. Зажимы пусковых сопротивлений, присое-

диняемые к контактам контакторов ускорения электродвигателей высокого напряжения, маркируют для первой фазы *Р10*, *Р11*, *Р12* и т. д., для второй *Р20*, *Р21* и *Р22* и т. д., для третьей — *Р30*, *Р31*, *Р32* и т. д. (рис. 5-4, *а*). Аналогично зажимы пусковых сопротивлений для электродвигателей низкого напряжения имеют маркировки *СП10*, *СП11*, *СП20*, *СП21* и т. п. (рис. 5-4, *б*).

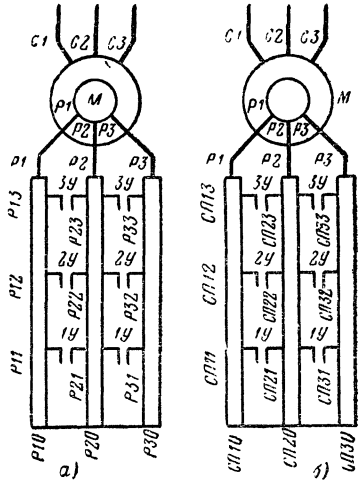


Рис. 5-4. Маркировка цепей ротора электродвигателей высокого (*а*) и низкого (*б*) напряжения.

Участки цепи, которые сходятся в одном узле принципиальной схемы или проходят через разъемные контактные соединения, имеют одинаковую маркировку. Участки цепей, которые разделяются контактами аппаратов, катушками реле, обмотками машин, резисторами и пр., имеют разную маркировку.

В схемах постоянного тока нечетные числа присваивают участкам положительной полярности, четные — отрицательной полярности. Участки, которые в процессе работы схемы изменяют полярность, а также не имеющие явно выраженной полярности (например, проводник, соединяющий лампу и резистор или соединяющий две последовательно включенные катушки, и т. д.), маркируют четными и нечетными числами.

В схемах трехфазного переменного тока участки цепей маркируют последовательными числами без деления на четные или нечетные с добавлением перед цифрой буквы *А*, *В*, *С* соответственно фазам и *N* — нейтрали. Кроме букв *А*, *В*, *С*, применяют буквы *Л* — «линия» (*Л1*, *Л2*, *Л3*, *Л11*, *Л31* и т. д.) и *С* — «сеть» (*С1*, *С2*, *С3*).

В схемах однофазного переменного тока (фаза — фаза или фаза — нуль) участки цепей мар-

кируют аналогично цепям постоянного тока — четными и нечетными числами. При системе фаза — фаза четные и нечетные числа присваивают любой из фаз; при системе фаза — нуль четные числа присваивают нулю, нечетные — фазе.

Принято маркировать участки цепей, изображаемые справа от катушки при горизонтальном изображении цепей, четными числами, возрастающими по мере приближения к катушке.

Аналогично маркируют схемы и при системе фаза — нуль. Нулю, изображаемому на чертеже справа, присваивают четное число (*2*, *102*, *202* и т. д.), фазе, изображаемой слева, — нечетное (*1*, *101*, *201* и т. д.).

Если на одной схеме помещены цепи нескольких одинаковых приводов или нескольких одинаковых линий в основном с аналогичными элементами, то маркировка цепей для этих приводов (линий) обычно одинакова, но перед ней указывают номер привода (двигателя, генератора или линии и т. д.) — пример 5-1.

Если принципиальные схемы управления одинаковыми приводами немного отличаются друг от друга, например количеством контактов одних и тех же реле или количеством аварийных выключателей, то такие цепи маркируют по тому приводу, схема управления которых содержит наибольшее количество элементов. В других же схемах, где количество элементов меньше, часть маркировок отпадает, но маркировка всей схемы привода не меняется— пример 5-2.

Маркировка зажимов катушек, контактов аппаратов и т. п. дополнительно не требуется, после того как участки цепей промаркированы, так как зажимы промаркированы теми же числами, которые присвоены проводам, присоединенным к этим зажимам, — пример 5-3.

Пример 5-1. На рис. 5-3 показаны две схемы приводов № 3 и № 19. Для привода № 3 маркировка будет: *3-1*; *3-3*; *3-5*; *3-7* и т. д. Слева от разделительного знака написан номер привода (3), справа— маркировка участка цепи. Маркировка для привода № 19—*19-1*; *19-3*; *19-7* и т. д.

Пример 5-2. На рис. 5-3 привод № 3 имеет три аварийных выключателя: *3ВА1*, *3ВА2* и *3ВА3*, а привод № 19 — два: *19ВА1* и *19ВА2*. Поэтому для привода № 3 заняты маркировки *3-1*, *3-3*, *3-5*, *3-7*, *3-9* и т. д., а для привода № 19 — *19-1*; *19-3*; *19-7* и т. д. Маркировка *19-5* опущена.

Пример 5-3. После выполнения маркировки участков цепей на рис. 5-3, *а* оказались промаркированными выводы аппаратов. Контакты тепловых реле *1РТ* и *2РТ*, включая катушку магнитного пускателя

3Л, получили маркировку *3-11* и *2*; контакты магнитного пускателя *3Л — 3-9* и *3-11*, выключателя аварийного *3ВА1 — 3-1* и *3-3*, кнопки *3Кн* («Стоп») — *3-7* и *3-9*, кнопки *3Кн* («Пуск») — *3-9* и *3-11*, предохранителя *П — 3ЛЗ1* и *3-1*.

Где на принципиальных схемах написана маркировка участков цепей. Согласно ГОСТ 2.709-72 маркировку участков цепей на принципиальных схемах проставляют при горизонтальном расположении цепей — над участком проводника, при вертикальном расположении — слева. Обратите внимание: по ранее действовавшему ГОСТ 9099-59 маркировку участков цепей при их вертикальном расположении писали справа.

Сочетание заводской маркировки цепей и зажимов с маркировкой на принципиальных схемах. Массовое применение заводских станций управления, а также отдельных аппаратов, зажимы которых на предприятии-изготовителе перенумерованы или обозначены буквами, приводит к тому, что в одной и той же точке схемы могут появиться две и больше маркировок. Как же быть в таких случаях?

Все маркировки, встречающиеся в заводской схеме и относящиеся к одному узлу принципиальной схемы (т. е. однопотенциальные), при горизонтальном расположении цепей удобно проставлять снизу, под обозначением самого зажима. Сверху же в этих случаях проставляют одну маркировку, выбираемую по наименьшему числу, — пример 5-4. Маркировку, поставляемую в схеме (написанную сверху при горизонтальном расположении цепей или слева при вертикальном расположении), в ГПИ «Тяжпромэлектропроект» условно называют основной или, по сложившейся терминологии, генеральной.

Следует здесь же заметить, что иногда маркировку предприятия-изготовителя, подвергшуюся по каким-либо причинам замене, заключают в скобки. Однако сложившаяся практика выполнения заданий для предприятий-изготовителей подтвердила целесообразность выполнения изменений без скобок. Сама по себе скобка является дополнительным знаком. К дополнительным знакам нужно прибегать в исключительных случаях. Сохранение же существующей маркировки предприятия-изготовителя с вынесением ее под линию, под изображение зажима, придает наглядность и позволяет легче и быстрее внести соответствующие дополнения и изменения в схеме самой станции управления.

Часто встречаются схемы, в которых, помимо элементов собственно заводской станции, дополнительно включены — «врезаны» элементы заводских аппаратов, поставляемых россыпью. К ним относятся, например, путевые выключатели, контакты датчиков технологического контроля и т. п. Как быть в таких случаях с маркировкой их цепей? Ведь иногда эти элементы как бы разрезают смонтированную на заводе цепь, а иногда составляют самостоятельное звено. Какую следует для них применять маркировку, из чего исходить?

Практика подсказывает следующее. Прежде всего нужно просмотреть, какие маркировки (номера) охватывает заводская станция управления. И независимо от того, все ли означенные в заводской схеме цепи выведены на наборную рейку или только часть из них, для новых цепей рекомендуется брать маркировку сверх занятых в заводской станции номеров — пример 5-5.

Если на данном участке цепи встречается всего лишь один зажим, маркировка его остается заводской и проставляется только сверху над линией (рис. 5-5, *б*). Внизу проставлять при этом номер зажима не нужно, так как он будет дублировать маркировку. Здесь, однако, может возникнуть дополнительный вопрос. Как было сказано выше, цепям различного назначения могут присваиваться свои определенные номера. И вот в одной из таких схем (особенно часто это бывает в принципиальных схемах сигнализации) встречаются элементы из принципиальных схем приводных станций. Например, цепям предупреждающей сигнализации присвоены номера *901—999*, а вклинилась цепь с маркировкой *13* и *15*, *29* и т. д. Как быть? Ведь надо помнить, что заводскую маркировку можно менять в крайних случаях, так как любое изменение заводской маркировки влечет всегда усложнение монтажа. Покажем одно из решений этого вопроса на следующем примере.

Принято очерчивать тонкой линией контакты аппаратов, изображенные на данной схеме, но «взятые» из других схем, т. е. из тех схем, где показаны катушки этих аппаратов. Это же относится и к контактам ключей, путевых выключателей и прочих аппаратов с механическим приводом. Для этих аппаратов основной схемой является та, на которой начерчена диаграмма переключений их контактов. Как указано на рис. 5-5, *в*, который иллюстрирует пример 5-6, около элементов, очер-

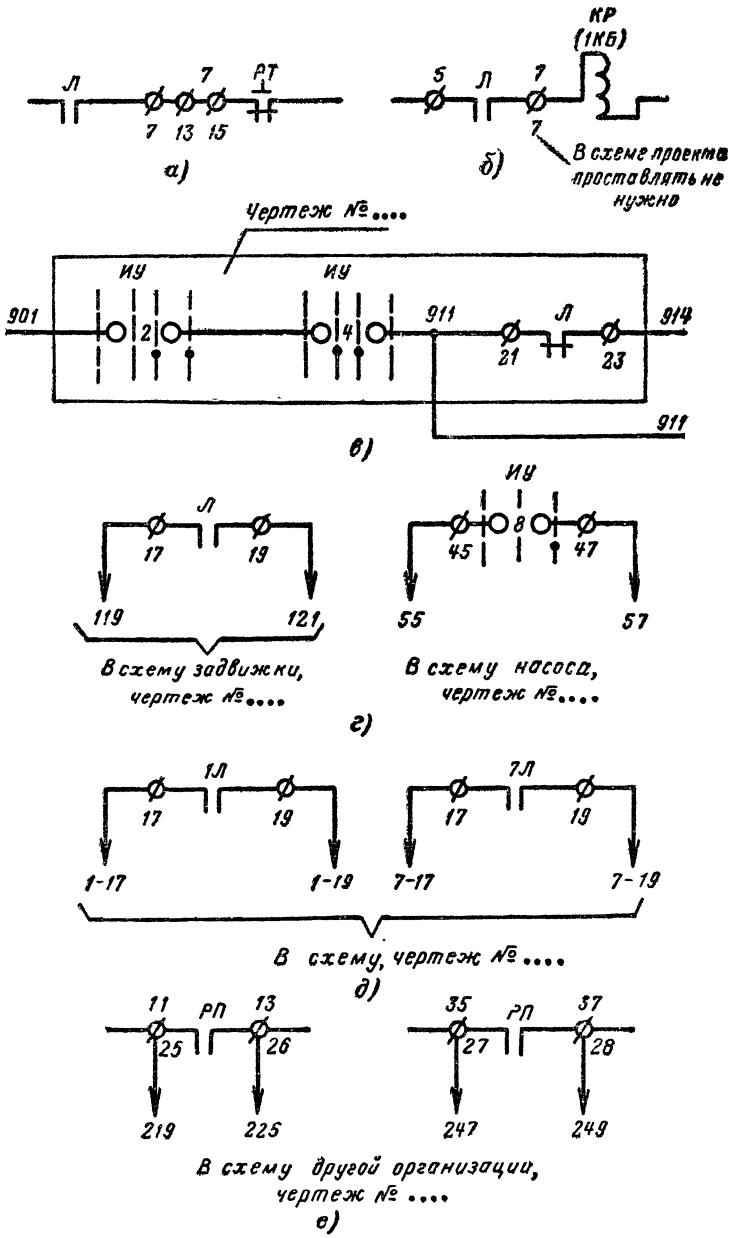


Рис. 5-5. Маркировка зажимов и аппаратов в принципиальных схемах управления и сигнализации.

ченных тонкой линией, делают выноску и проставляют номер чертежа схемы, из которого он взят. Кроме того, нужно указать, при каких условиях этот контакт замкнут или разомкнут. (На рис. 5-5, *в* это указание опущено.)

Контакты реле, ключей, путевых выключателей, уходящие в другие схемы, обязательно должны изображаться на основном чертеже с ссылкой на номера чертежей тех схем, в которых они участвуют (рис. 5-5, *г*—*е*). Чтобы легче стыковать цепи, уходящие в другие схемы, рекомендуется проставлять маркировку этих цепей. Маркировки берутся из тех схем, в которые эти цепи включаются (рис. 5-5, *г*—*е*).

Иногда необходимо указывать не только маркировку, но и обозначать перед ней номер привода. Это нужно в тех случаях, когда совпадают маркировки аппаратов (а подчас и их буквенные обозначения) из схем разных приводов, сходящихся в одну общую схему или входящих в разные схемы, но изображенных на одном чертеже (рис. 5-5, *д*) — пример 5-7.

Если схема составляется разными организациями, каждая из которых дает свою маркировку цепей, нужно проставлять все маркировки, чтобы можно было их состыковать. На рис. 5-5, *е* маркировки под зажимами означают номера зажимов рейки, над зажимами — маркировки цепей аппаратов из основной схемы, а маркировки *219, 225, 247, 249* около стрелок взяты из схемы другой организации, на которую дается ссылка с указанием номера чертежа схемы этой организации.

Пример 5-4 (рис. 5-5, *а*). Между блок-контактом контактора *Л* и контактом теплового реле *РТ* имеются три зажима с номерами *7, 13* и *15*. Они соединены и потому должны иметь в схеме одну маркировку, которая, как сказано выше, принята по наименьшему номеру, т. е. 7. На схеме изображены все три заводских зажима и их номера написаны снизу. Сверху же, над линией, написана наименьшая, основная маркировка, а именно *7*.

Пример 5-5 (рисунок в брошюре не приводится). В заводской станции управления типа БУ5141-43А на рейку выведены цепи с последним номером *27*, но в схеме имеется универсальный переключатель, зажимы которого не имеют заводской маркировки. Если в основе принципиальной схемы лежит эта станция, то все участки цепей, дополняющие и меняющие ее, т. е. выходящие за ее пределы, маркируются номерами, следующими после маркировки *27*, т. е. начиная с номера *29* и т. д.

Пример 5-6 (рис. 5-5, *в*). По маркировкам *901, 914* следует, что этот участок относится к схеме принципиальной предупреждающей сигнализации. Контакты, обведенные тонкой линией, взяты из другой

схемы. При этом заводская маркировка полностью сохранена и указана под зажимами (*21*, *23*). В тех местах, где элементы заводской схемы стыкуются с элементами схемы собственно предупреждающей сигнализации, ее маркировки *911* и *914* проставлены дополнительно сверху над линией.

Пример 5-7 (рис. 5-5,*д*). Перед заводскими обозначениями контактов *Л* написаны цифры *1* и *7*, указывающие номера приводов соответственно *1* и *7*. У зажимов внизу написана только маркировка по заводской схеме (*17* и *19*). Под стрелками эта маркировка повторяется, но с указанием через черточку слева от нее номера привода. При этом маркировки приобретают вид *1-17*, *1-19* и *7-17*, *7-19*.

Маркировка магистралей и троллеев. Магистрали маркируют *1Мг*, *2Мг* и т. д., где цифры — это порядковые номера. Аналогично маркируют троллеи — *1Т*, *2Т* и т. д. Если магистраль разделена на части, то справа добавляют порядковый номер части, например *2Мг1* и *2Мг2*.

Общее о маркировке проводов и кабелей. Ниже рассматриваются примеры маркировки кабелей, потоков проводов и отдельных проводов, идущих в одном направлении (например, от комплектного устройства к электродвигателю), но не маркировка их жил. Жилы маркируют в строгом соответствии с принципиальной схемой, как описано выше. Система маркировки кабелей и проводов для внешних соединений ГОСТ не обусловлена, ее выполняют по отраслевым нормативным документам. Типичные примеры, рассмотренные ниже, отражают сложившуюся практику ГПИ «Тяжпромэлектропроект». Способ маркировки может определяться назначением проводника (например, питание комплектного устройства, питание статора и т. п.), а также местом его прокладки (в пределах цеховой подстанции; кабель, отходящий от подстанции, кабель в пределах цеха, но не идущий от подстанции, и т. п.). Строчные (маленькие) буквы, в ряде случаев проставляемые в маркировке, характеризуют внешний проводник: *в* — высоковольтный (выше 1000 В), *н* — низковольтный (до 1000 В), *к* — контрольный, *с* — освещение (свет), *д* — диспетчеризация, *э* — экранированный. Могут использоваться и другие отличительные буквы.

Сети напряжением 1000 В и выше. Линии, питающие предприятие (объект) от энергосистемы, обычно маркирует энергосистема, либо им присваивается порядковая цифровая нумерация *1, 2, 3* и т. д.

Внецеховые кабели имеют маркировку из двух частей. Слева от разделительного знака — номер

питающей электроустановки, справа — порядковый номер линии. Например, кабель № 6 от распределительного пункта № 1 (*1РП*) маркируют *1-в6*. Питающий кабель, идущий с главной понизительной подстанции (*ГПП*), в маркировке имеет перед номером цифру *0*, чтобы его отличить от кабеля с аналогичным номером *РП*, например кабель *в1* от *ГПП* маркируют *01-в1*, а от *1РП — 1-в1*, кабель *в4* от *21ГПП* будет *021-в4*.

Внутрицеховые кабели (провода) маркируют последовательными числами, перед которыми буква *в* подчеркивает высшее напряжение, например *в1*, *в2*, ..., *в6* и т. д. При двух параллельных кабелях (проводах) их маркировка различается прописными буквами *А* и *Б*. Например, два параллельных кабеля линии № 5 имеют маркировки *в5А* (один кабель) и *в5Б* (другой кабель). Для каждого распределительного устройства рекомендуется выделить группу номеров. Например, для одного устройства *в1 — в49*, для другого *в50 — в99*. В конкретном случае может быть другое распределение номеров.

Сети напряжением до 1000 В. Внецеховые кабели, отходящие от подстанции, имеют маркировку, состоящую из трех частей. Слева от первого разделительного знака написан номер подстанции, от которой отходит кабель, в середине — номер комплектного устройства или двигателя, к которому подходит кабель, после второго разделительного знака — порядковый номер кабеля. Например, кабель № 1 к щиту *2Щ* от трансформаторной подстанции *4ТП* маркируют *4-2Щ-1*. Кабель № 5 к двигателю № 13 от подстанции *14ТП* имеет маркировку *14-13-5*.

Внутрицеховые кабели, отходящие от подстанции, и кабели на подстанциях маркируют последовательными числами, начиная с единицы. Маркировки делят на три группы, присваивая каждой из них определенную нумерацию, например: *1—199* — кабели постоянного тока, *200—499* — кабели переменного тока; *500* и выше — контрольные кабели. Буквенную маркировку при этом кабелям не присваивают. В каждом конкретном случае диапазон чисел в пределах группы может отличаться от указанного выше.

Внецеховые и внутрицеховые кабели и провода, непосредственно не связанные с

подстанциями, маркируют последовательными числами, начиная с единицы. Перед цифрами пишут строчную букву *н* — силовой кабель (напряжением до 1000 В) или *к* — контрольный кабель. Например, *н7, н19, н49* — силовые кабели; *к51, к52* — контрольные кабели; *н1А* и *н1Б* — параллельные (*А* и *Б*) силовые кабели линии № 1.

Кабели, питающие неиндивидуальные комплектные устройства, маркируют последовательными числами. Рекомендуется выделять для этих кабелей определенное количество номеров, например от *301* до *399*. Встречается маркировка кабелей, питающих комплектные устройства по обозначению последних, но в этом случае она получается более сложной. Например, силовой кабель к щиту *7Щ* может иметь маркировку *н7Щ-1, н7Щ-2*, контрольный — *к7Щ-3, к7Щ-4* и т. д.

Кабели, питающие комплектные устройства индивидуальных приводов, маркируют по номеру привода с добавлением порядкового номера кабеля. Например, силовой кабель к комплектному устройству привода № 12 будет иметь маркировку *н12-1*.

Кабели (провода) для электроприводов. Однодвигательные приводы. Слева от разделительного знака ставят номер привода, справа — порядковый номер кабеля. Например, силовой кабель № 4 напряжением 6 кВ привода № 5 маркируют *в5-4*; силовой кабель № 8 напряжением 500 В привода № 19 имеет маркировку *н19-8*, а контрольный кабель № 21, относящийся к тому же приводу № 19, — *к19-21*.

В общем случае рекомендуется в правой части маркировки присваивать числа, придерживаясь определенной последовательности: статор, якорь; ротор, возбуждение; тормоз; выключатель путевой; управление; сигнализация; измерение; разные цепи (перемычки). Например, для привода № 25 с двигателем 380 В при наличии всех перечисленных цепей маркировки будут: *н25-1* — к статору, *н25-2* — к ротору, *н25-3* — к тормозу, *к25-4* — к путевому выключателю, *к25-5* — к кнопке управления, *к25-6* — к щитку сигнализации, *к25-7* — к измерительному щитку, *к25-8* — перемычка между панелями щита.

Если к статору или ротору подходят спаренные проводники, то их маркировка для привода № 25 будет

соответственно: *н25-1А, н25-1Б* — два параллельных кабеля к статору, *н25-2А, н25-2Б* — то же к ротору.

В частном случае часть перечисленных цепей может отсутствовать, и тогда кабели маркируют соответственно количеству цепей данного привода. Например, для привода № 15 с двигателем 380 В, имеющим короткозамкнутый ротор, проводники маркируют: *н15-1* — к статору, *к15-2* — к конечному выключателю, *к15-3* — к кнопке управления, *к15-4* — к щиту сигнализации.

Для двухдвигательных приводов с индексами прописными буквами *А* и *Б* маркировка внешних проводников будет: *н15А-1* — к статору двигателя с индексом *А*, *н15Б-1* — к статору двигателя с индексом *Б*.

При двух параллельных силовых кабелях: *н15А-1А, н15А-1Б* — к статору двигателя с индексом *А*, *н15Б-1А, н15Б-1Б* — к статору двигателя с индексом *Б*. Обратите внимание, буквы *А* и *Б* слева от разделительного знака относятся к двигателям, справа — к кабелям.

Контрольные кабели общих цепей могут маркироваться по обозначению одного из двигателей, рекомендуется — по первому, т. е. *к15А-3, к15А-4* и т. д.

Для многомашинных агрегатов маркировка состоит из двух частей: слева — номер привода, справа — порядковый номер проводника. Например, агрегат преобразовательный *2АП* состоит из трех машин — двигателя *2М*, генератора *2Г* и возбудителя *2ВМ*. Проводники маркируют: *н2МП-1* — к статору двигателя, *н2МП-2* — к ротору двигателя, *н2Г-1, н2Г-2* — к якорю генератора (два кабеля не параллельных), *н2Г-3* — к обмотке возбуждения генератора, *н2ВМ-1, н2ВМ-2* — к якорю возбуждения двигателя, *н2ВМ-3* — к обмотке возбуждения возбудителя двигателя. Общие внешние проводники для всех машин данного агрегата маркируют по обозначению агрегата (*2АП*). Например, *к2АП-2, к2АП-6* и т. д.

Одножильные проводники маркируют в зависимости от назначения, направления, способа прокладки. Если одножильные проводники имеют одно назначение (например, силовые), одно направление (например, от пункта к двигателю) и прокладываются в одной трубе, то по маркировке их приравнивают к одному многожильному кабелю. Например, от щита к двигателю № 9 прокладывают в одной трубе три одножиль-

ных провода, сечением каждый 95 мм². Маркировка всего пучка будет *н9-1*. Если это две параллельные линии и они прокладываются в двух трубах, то маркировки будут: *н9-1А* для одной линии, *н9-1Б* — для другой.

То же относится к проводникам одножильным контрольных цепей, например цепей управления. Если от щита релейного к щиту сигнализации прокладываются в одной трубе 15 одножильных проводников, то всему пучку присваивают общую маркировку, например *к23-9*.

Проводники постоянного тока маркируют по такому же принципу. При больших сечениях допускается одножильные одноименные силовые проводники прокладывать в разных трубах. В этих случаях их порядковая нумерация будет разная. Например, к якорю генератора *3Г* (к обоим полюсам) подходят в разных трубах два проводника, сечением каждый по 150 мм². Маркировка одного проводника будет *н3Г-1*, другого — *н3Г-2*. При двух параллельно подсоединенных проводниках на полюс маркировка проводников на один полюс будет *н3Г-1А*, *н3Г-1Б*, на другой полюс — *н3Г-2А*, *н3Г-2Б*.

Сети освещения. В сетях освещения маркируют питающие линии, а при дистанционном управлении освещением также проводники цепей управления.

Для внецеховых кабелей (проводов) освещения маркировка состоит из двух частей. Слева — номер подстанции, от которой кабель отходит, справа — буква *с* с порядковым номером кабеля. Например, кабель *с1* от подстанции *2ТП* маркируют *2-с1*.

Для внутрицеховых кабелей (проводов) маркировка состоит из буквы *с* и порядкового номера кабеля, например *с1, с2*... При двух параллельно включенных кабелях маркировка будет соответственно *с1А, с1Б*; *с2А, с2Б*.

Экранированные проводники обозначают строчной буквой *э* перед основной маркировкой. Если маркировка принята порядковыми числами, то букву *э* пишут перед цифрой, например *э1, э2*... Если маркировка поприводная, то букву *э* проставляют перед цифрой, определяющей номер привода, например, для привода № 12 маркировка проводников будет *э12-7, э12-8* и т. д.

Проводники системы диспетчеризации. Перед основной маркировкой кабеля ставят букву *д*, например *д5, д6, д7*...

Приведенные здесь рекомендации и примеры не исключают применения другого способа маркировки, например только цифрового без букв, характеризующих назначение кабеля. Использование букв представляется полезным и удобным особенно для крупных объектов, так как помогает представить общую картину раскладки кабелей.

Маркировка труб выполняется либо по маркировке прокладываемых в них кабелей, либо трубам для крупных объектов присваивают сквозную нумерацию. Типичны следующие случаи: а) в трубе проложен один кабель — маркировки трубы и кабеля одинаковы; б) в трубе проложено несколько только силовых (или только контрольных) кабелей — трубу маркируют по кабелю, имеющему наименьший номер; в) в трубе проложены и силовые и контрольные кабели — трубе присваивают маркировку силового кабеля с наименьшим номером.

При порядковой нумерации, если трубы, прокладываемые на разных этажах (отметках) здания, не имеют общих трасс, трубы разных этажей могут иметь одинаковые маркировки.

Маркировка трубы до и после протяжного ящика не меняется. При прохождении трубы через ответвительную коробку маркировка трубы меняется, так как изменяется число прокладываемых в ней проводов или кабелей.

На чертежах прокладки сетей к маркировке трубы через разделительный знак добавляют число, указывающее условный проход трубы. Например, труба *4Г-2* с условным проходом 70 мм обозначается на плане *4Г-2-70*. В следующих параграфах даны многочисленные примеры маркировки, иллюстрирующие изложенную систему.

6. СОСТАВЛЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ

Составление принципиальных схем — задача многоплановая. Ее освещение не относится непосредственно к теме брошюры. Поэтому сведения о составлении принципиальных схем приведены здесь в минимальном объеме и лишь в той степени, которая показывает, что нужно учитывать уже на самых первых стадиях проектирования (а также при внесении дополнений и изменений в схемы действующих электроустановок), чтобы обеспечить надежность, долговечность и безопасность.

При составлении принципиальных схем решают следующие основные вопросы: а) удовлетворяют заданным условиям; б) исключают возможность образования ложных цепей; в) определяют систему электропитания; г) выбирают электрическую защиту от т. к. з., перегрузки и перенапряжений; д) выбирают систему управления, сигнализации и измерений; е) связывают данную электроустановку с источниками электропитания и другими действующими или проектируемыми устройствами; ж) выбирают аппаратуру и согласуют ее параметры; з) намечают компоновку электрооборудования, группируют его в узлы; и) определяют степень индустриализации монтажных работ и применения комплектных изделий; к) определяют способ монтажа, условия прокладки проводов, кабелей, шинопроводов и т. п.

После ознакомления с этим далеко не полным перечнем работ может возникнуть вопрос: какое отношение имеют к составлению схем вопросы, перечисленные, например, в пп. «з» — «к»? Следует ли при составлении принципиальной схемы думать о компоновке оборудования, индустриализации монтажных работ и т. п.? Ведь принципиальная схема — это п е р в ы й документ, все остальное будет разрабатываться на ее основании, следовательно, ей подчинено.

Покажем на нескольких примерах, что даже в самой начальной стадии проектирования надо иметь в виду все перечисленные выше вопросы.

Так, например, если будут применяться серийные изделия электропромышленности, например станции управления, то придется приспосабливаться к существующим схемам предприятий-изготовителей.

Следует стремиться к тому, чтобы контакты одного и того же аппарата присоединялись к одной фазе и имели возможно больше общих однопотенциальных мест присоединений. Выполнение этого условия позволит уменьшить количество соединительных проводов, упростит схему соединений и подключений. Кроме того, будет устранена опасность случайных коротких замыканий на зажимах аппаратов при наладке и эксплуатации.

Правильно составленная схема содержит столько катушек, контактов, резисторов и других элементов, сколько нужно в данном конкретном случае. В недостаточно продуманных схемах встречаются элементы бесполезные для выполнения схемой заданных условий, но вред-

ные в том смысле, что они усложняют схему и могут явиться источником дополнительных неполадок. Поэтому при составлении схем всегда нужен анализ, дающий возможность все лишнее исключить, а необходимое добавить. Особенно важно своевременно учесть взаимное согласование новой схемы (или изменений, вводимых в схему) с существующими устройствами, системой электропитания, защитой и т. п. Любое изменение, которое придется вносить (если схема сразу не будет хорошо продумана во всех деталях), может привести к нарушению режима работы оборудования, рассогласованию параметров, необходимости вводить промежуточные элементы, занимать дополнительные проводники и т. п. Все это усложняет работу, снижает ее качество и в конечном итоге надежность электроустановки.

Принято изображать схемы так, чтобы все катушки по возможности были показаны справа, а контакты — слева. Это придает схеме наглядность и облегает ориентировку. Соблюдение системы в начертании и расположении как собственно схемы, так и пояснений, примечаний и пр. имеет большое значение (см. § 3).

В схемах постоянного тока катушки необходимо присоединять к минусу (но не к плюсу), в схемах переменного тока — к нулю, за исключением тех случаев, когда цепи питаются от двух фаз. Контакты в цепях постоянного тока присоединяют к плюсу, в цепях переменного тока — к одной и той же фазе, за исключением особых случаев.

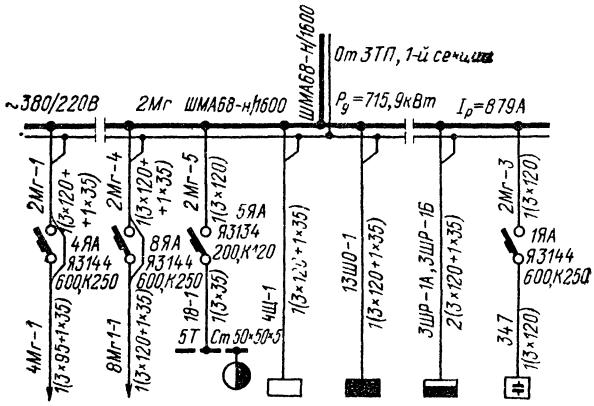
При составлении принципиальных схем следует особое внимание уделять полноте и четкости маркировки (§ 5), строго соблюдая принятую систему и учитывая необходимость сочетания новой маркировки с выполненной в схемах комплектных устройств, а также в установках, уже находящихся в эксплуатации.

Типичные примеры принципиальных схем рассмотрены в § 7 (питающие сети), § 8 (распределительные сети), § 9 (совмещенные схемы питающей и распределительной сетей), § 10 (схемы управления).

7. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ

Комплект принципиальных схем начинают обычно принципиальной схемой питающей сети. Рекомендуется принципиальные схемы питающей сети изображать в

пределах осей тех колонн, в которых эти сети действительно размещаются. При этом, если представляется возможным, обозначения (ряды и оси) колонн наносят на чертеж питающей сети (этот случай схема не иллюстрирует). Если принципиальную схему питающей сети изображают не на чертеже плана (например, строитель-



Наименование электроприемника	Магистраль	Магистраль	Ряд В, колонны 35–45	18	Щит	Щиток освещения	Вентиляционная камера	Шкаф с конденсаторами
№ по плану	4Мг	8Мг1	Троллей 5Т 10т		4Щ .	13ШО	3ШР	1ККУ
Мощность $P_у$, кВт	117,4	187,5	35+3+9+5		44,1	42	287	100квар
Ток расчетный $I_р$, А	140	170	$I_р$=70, $I_р$=204 ΔU=7,5%		65	—	356	150

Рис 7-1 Питающая сеть ~380/220 В Магистраль *2Мг*

Схема принципиальная

Примечания 1 Вся сеть выполнена кабелями марки АВВГ.
2 Расчетный ток щитков освещения см том

ного), то ряды и оси колонн указывают только для троллеев. Такой случай иллюстрирует рис 7-1, где показан троллей *5Т*, проложенный в ряду *В* между колоннами № 35—45.

На принципиальных схемах питающих сетей провода, шины, коммутационные и защитные аппараты изображают в условных обозначениях. Принципиальные схемы питающих сетей, как правило, выполняют в однолинейном изображении, при многолинейном изображении у аппаратов, имеющих заводскую маркировку зажимов (например, для двигателей переменного тока с коротко-

замкнутым ротором — *С1, С2, С3*), ее проставляют слева от изображений зажимов.

Рассмотрим пример (рис. 7-1). Основная надпись (§ 3), вынесенная в подпись к рисунку, указывает, что на чертеже представлена принципиальная схема магистрали *2Мг* питающей сети переменного тока напряжением 380/220 В.

Из условных обозначений и надписей на схеме и в таблице, помещенной под ней, следует, что на схеме изображены: а) линия от 1-й секции трансформаторной подстанции *3ТП*, выполненная шинопроводом типа ШМА68-Н/1600; б) магистраль *2Мг* (2-я магистраль), выполненная шинопроводом типа ШМА68-Н/1600. Номинальное напряжение сети 380/220 В, установленная мощность всех, присоединенных к магистрали электроприемников $P_у$=715,9 кВт, расчетный ток $I_р$=879 А.

В магистрали три фазные (три черточки) и нулевая (одна черточка) шины, к которым присоединены:

Четырехпроводная магистраль *4Мг*, питающая электроприемники общей мощностью $P_у$=117,4 кВт при расчетном токе 140 А. Фазные провода к магистрали присоединены через ящик с автоматом *4ЯА* типа Я3144. Номинальный ток автомата в ящике *4ЯА* 600 А, расцепитель комбинированный (К) на ток 250 А.

Четырехпроводная магистраль *8Мг1*, питающая электроприемники общей установленной мощностью $P_у$= =187,5 кВт при расчетном токе 170 А. Фазные провода к магистрали присоединены через ящик с автоматом *8ЯА* типа Я3144. Номинальный ток автомата, установленного в *8ЯА*, 600 А, расцепитель комбинированный на ток 250 А.

Троллей *5Т* выполнен из трех равнобоких стальных уголков (Ст 50×50×5) с высотой полки 50 мм и толщиной 5 мм. Троллей присоединен через ящик с автоматом *5ЯА*. Номинальный ток автомата 200 А, уставка комбинированного расцепителя — 120 А (*К120*). Троллей имеет по плану № 18 грузоподъемность 10 т. Привод четырехдвигательный, установленная мощность двигателей 35; 3; 9 и 5 кВт. Расчетный ток $I_р$=70 А, пусковой $I_п$=204 А; потеря напряжения ΔU= =7,5%.

Щит станций управления *4Щ*, установленная мощность $I_у$=44,1 кВт, $I_р$=65 А.

Щиток рабочего освещения *13ШО*, $P_у$=42 кВт.

Распределительный шкаф *3ШР* вентиляционной камеры, $P_у = 287$ кВт, $I_р = 356$ А.

Шкаф с конденсаторами *1ККУ*, $P_у = 100$ квар, $I_р = 150$ А.

Отдельно стоящие аппараты на рис. 7-1 не показаны.

Для проводников (кабелей, потоков проводов) указывают над линией (при горизонтальном расположении проводников) или слева (при вертикальном расположении) маркировку по кабельному журналу (§ 14). Например, проводник от *2Мг* до *8ЯА* имеет маркировку *2Мг-4*, а после *8ЯА* — *8Мг1-1*. Под линией (при горизонтальном расположении) или справа (при вертикальном расположении) указаны число жил и сечение, в нашем примере 1 (3×120+1×35) — один четырехжильный кабель с тремя жилами по 120 мм² и одной жилой 35 мм². Марка кабеля АВВГ написана 1 раз в подписи к рисунку, так как в данном случае для всех кабелей она одинакова. При различных марках их пишут в соответствующих местах схемы. Длины кабелей на схеме не указаны, так как они приведены в кабельном журнале. При отсутствии кабельного журнала длины указывают на схеме.

Сравнивая маркировки проводников на рис. 7-1, легко заметить следующую систему. Проводники, идущие от магистрали к ящикам с автоматическими выключателями, маркируют по магистрали (*2Мг-1*, *2Мг-3*, *2Мг-4*, *2Мг-5*). После автоматического выключателя маркировка определяется либо назначением проводника, либо номером электроприемника по плану. Например, проводник *8Мг1-1* питает магистраль *8Мг1*, а проводник *18-1* — троллей, имеющий по плану № 18. Проводник, идущий от магистрали к комплектному устройству, маркируют по этому устройству. В нашем примере проводник *4Щ-1* питает щит *4Щ* (*4Щ* — обозначение щита, цифра после разделительного знака (*1*) — порядковый номер кабеля). Примером порядковой цифровой маркировки может служить маркировка *347* кабеля от *1ЯА* к шкафу *1ККУ* с конденсаторами.

Как видно из схемы питающей сети (рис. 7-1), она завершается графическим изображением различных шкафов, щитов и т. п., т. е. устройств, от которых получают питание в свою очередь различные электроприемники. Их присоединение изображают на принципиальной схеме распределительной сети, которая рассматривается в § 8.

Заметим, что при двухстадийном проектировании (§ 2) на стадии технического проекта в схемах питающей сети обычно не дают подробных сведений о проводниках. В таблице дают лишь краткие сведения об электроприемниках и указывают их типы.

8. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Рассмотрим круг вопросов, характеризующих особенности схем распределительной сети на следующих примерах: а) сети шинопроводов — рис. 8-1 и 8-2; б) сеть распределительного шкафа — рис. 8-3; в) сеть щита станций управления — рис. 8-4. В брошюре принципиальные схемы распределительной сети даны на отдельных рисунках; в конкретном проекте расположение схем на одном или на разных чертежах определяется общей конфигурацией сети и в каждом отдельном случае может решаться по-разному.

Сопоставляя схему питающей сети (рис. 7-1) с рис. 8-1—8-4, легко видеть, что схема распределительной сети является продолжением схемы сети, ее питающей. Действительно, одно из присоединений на рис. 7-1 заканчивается магистралью *4Мг*, другое — магистралью *8Мг1*, третье — шкафом распределительным *3ШР*, четвертое — щитом станций управления *4Щ*. Соответственно проводники, идущие в схему распределительной сети, имеют маркировки *4Мг-1*, *8Мг1-1*, *3ШР-1А* и *3ШР-1Б*, *4Щ-1*. Проводники на схемах распределительной сети имеют те же маркировки и те же сечения, что и в схеме питающей сети. Например, на рис. 7-1 маркировка *8Мг1-1* и сечение 1(3×120+1×35) повторяются на рис. 8-1. На рис. 8-2 маркировка *4Мг-1* и сечение 1(3×95+1×35) повторяют соответствующие маркировку и сечение на рис. 7-1 и т. д.

Схема распределительной сети двух магистралей, выполненных шинопроводами с автоматическими выключателями. Схема (рис.8-1) начинается данными линии ввода, заимствованными из схемы питающей сети (рис. 7-1). Указаны маркировка источника питания *2Мг*, маркировка питающего кабеля *8Мг1-1*, его марка АВВГ и сечение 1(3×120+1×35), маркировка ящика с автоматом *8ЯА*, его тип — Я3144, номинальный ток автомата 600 А, уставка тока комбинированного расцепителя К250.

На схеме два распределительных шинопровода *8Мг1* и *8Мг2* (1-я и 2-я части шинопровода *8Мг*, разделенные, например, колонной). Тип шинопровода ШРА-64, номинальный ток 250 А. Номинальное напряжение сети 380/220 В.

Мощность электроприемников, присоединенных к *8Мг1*, $P_у=187{,}5$ кВт, расчетный ток $I_р=170$ А. В эти величины включены $P_у=73{,}5$ кВт и $I_р=75$ А, относящиеся к *8Мг2*, так как ее питание осуществляется от *8Мг1* по перемычке *8Мг2-1*. Сечение перемычки 1(3×35+1×16), защита выполнена автоматом типа А3124 на номинальный ток 100 А с комбинированным расцепителем К100.

Отходящие от шинопроводов линии защищены автоматами типа А3124 на номинальный ток 100 А. Уставки комбинированных расцепителей автоматов разные: К40; К40; К15; К100 и т. д. (перечисление дано в порядке присоединения слева направо).

На отходящих к комплектным устройствам и электроприемникам линиях указаны число жил и сечение проводов, например 1(3×6+1×4), длины в метрах (20; 18; 19; 30; 15 и т. д. — перечисление слева направо), так как для данной схемы, как видно из подписи к рисунку, кабельный журнал не составлен. Марка КРПТ указана только у гибкого кабеля. Марки всех остальных кабелей АВВГ ясны из общего примечания к схеме.

Для комплектных устройств, непосредственно питающих электроприемники, указаны тип (ШУ5103-03В2Н, ЯВЗШ-31-1, ШУ5101-03В2К и т. д.), тип и уставка расцепителя (МГ20 — максимальный гидравлический с уставкой 20А, Т16 — тепловой с уставкой 16А и т. д.). Маркировки комплектных устройств (*25ШУ*, *17ШУ*, *10ШУ*, *5ШУ*) написаны в таблице под схемой.

Для двигателей указаны номер по плану (169, 170, 320 и т. д.); мощность (7,5; 7,5; 1 кВт и т. д.); расчетный (номинальный) ток (16 А; 16 А; 1,5 А и т. д.); пусковой ток $I_п$ — на рис. 8-2 не указан.

Схема распределительной сети магистрали, выполненной шинопроводом с предохранителями (рис 8-2), составлена по тому же принципу, но из нее можно получить дополнительные сведения, которые не могли быть иллюстрированы рис. 8-1.

Дробная подпись у предохранителей указывает в числителе номинальный ток предохранителя (100 А), в

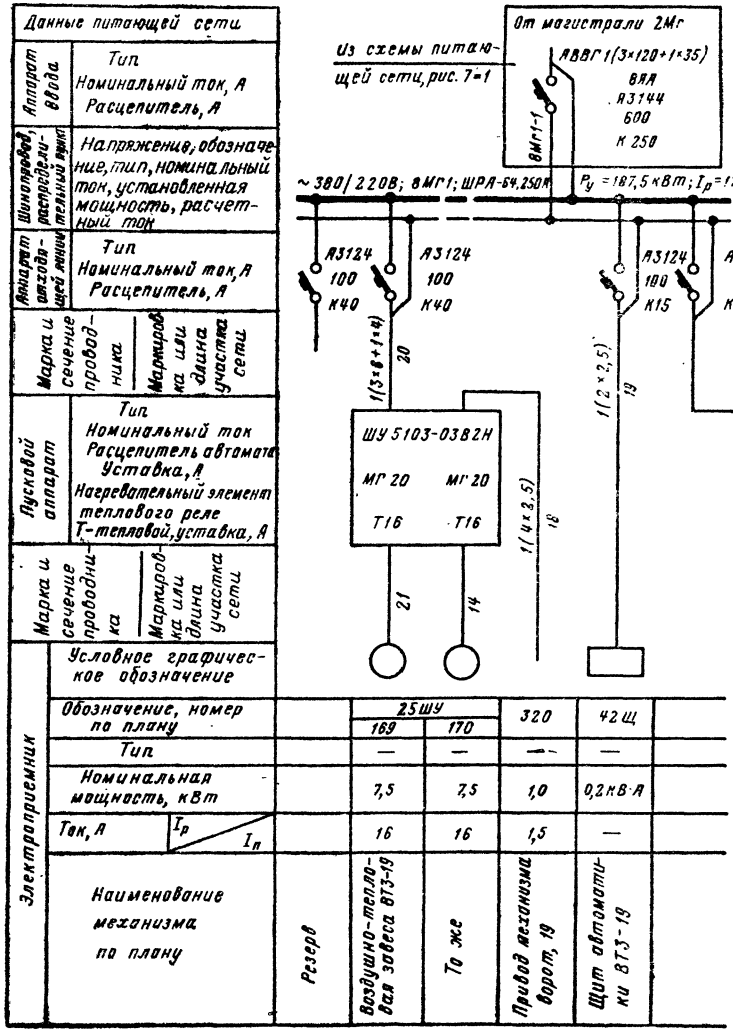
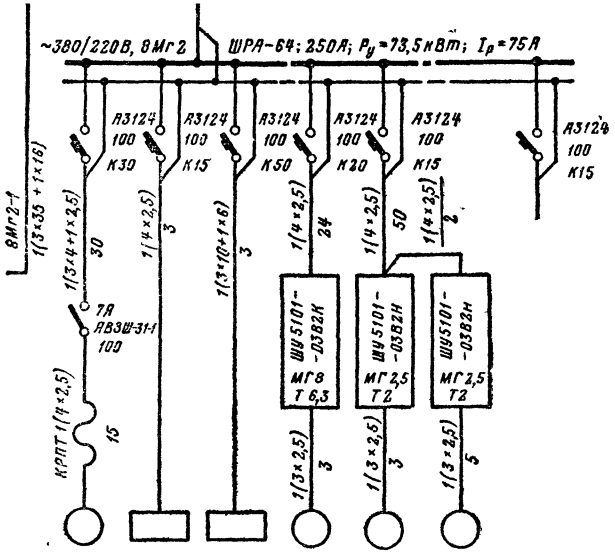


Рис. 8-1. Распределительная сеть ~ 380/220 В.

Магистрали *8Мг1* и *8Мг2*. (Шинопровод с автоматическими выключателями) составлен.

Примечание. Сеть выполнена кабелями марки АВВГ. В таблицах

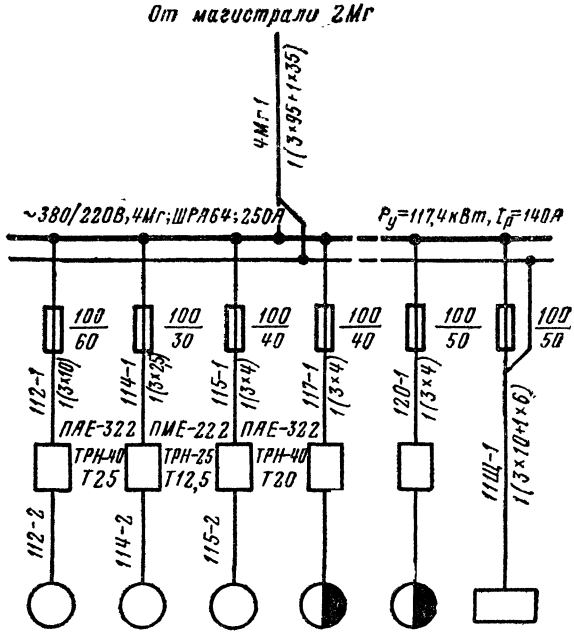


ЧСП	8Щ	10Щ	17ШУ 250	10ШУ 362	5ШУ 350	
—	—	—	—	—	—	
14,0	6,0	15,0	3,0	0,8	0,8	
27	11	30	6,5	1,9	1,9	
Сварочный преобразователь	Станции управления толкающими конвейерами		Вентиляционная система ВС-53	Приводы механизмов пролетов фонарей		Резерв

Схема принципиальная Пример схемы, для которой кабельный журнал не приведена форма В конкретных схемах могут быть заполнены не все графы.

знаменателе — номинальный ток плавкой вставки (60; 30; 40 А и т. д. — перечисление слева направо).

У магнитных пускателей написаны тип пускателя



№ по плану	112	114	115	117	120	11Щ
Тип	А2-61-4	А02-52-8	—	Станки		—
Номинальная мощность, кВт	13	5,5	10	7+1,7	10+1+2+ +0,125	15,0
Ток, А $I_н$ / $I_р$	25,3 / 179	14 / 88	—	—	—	30
Наименование механизма по плану	Вентилятор 12	насос 32	Вентилятор 24	Долбежный 168	Винторезный 176	Станция управления транспортером

Рис. 8-2. Распределительная сеть ~ 380/220 В.

Магистраль *4Мг* (шинопровод с предохранителями) Схема принципиальная. Пример схемы, для которой составлен кабельный журнал

Примечание. Сеть выполнена кабелями марки АВВГ.

(ПАЕ-322, ПМЕ-222 и т. д.), тип теплового реле (ТРН-40, ТРН-25 и т. д.) и номинальный ток их нагревательных элементов (Т25; Т12,5 и т. д.).

Проводники в нашем примере имеют маркировки по кабельному журналу (*112-1*, *114-1* и т. д.). Длины на схеме не указаны, они приведены в кабельном журнале.

Обращается внимание на следующее: технические характеристики электрооборудования, поставляемого совместно с механизмом на схеме, как правило, не приводят, кроме мощности электродвигателей. Исходя из этого условия можно по заполнению таблицы, расположенной под схемой, видеть, что механизм № 120 поставляется с электродвигателями и пусковым аппаратом (их технические характеристики не приводятся). Механизм № 115 поставляется с электродвигателем (его тип не указан), но без пускового аппарата, в данном случае без магнитного пускателя типа ПАЕ-322. Механизм № 114 поставляется без электрооборудования, поэтому его характеристики на схеме и в таблице приведены полностью.

На рис. 8-1 и 8-2 приведены схемы с распределительными шинопроводами.

Шинопроводы применяют в цехах промышленных предприятий с нормальной средой при напряжении сети 380/220 В. В распределительном шинопроводе типа ШРА-64 четыре прямоугольные алюминиевые шины одинакового сечения. Сечение шин 30×5 мм², 40×5 мм² и 60×6 мм² определяется номинальным током шинопровода соответственно 250, 400 или 600 А. Шинопровод имеет защищенное исполнение и состоит из секций. Их назначение и типы приведены в табл. 8-1. Соединение секций между собой болтовое.

Таблица 8-1

Секции шинопровода типа ШРА-64

Наименование секции	Типы секций при токах шинопровода, А		
	250	400	600
Прямая	У1450	У1460	У1470
Угловая с изгибом шин на плоскость	У1451	У1461	У1471
Угловая с изгибом шин на ребро	У1452	У1462	У1472
Заглушка торцевая	У1453	У1463	У1473
Коробка вводная	У1454	У1464	У1474

Длина прямых секций 3 м. В каждой их них восемь проемов (окон) для присоединения ответвительных коробок или коробок с указателем напряжения. Размеры коробок для шинопроводов всех номинальных токов одинаковы. В зависимости от типа в ответвительную коробку встраивают автоматический выключатель, предохранитель или рубильник; в коробку с указателем напряжения встроены сигнальные лампы.

Ответвительные коробки шинопровода типа ШРА-64 комплектуют следующим образом:

Тип коробки	В коробку встроен	Номинальный ток, А
У1455	Автомат типа А3114	100
У1467	Автомат типа А3124	100
У1456	Предохранитель	100
У1465	Рубильник	200

В настоящее время идет подготовка к производству нового типа четырехпроводного распределительного шинопровода ШРА-73 (три фазных и один нулевой) для передачи и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока напряжением 380/220 В.

Пускатели магнитные серии ПАЕ. В схеме на рис. 8-2 изображены пускатели новой серии ПАЕ. Они выпускаются в открытом, защищенном, пылезащищенном и пылебрызгонепроницаемом исполнениях, с тепловыми реле или без реле, с кнопкой возврата или без кнопки; нереверсивные и реверсивные Основные параметры магнитных пускателей даны в табл. 8-2.

Пускатели рассчитаны для работы в продолжительном, непрерывном, повторно-кратковременном режимах при ПВ=40%, до 600 вкл/ч. Они предназначены для дистанционного управления двигателями с короткозамкнутым ротором мощностью от 1,5 до 75 кВт при напряжении сети от 36 до 500 В переменного тока 50 и 60 Гц. При обычном исполнении пускателя не допускается прокладка монтажных силовых

Таблица 8-2

Основные параметры магнитных пускателей серии ПАЕ

Величина пускателя	Серия	Наибольшая мощность управляемого электродвигателя, кВт, при напряжении, В					Номинальный ток, А, главной цепи при напряжении, В		
							36, 127, 220, 380		500
							Исполнение		
		36	127	220	380	500	открытое	в оболочке	любое
3	ПАЕ-300	1,5	4	10	17	17	40	36	26
4	ПАЕ-400	2,2	10	17	30	22	63	60	35
5	ПАЕ-500	4,0	17	30	55	40	110	106	61
6	ПАЕ-600	5,0	22	40	75	55	146	140	80

Примечание Номинальным током пускателя является максимальный длительно допустимый пускателем рабочий ток управляемого электродвигателя.

проводников внутри корпуса. При увеличенном исполнении монтажные силовые проводники допускается прокладывать внутри кожуха.

Блок-контакты. По сочетанию блок-контактов при отсутствии указаний в заказе пускатели поставляются нереверсивные — с 1з блок-контактом, реверсивные — с 2з+2р блок-контактами. Нулевая защита осуществляется в нереверсивном пускателе — одним замыкающим блок-контактом, в реверсивном — двумя замыкающими блок-контактами. Для электрической блокировки в реверсивном пускателе используются 2р блок-контакта. По заказу нереверсивные и реверсивные пускатели могут поставляться соответственно со следующим сочетанием блок-контактов: 1з+1р; 2з+2р; 3з+3р; 2з+4р; 4з+2р. В указанное число входят блок-контакты, необходимые для нулевой защиты: 1з для нереверсивного и 2з для реверсивного пускателя. В трехмостиковой блок-приставке допускается перестановка потребителем двух блок-контактов с размыкающего на замыкающий, и наоборот.

Тепловое реле защищает двигатель от перегрузки, но не предохраняет его от т. к. з. Тепловые реле типа ТРН двухфазные; они имеют только ручной возврат и по одному встраиваются в пускатели серии ПАЕ-300. Тепловые реле типа ТРП однофазные, они по два встраиваются в каждый пускатель серий ПАЕ 400; ПАЕ-500; ПАЕ-600. Реле типа ТРП имеет два исполнения: одно — самовозврат с возможностью ускорения возврата вручную, другое — только ручной возврат с гарантированным отсутствием самовозврата. Требование к способу возврата реле оговаривается в заказе. При отсутствии такого требования реле поставляется с самовозвратом. Технические данные тепловых реле приведены в табл. 8-3.

Кнопка для ручного возврата в исходное положение расположена на реле или на крышке корпуса пускателя. Во избежание повторного отключения нажатие кнопки возврата возможно не ранее, чем через 40 с после срабатывания теплового реле, т. е. после размыкания его блок-контакта.

Схема распределительной сети с распределительным шкафом (рис 8-3) является продолжением схемы питающей сети (рис. 7-1). Распределительный шкаф *ЗШР* питается по спаренной линии сечением 2(3×120+1×35); маркировки спаренных кабелей *ЗШР-1А* и *ЗШР-1Б*. Рисунок 8-3 составлен по тому же принципу, что и рис. 8-1 и 8-2, но из него можно получить следующие дополнительные сведения.

В качестве распределительного шкафа применен распределительный пункт типа ПР9242-325 с автоматическим выключателем на вводе типа А3134/7 на номинальный ток 200 А. Выключатель этого исполнения (цифра 7) не имеет расцепителя и используется как разъединяющий аппарат (рубильник). Отходящие линии защищены выключателями типа А3163 на номинальный ток 50 А с тепловыми расцепителями (Т50; Т20; Т50 и т. д. — счет слева направо). Основные сведения о распределительных пунктах серии ПР9000 даны в приложении 1.

Таблица 8-3

Технические данные тепловых реле

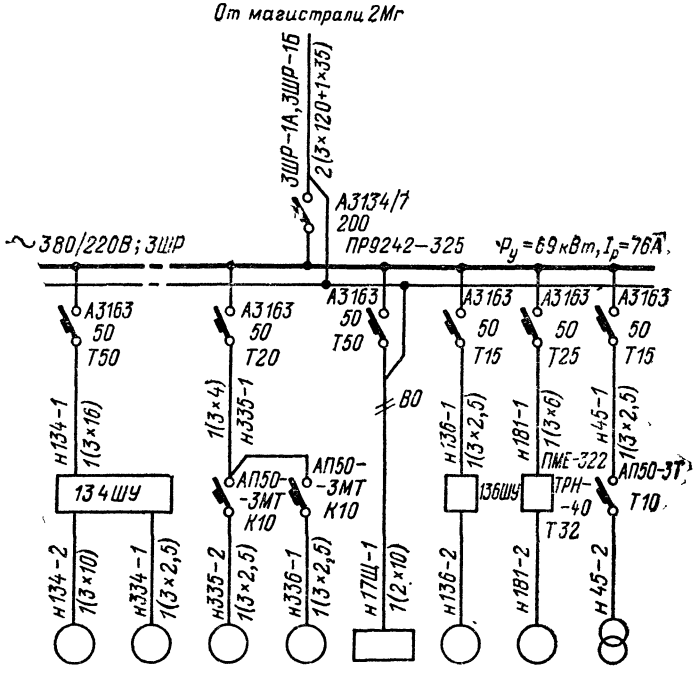
Серия пускателя	Тип теплового реле	Количество реле в пускателе	Маркировка сменных нагревателей тепловых реле	Данные тепловых реле для пускателей						
				открытого исполнения			защищенных исполнений (в оболочках)			
				Номинальный ток теплового элемента реле в пускателе $I_{но}$, А*	Максимальный ток продолжительного режима реле $I_м$ не более		Номинальный ток теплового элемента реле в пускателе $I_{но}$, А*	Максимальный ток продолжительного режима реле $I_м$ не более	
					$I_м/I_{но}$	А		$I_м/I_{но}$	А
ПАЕ-300	ТРН-40	1	12,5	12,5	1,25	15,6	12,5	1,25	15,6
			16	16		20	16		20
			20	20		25	20		25
			25	25		31,2	25		31,2
			32	32		40	32	1,15	35,6
			40	40	1,0	40	40	0,9	36
ПАЕ-400	ТРП-60	2	20	20	1,25	25	18,5	1,25	23,1
			25	25		31,2	24		30

			30	30		37,5	27		33,7
			40	40		50	36		45
			50	50		62,5	42		52,5
			60	60	1,05	63	50	1,2	60
ПАЕ-500	ТРП-150	2	50	50	1,25	62,5	42	1,25	52,5
			60	60		75	51		63,8
			80	77		96,3	71		88,7
			100	94	1,15	108	86	1,2	103
			120	112	0,95	106,2	98	1,05	103
ПАЕ-600	ТРП-150	2	100	94	1,15	117	86	1,25	105
			120	111		138	98		122,5
			150	139	1,05	146	115	1,1	140

* Положение регулятора уставки 0

Обратите внимание на маркировку шкафа управления *134ШУ*. Он питает приводы двух вентиляторов № 134 и 334. Номер шкафу присвоен по приводу, имеющему меньший номер.

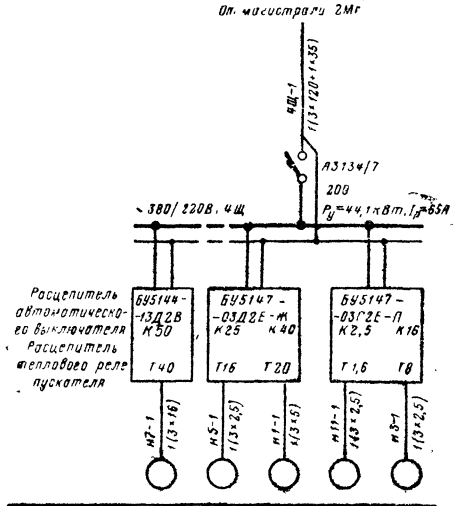
Перед маркировками кабелей поставлена строчная буква *н* — она обозначает силовой низковольтный кабель (подробнее см. § 5).



№ по плану	134	334	335	336	17Щ	136	181	45
Тип	А2-61-4	А02-21-2	А02-41-4	А02-41-4	—	А02-42-2	—	ТС-2,5/0,5
Номинальная мощность, кВт	13	1,5	4	4	8,5	7,5	10	2,5 кВ·А
Ток, А $I_н$ / $I_р$	25,3 / 175	3,2 / 21	8,3 / 56	8,3 / 56	—	14,7 / 105	—	6 / —
Наименование механизма по плану	Вентилятор	Вентилятор	Зарядный агрегат	Зарядный агрегат	Тепловой щит	Вентилятор	Насос	Трансформатор понизительный

Рис. 8-3. Распределительная сеть ~ 380/220 В. Шкаф распределительный *ЗШР*. Схема принципиальная.

Схема распределительной сети щита станций управления (рис. 8-4) является также продолжением схемы питающей сети (рис. 7-1). Щит станций управления *4Щ* питает линия *4Щ-1* сечением 1(3×120+1×35) мм. На



№ по плану	7	5	1	11	3
Тип	А2-72-6	АО2-42-2	—	АОЛ-11-4	—
Номинальная мощность, кВт	22,0	7,5	10,0	0,6	4
Ток, А $I_н$ / $I_п$	43 / 210	14,7 / 98	-	1,6 / 8	-
Наименование механизма по плану	Вентилятор	Насос	Вентилятор	Вентилятор механический	Маслонасос

Рис. 8-4. Распределительная сеть ~ 380/220 В. Щит станций управления *4Щ*. Схема принципиальная.

схеме показан вводный автомат типа А3134/7 без расцепителей на номинальный ток 200 А, а также станции (блоки) управления типов: БУ5144-13Д2В однофидерный; БУ5147-03Д2Е-Ж и БУ5147-03Г2Е-П двухфидерные. Эти блоки смонтированы в *4Щ* и имеют заднее присоединение, о чем свидетельствуют буквы Д и Г в правой части обозначения блока.

Система обозначений блоков приведена в § 11, там же подчеркнуты особенности двухфидерных блоков. Здесь же, воспользовавшись рассматриваемым примером, подчеркнем, что в тех случаях, когда в двухфидерном блоке токи расцепителей разные, первый (левый) фидер должен быть выбран на меньший ток по сравнению со вторым. Например, в блоке типа БУ5147-03Д2Е-Ж буква Е соответствует току 16А нагревательного элемента теплового реле первого фидера, а буква Ж — току 20 А нагревательного элемента теплового реле второго фидера. Обе буквы в конце правой части обозначений (в нашем примере Е и Ж) должны быть выбраны в пределах пускателей одного типа. Это значит, что третий знак (буква) в типовом индексе (правая часть) блока должен быть одинаков для обоих пускателей блока, либо Г, либо Д.

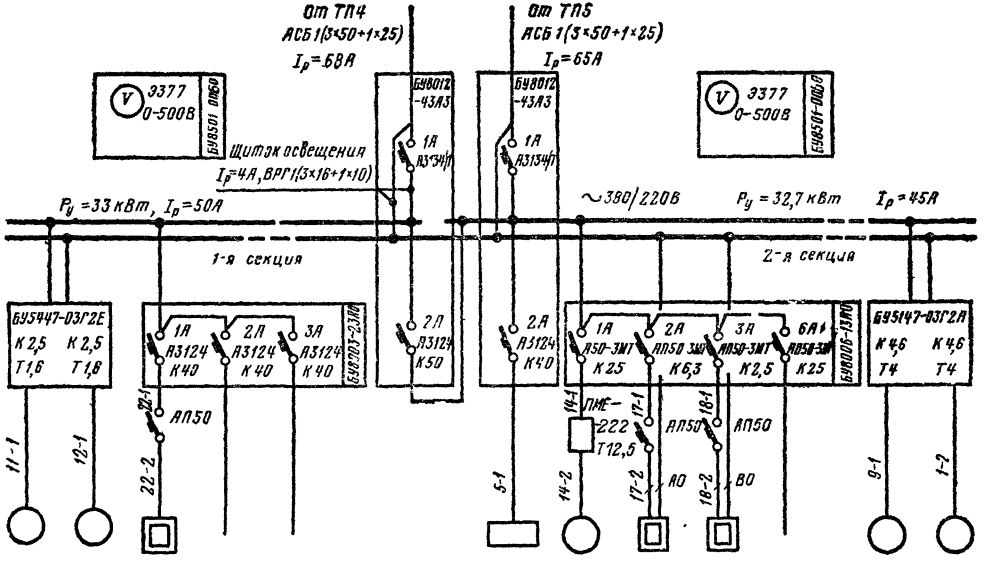
Для автоматических выключателей, установленных на блоках, указаны номинальные токи их расцепителей. Так, для автоматического выключателя типа А3124, установленного в блоке типа БУ5144-13Д2В, ток комбинированного расцепителя (К) 50 А. Для автоматических выключателей АП50 в блоках типов БУ5147-03Д2Е-Ж и БУ5147-03Г2Е-П токи их расцепителей соответственно К25 и К40; К2,5 и К16 А. Для тепловых реле всех пускателей приведены токи нагревательных элементов Т40; Т16 и Т20; Т1,6 и Т8 А.

9. СОВМЕЩЕННЫЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПИТАЮЩЕЙ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТЕЙ

Совмещенные принципиальные схемы питающей и распределительной сетей выполняют в однолинейном изображении. Этот тип принципиальных схем используется для небольших объектов. Обе схемы, и питающей и распределительной сетей, размещаются на одном чертеже (рис. 9-1).

Обратите внимание на то, что на линиях, питающих однофазные печь *17* и шкаф *18*, указана расфазировка *А0* и *В0*. Все технические данные ясны из таблицы, которая помещена под рис. 9-1.

Табличный способ изображения распределительной сети. Кроме рассмотренного выше способа графического изображения схем распределительной сети, существует



№ по плану	11	12	22				5,6,7	14	17	18		9	1
Номинальная мощность, кВт	0,4	0,4	25				14,6	5,5	2,6	1,1		1,7	1,7
Наименование механизма или электроприемника и № по технологическому плану	Задвижка	Задвижка	Электроподогреватель 151	Резерв	Резерв	Секционный автомат	Установка для регенерации масел 150	Вентиляционная система П-1	Печь муфельная 5	Шкаф сушильный 6	Резерв	Насос 14.9	Бочкомойка 161

Рис 9-1. Питающая и распределительная сети Схема принципиальная Сечения отходящих линий не указаны.

другой способ — внесение всех технических данных распределительной сети в таблицу (ведомость). Хотя табличный способ на первый взгляд кажется более простым, так как сокращает объем графических работ, он не дает наглядного представления о конфигурации сети, особенно при питании электроприемников «в цепочку», затрудняет чтение схемы, выбор и проверку селективности защиты, усложняет увязку защиты распределительной сети с защитой сети питающей. Поэтому в ГПИ «Тяжпромэлектропроект» принят только графический способ изображения схем распределительной сети.

10. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ

Итак, начав с принципиальной схемы питающей сети, перейдя затем к принципиальным схемам сети распределительной, мы показали все присоединения, т. е. подвели питание к электродвигателям и изобразили аппаратуру управления (пускатели, контакторы) и защиты (автоматы, предохранители). Теперь в качестве примера рассмотрим принципиальную схему управления электродвигателем (рис. 10-1). При этом обратим внимание на следующее.

По ГОСТ 2.702-69, устанавливающему правила выполнения электрических схем, принципиальные схемы вычерчивают для электроустановок (приводы, линии), находящихся в отключенном, нерабочем положении. В технически обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы вычерчивать в выбранном рабочем положении с указанием режима, для которого они вычерчены. Взаимное расположение элементов на чертеже должно быть таким, чтобы оно облегчало чтение схемы. Схемы следует выполнять по возможности без пересечений линий, компактно, но четко. Если применены условные графические обозначения, не вошедшие в ЕСКД, они должны быть на чертеже пояснены. Электрическое соединение обозначают зачерненным кружком (точкой); если же нужно подчеркнуть, что соединение разъемное[1],

[1] Винт, зажим, но не штепсельный разъем. Штепсельные разъемы имеют другое обозначение

кружок не зачерняют. Незачерненный перечеркнутый кружок обозначает зажим наборной рейки, например № 1, 2, 23, 25 и т. д. Допускается на принципиальных электрических схемах изображать отдельные узлы других видов схем (см. § 1), например пневматических, если они разъясняют и помогают прочесть электрическую схему.

Технические данные и пояснения помещают либо непосредственно около графических обозначений (например, технические данные электродвигателей), либо на свободном поле схемы, обычно над основной надписью (§ 3). К таким пояснениям могут относиться текстовые указания, диаграммы работы ключей управления, таблицы и т. п.

Если принципиальная схема выполнена на нескольких листах, линии, которые переходят с одного листа на другой, обрывают за пределами последней цепи схемы и около места обрыва обязательно указывают маркировку этой цепи (линии). В скобках рекомендуется указать номер листа, который является продолжением схемы.

Принципиальная схема управления приводным двигателем преобразовательного агрегата дана на рис. 10-1. Слева изображены главные цепи, в центре — схема управления, справа — диаграмма переключений ключа управления. На свободных местах показаны контакты, уходящие в другие схемы. На схеме приведены позиционные обозначения элементов и маркировка участков цепей (§ 5), заводская маркировка зажимов и т. п. Эти надписи играют исключительно важную роль, так как в таких схемах части аппаратов (катушки, контакты) расположены не рядом, а в различных цепях. Поэтому единственный способ установить, к какому аппарату относится тот или иной контакт (катушка), — это сопоставить надписи у всех частей одного и того же аппарата они одинаковы.

На рис. 10-1, например, три максимальных реле *1РМ*, *2РМ* и *3РМ*. Их катушки включены в разные фазы силовой сети, а контакты соединены последовательно и включены в цепь катушки реле *РН*. Катушки линейных контакторов *1Л* и *2Л* соединены параллельно (у изображения катушек две надписи *1Л* и *2Л*). Главные их контакты введены в силовые цепи, блок-контакты *1Л 1-3*, *1Л(1) 41-17* заняты в цепях реле *1РУ* и лампы *ЛК* со-

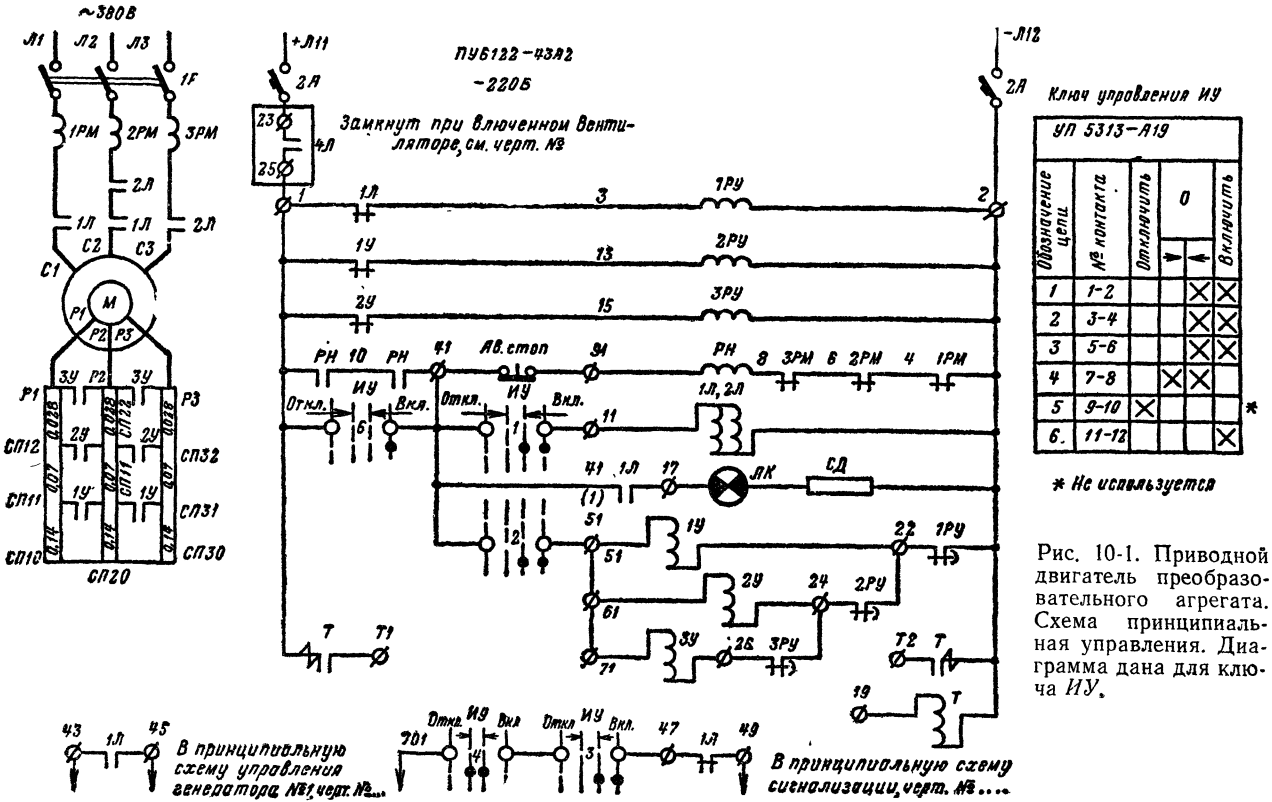


Рис. 10-1. Приводной двигатель преобразовательного агрегата. Схема принципиальная управления. Диаграмма дана для ключа *ИУ*.

ответственно. Блок-контакт *1Л 47-49* введен в схему сигнализации, блок-контакт *1Л 43-45* — в схему управления генератора *1Г*.

Позиционные обозначения аппаратов проставляют в схеме, как правило, над каждым графическим обозначением или рядом с ним, но так, чтобы было совершенно ясно, к какому графическому обозначению оно относится. Итак, по одинаковым позиционным обозначениям *1РМ*, *1Л*, *2Л*, *1У*, *2У* и т. п. судят о принадлежности катушек и контактов к определенному аппарату. Отличают один контакт от другого контакта того же аппарата по цифрам, которыми маркируют провода (или зажимы), присоединенные к рассматриваемым контактам. Несколько выше мы уже воспользовались этим правилом, а именно: чтобы различить блок-контакты *1Л*, писали *1Л 1-3*, *1Л 41-17*, *1Л 47-49*, *1Л 43-45***.

Над изображениями контактов ключей управления делают в сокращенном виде различные надписи, например: *А* — автоматический, *М* — местный, *Д* — дистанционный режимы управления или, как изображено на рис. 10-1, «Откл.» — отключить, «Вкл.» — включить и т. п. Если в данной схеме участвуют контакты аппаратов, катушки которых включены и изображены в других схемах (на других чертежах), то такие контакты обводят тонкой линией (но не штриховой линией, так как штриховая линия обозначает экран). Позиционное обозначение контакта помещают вне контура, над ним или рядом. Здесь же делают ссылку на номер чертежа, на котором изображен сам аппарат (катушка и т. д.), и указывают, при каких условиях контакт замкнут или разомкнут. В примере на рис. 10-1 это контакт контактора *4Л 23-25*, который замкнут при включенном вентиляторе.

---

* Блок-контакт *1Л* в заводской станции управления был присоединен к зажимам № 1 и 17. В конкретной схеме один конец, который не был выведен на наборную рейку, пришлось отсоединить от зажима № 1 и пересоединить на зажим № 41. На это указывают маркировка (*1*), заключенная в скобки и написанная под линией, а также новая маркировка *41*, написанная над линией.

** Рисунок 10-1 составлен на основе схемы заводской станции управления. Все заводские маркировки и обозначения сохранены и в отдельных случаях в связи с этим отличаются от обозначений по ЕСКД.

На схеме, если нужно, дают краткие пояснения работы привода, технические требования и пр. На рис. 10-1 этот случай не рассматривается.

Маркировка на принципиальных схемах представляет собой сложный специальный вопрос, который подробно рассмотрен в § 5. Здесь же речь идет лишь о том, что должно быть промаркировано. На схеме маркируют провода всех цепей. Например, провод участка цепи между катушкой реле *РН* и контактом реле *3РМ* имеет маркировку *8*; провод участка цепи между контактами *1РМ* и *2РМ* — *4* и т. п.

Если в заводской схеме параллельно соединены контакты (или катушки) с разной маркировкой и они выведены на зажимы наборных реек (условное графическое изображение — перечеркнутый косой линией кружок), то все маркировки проставляют под линией (под зажимом), не зачеркивая их и не заключая в скобки, но одну из этих маркировок, выбираемую по наименьшему числу, пишут над линией и называют ее основной маркировкой. Например, на рис. 10-1 зажимы контакторов ускорения *1У*, *2У*, *3У*, соединенные в общую точку на заводской станции, имеют разные маркировки: *51*, *61* и *71* соответственно. В этом случае все три маркировки пишут у изображения зажимов снизу, но маркировку *51*, принятую за основную, повторяют и пишут также сверху.

Обращается внимание на то, что по ГОСТ 2.709-72 маркировку участков цепей следует писать над линией при горизонтальном расположении цепей или слева при их вертикальном расположении.

Подчеркнем два обстоятельства, которые рис 10-1 не иллюстрирует: 1) если нужно частично изменить заводские буквенные обозначения аппаратов, то эти (заводские) обозначения заключают в скобки, а новые указывают над старыми или рядом, отразив это в примечаниях к схеме (пример дан на рис. 5-5, *б*); 2) если на одной схеме помещают цепи управления нескольких одинаковых приводов, то в маркировке цепей слева перед разделительным знаком ставят номер привода, например *3-11*, *6-11*, *19-11* и т. п., т. е. зажим *11* соответственно для привода № 3, 6 и 19 (пример дан на рис. 5-3).

Перечень элементов предназначается, чтобы расшифровать буквенные обозначения, дать краткую техническую характеристику электрооборудования и ука-

зать место его установки. Для станций управления заводского изготовления ограничиваются общими техническими данными станции, уставками расцепителей автоматов и тепловых реле пускателей, напряжением и т. п. Пример перечня дан в табл. 10-1.

Таблица 10-1

Перечень элементов (к рис. 10-1)

Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Технические данные	Количество	Примечание
		У механизма			
М	Двигатель	АКЗ-315М2-8	380 В, 110 кВт, 720 об/мин, ротор — 245 В, 315 А	1	
		Щит станций управления *1Щ*			
	Станция управления	ПУ6122-43А2	380 В, цепи управления — 220 В		
ИУ	Избиратель	УП5313-А19	Надписи «ОТКЛ.— 0 — ВКЛ.», револьверная рукоятка	1	
ЛК	Лампа сигнальная	ЛС-53	Красный колпачок — 220 В	1	
	Сопротивление	ЯС2	№ 7, 0,14 Ом, 181 А	6	Устанавливаются на стеллажах сзади щита
		Пульт управления ПУ			
«Ав. стоп»	Кнопка	КУ121-1	Одноштифтовая, надпись «Ав. стоп»	1	

Перечень элементов помогает монтажнику разобраться в принципиальной схеме, прочесть схему, узнать, где устанавливаются изображенные в схеме аппараты: в каком шкафу, на каком щите и панели (в перечне указывают номера шкафов, щитов и их буквенные обозначения), какие аппараты устанавливают непосредственно у механизма в цехе. Эти сведения нужны не только монтажникам, но также и исполнителям схем соединений

нужна для случая подключения параллельно катушкам, например, ламп сигнализации. Опущена маркировка *2*, которая присваивается отрицательному полюсу, фазе или «земле».

Приведенные в брошюре сведения по схемам далеко не исчерпывают всего многообразия вопросов, возникающих в практической жизни, но могут помочь читателям разобраться в конкретной обстановке и правильно пользоваться технической документацией. Принятая маркировка является наиболее распространенной, но не обязательной. Наконец, могут измениться и правила, и стандарты. Иными словами, брошюру нужно рассматривать как пособие в практической работе, но не считать, что она заменяет каталоги и другие официальные документы.

11. НОРМАЛИЗОВАННАЯ СЕРИЯ БЛОКОВ И ШКАФОВ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

БЛОКИ НА ПЛИТАХ

Общие сведения Блоки предназначены для управления асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором нереверсивными мощностью до 320 кВт и реверсивными — до 75 кВт. Однофидерный блок рассчитан для управления одним двигателем мощностью от 7 кВт и выше, двухфидерный — для управления двумя двигателями мощностью до 17 кВт. Блоки изготавливаются только для заднего присоединения проводов[1] и могут быть установлены в щитах открытого или защищенного исполнений с двусторонним обслуживанием, а также в виде отдельного изделия. Блоки изготавливаются с универсальными переключателями, без универсальных переключателей, с промежуточными реле.

Аппаратура. В блоках для управления двигателями мощностью до 10 кВт применены пускатели серии ПМЕ; от 10 до 75 кВт — серии ПАЕ; от 75 до 320 кВт — контакторы серии КТ6000. Блоки с контакторами предназначены для управления только нереверсивными двигателями.

Напряжение переменного тока главной цепи 380, 400, 415 В 50 Гц и 380, 440 В 60 Гц. Напряжение цепи управления 220, 230, 240, 380 В 50 Гц и 220 В 60 Гц. Питание цепей управления может осуществляться: а) непосредственно от собственных силовых цепей после зажимов автомата; б) по системе «фаза — нуль», один предохранитель при этой системе не используется; в) от независимого источника питания.

Автоматические выключатели серии АП50-3МТ (регулируемые) установлены на всех двухфидерных блоках и на однофидерных блоках с пускателями серии ПАЕ-300 [т. е. на блоках типов БУ51(54) ...-13Г■А÷÷БУ51(54) ...-13Г■Г][2]. На однофидерных блоках всех других величин установлены автоматические выключатели серии А3100 (нерегулируемые).

---

[1] Здесь и ниже рассматриваются изделия, выпускаемые ко времени выхода брошюры

[2] Обозначения блоков приведены в этом же параграфе ниже

Предохранители в цепи управления типа ПР2 на номинальный ток 60А. Ток плавкой вставки для всех блоков, кроме 6-й величины, — 15 А; для блоков 6-й величины — 25 А.

Трансформаторы тока установлены на блоках 3-й величины — 1 шт., на блоках 4, 5 и 6-й величин по 2 шт. Для блоков 3-й величины с магнитными пускателями серии ПАЕ-600 коэффициент трансформации трансформаторов тока 200/5 [блоки типов БУ5140 (БУ5440)-33Г■А — БУ5140 (БУ5440)-33Г■В); для блоков 4-й величины с контакторами типа КТ6033 и КТ6033С — 300/5; для блоков 5-й и 6-й величин с контакторами КТ6043, КТ6043С и КТ6053, КТ6053С соответственно — 600/5.

Тепловые реле типа ТРН-10 установлены на всех блоках с контакторами.

Типовые обозначения блоков. Каждому блоку (станции управления) присвоено типовое обозначение, построенное по определенной системе.

Типовое обозначение состоит из двух частей: левой части — типа блока (шесть знаков) и после разделительного знака — правой части — типового индекса (пять знаков). При этом пятый знак типового индекса для двухфидерных блоков в свою очередь может быть составным. Рассмотрим пример обозначения двухфидерного блока типа БУ5145-03Г2Е-К.

Тип блока — БУ5145. Первый знак — буква Б — блок управления. Второй знак — буква У — унифицированная нормализованная станция управления. Третий знак — цифра 5 — класс станций управления (объединяет станции управления асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором). Четвертый знак — цифра 1 или 4 — группа станций управления в данном (пятом) классе объединяет соответственно станции управления нереверсивными (1) или реверсивными (4) двигателями. Пятый и шестой знаки — цифры — порядковые номера станций управления в данной группе данного класса (в нашем примере 45 — двухфидерный блок с пускателями и универсальными переключателями).

Типовой индекс — 03Г2Е-К. Первый знак — цифра — величина блока (станции управления) по току силовой цепи: 0 — нулевая, до 25 А; 1 — первая, до 60 А, 2 — вторая, до 80 А; 3 — третья, до 150 А; 4 — четвертая, до 240 А; 5 — пятая, до 384 А; 6 — шестая, до 600 А. Вто-

рой знак — цифра — напряжение силовой цепи (3—380, 400, 415, 440 В переменного тока). Третий знак — буква Г (или Д) определяет конструктивное исполнение станции. Буква Д используется только для обозначения тех блоков, у которых в пределах одной величины блока используются две величины пускателей: в блоках нулевой величины ПМЕ-100 и ПМЕ-200, в блоках первой величины — ПАЕ-300 и ПАЕ-400. Это означает, что в двухфидерном блоке нулевой величины с индексом Г (третий знак) установлены два пускателя серии ПМЕ-100 (на блоке первой величины — два пускателя серии ПАЕ-300). В двухфидерном блоке нулевой величины с индексом Д установлены два пускателя серии ПМЕ-200. В однофидерном блоке первой величины с индексом Г установлен пускатель серии ПАЕ-300; с индексом Д — серии ПАЕ-400.

Четвертый знак — цифра — напряжение цепи управления: 1—127 В; 2—220; 230, 240 В; 3—380 В переменного тока. Пятый знак — буква — величина станции по номинальному току нагревательных элементов тепловых реле.

Обращается внимание на то, что в типовом индексе двухфидерных блоков пятый знак может состоять из двух букв с разделительным знаком между ними. Первая буква пишется слитно с остальными знаками типового индекса блока, определяет величину меньшего тока нагревательного элемента теплового реле и относится к левому фидеру данного блока. В нашем примере это буква Е, которая соответствует току 1,6 А. Вторая буква, в нашем примере К, соответствует току 3,2 А. Обратите внимание: буква после разделительного знака относится к большему току нагревательного элемента (к правому фидеру).

Номинальный ток блока. Следует отличать величину блока по току силовой цепи (см. выше объяснение первого знака типового индекса) от номинального тока блока. *Номинальным током блока является длительно допустимый ток наименьшего (рассчитанного на наименьший ток) элемента (нагревательного элемента теплового реле, контакта переключателя, проводника), входящего в силовую цепь. В блоках нормализованной серии номинальный ток блока определяется номинальным током нагревательного элемента.* Таким образом,

Таблица 11-1

Технические данные однофидерных блоков серии БУ на плитах

Правая часть типового обозначения	Основные параметры: Номинальный ток блока[2], А	Основные параметры: Номинальный ток расцепителя автомата, А	Основные параметры: Допустимая мощность двигателя при напряжении 380 В, кВт	Аппаратура: Пускатель (контактор)[3]	Аппаратура: Тип теплового реле	Аппаратура: Трансформатор тока[4]	Аппаратура: Автомат[5]	Габариты блока, мм: Высота: БУ5140, БУ5148	Высота: БУ5144	Высота: БУ5440, БУ5444, БУ5448	Высота: БУ5141, БУ5142, БУ5149, БУ5150	Ширина
Однофидерные блоки нереверсивные: БУ5140, БУ5144, БУ5148 и реверсивные: БУ5440, БУ5444, БУ5448												
13Г■ А	16	25	17	40/ПАЕ-312 (ПАЕ-314)	ТРН-40, 1 шт., встроенное	—	50/АП50-3МТ	500	500	500	—	600
13Г■ Б	20	40										
13Г■ В	25											
13Г■ Г	32	50										
13Д■ А	25	40	30	63/ПАЕ-412 (ПАЕ-414)	ТРП-60, 2 шт., встроенные	—	100/А3124	500	500	750		600
13Д■ Б	30											
13Д■ В	40	50										
13Д■ Г	50	60										
13Д■ Д	60	80										
23Г■ А	50	60	40	110/ПАЕ-512 (ПАЕ-514)	ТРП-150, 2 шт., встроенные	—	100/А3124	750	500	750		600
23Г■ Б	60	80										
23Г■ В	80	100										

33Г■А	100	150	75	146/ПАЕ-612 (ПАЕ-614)	ТРП-150, 2 шт., встроенные	ТК-20/200/5	200/А3134	750	750	1000		600
33Г■Б	120	200										
33Г■В	150	200										
Однофидерные блоки нереверсивные: БУ5141, БУ5142, БУ5149, БУ5150												
43Г■А	2,5/150	250	142	200/КТ6033	ТРН-10, 1 шт.	ТК-20/300/5	600/А3144	—	—	—	1000	700
43Г■Б	3,2/192	250		250/КТ6033С								
43Г■В	4/240	300										
53Г■А	2/240	300	220	320/КТ6043	ТРН-10, 1 шт.	ТК-20/600/5	600/А3144				1000	700
53Г■Б	2,5/300	400		400/КТ6043С								
53Г■В	3,2/384	500										
63Г■А	3,2/384	500	350	500/КТ6053	ТРН-10, 1 шт	ТК-20/600/5	600/А3144				1000	700
63Г■Б	4/480	600		630/КТ6053С								
63Г■В	5/600											

Примечания: 1 Знак ■ заменяют цифрами 1, 2 или 3, определяющими соответственно напряжение цепей управления: 127, 220 или 380 В переменного тока.

2. Указан номинальный ток нагревательного элемента теплового реле. В дробных обозначениях: числитель — номинальный ток нагревательного элемента теплового реле, знаменатель — номинальный ток блока, равный произведению номинального тока нагревательного элемента на коэффициент трансформации трансформатора тока.

3 В числителе — номинальный ток пускателя (контактора), в знаменателе — тип. В скобках — тип реверсивного пускателя.

4. В числителе — тип, в знаменателе — коэффициент трансформации.

5. В числителе — номинальный ток автомата, в знаменателе — тип В обозначениях изделий для стран с тропическим климатом в конце обозначения ставят букву Т, например БУ5140-13А2АТ, ПАЕ-312-Т, АП50-3МТ-Т и т. п.

Таблица 11-2

Технические данные двухфидерных блоков серии БУ на плитах.

Нереверсивные блоки: БУ5145, БУ5147, БУ5151 и реверсивные: БУ5445, БУ5446, БУ5451

Правая часть типового обозначения[1]	Основные параметры			Аппараты			Габариты блока, мм				
							Высота				
	Номинальный ток блока, А	Номинальный ток расцепителя автомата[2], А	Допустимая мощность двигателя при напряжении 380 В, кВт	Пускатель[3]	Тип теплового реле	Автомат[4]	БУ5145, БУ5151	БУ5147, БУ5447	БУ5445	БУ5451	Ширина
03Г■А, 03Г■Б 03Г■В, 03Г■Г 03Г■Д; 03Г■Е 03Г■Ж; 03Г■И 03Г■К; 03Г■Л 03Г■М, 03Г■Н 03Г■П; 03Г■Р	0,5; 0,63 0,8; 1,0 1,25; 1,6 2,0; 2,5 3,2; 4 5; 6,3 8; 10	1,6 2,5 4 6,4 10 16	4	10/ПМЕ-112 (ПМЕ-114)	ТРН-10, 1 шт., встроенное	50/АП50-3МТ	500	500	500	750	600
03Д■А; 03Д■Б 03Д■В; 03Д■Г 03Д■Д, 03Д■Е 03Д■Ж; 03Д■И	5; 6,3 8; 10 12,5; 16 20; 25	10 16 25 40	10	25/ПМЕ-212 (ПМЕ-214)	ТРН-25, 1 шт., встроенное	50/АП50-3МТ	500	500	750	750	600
13Г■А; 13Г■Б 13Г■В, 13Г■Г 13Г■Д	12,5; 16 20; 25 32	25 40 50	17	25/ПМЕ-312 (ПМЕ-314)	ТРН-40, 1 шт., встроенное	50/АП50-3МТ	500	750	750	—	600

Примечания: 1 Знак ■ заменяют цифрами 1, 2 и 3, определяющими соответственно напряжение цепей управления 127, 220 или 380 В переменного тока Полное обозначение приведено только для тех блоков, у которых в пределах величины блока (03Г или 03Д) в обоих пускателях одинакового типоразмера (оба ПМЕ-100 или оба ПМЕ-200) одинаковые по току нагревательные элементы, т. е. 5-й знак в правой части обозначения блока общий (А или Б, или В и т. д.). Поэтому еще один знак, характеризующий ток нагревательного элемента второго (правого) фидера, не написан.

2. Номинальные токи расцепителей для обоих фидеров одинаковы.

3. В числителе номинальный ток пускателя, в знаменателе — тип. В скобках — тип реверсивного пускателя.

4. В числителе номинальный ток автомата, в знаменателе — тип. В обозначениях изделий для стран с тропическим климатом в конце обозначения ставят букву Т,

в двухфидерном блоке номинальный ток блока может иметь либо одно значение (если токи нагревательных элементов левого и правого фидеров одинаковы), либо два значения (если токи нагревательных элементов фидеров различны). В нашем примере (блок БУ5145-03Г2Е-К) номинальный ток блока имеет два значения: 1,6 и 3,2 А.

Иными словами, именно пятый знак правой части обозначения блока определяет его номинальный ток (или номинальные токи двухфидерных блоков с различными нагревательными элементами).

Технические данные блоков сведены в табл. 11-1 и 11-2.

Заметим в заключение, что блоки с задним присоединением на плитах выпускались по проектам, которые были в 1973 г. заменены. В соответствии с этим в типовом индексе третий знак — буква А— заменена буквой Г или Д. Например, вместо старых обозначений 03А1А, 03А2А, 03А3А введены новые: 03Г1А, 03Г2А, 03Г3А или 03Д1А, 13Г1А или 13Д1А и т. д.

Как сказано выше, нормализованная серия блоков управления асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором с пускателями на плитах выпускается только для заднего присоединения. Для переднего присоединения выпускаются однофидерные блоки реечного исполнения.

БЛОКИ РЕЕЧНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

До последнего времени для управления асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором применялись блоки нормализованной серии БУ5100 и БУ5400 только на плитах. Теперь создана новая конструкция комплектных устройств по рабочему проекту «Новые конструкции и серии комплектных устройств управления электроприводами (реечное исполнение)» серии РУ (РБУ и РПУ). *Реечная конструкция блоков заменяет блоки на асбоцементных плитах,* выпускавшиеся до 1973 г. с *передним присоединением проводов.* Блоки предназначены для управления нереверсивными и реверсивными двигателями с короткозамкнутым ротором длительного режима работы напряжением до 380 В переменного тока различной мощности (для легких режимов

работы). Для управления двигателями мощностью до 10 кВт на блоках установлены пускатели серии ПМЕ; от 10 до 75 кВт — пускатели серии ПАЕ; от 75 до 320 кВт — контакторы серии КТ6000.

Реечные блоки устанавливают в индивидуальных шкафах и щитах защищенного исполнения (в шкафах). Шкафы глубиной 600 мм одностороннего обслуживания применяют для прислонных щитов. Шкафы глубиной 800 мм двустороннего обслуживания применяют при двустороннем оперативном управлении. При компоновке такого щита нужно учитывать вылет вперед аппаратов, вылет дуги контакторов и, кроме того, расстояние 210 мм между задними плоскостями панелей, стоящих друг против друга. Пример установки блоков в щите управления реечного исполнения приведен в § 12 (рис. 12-7).

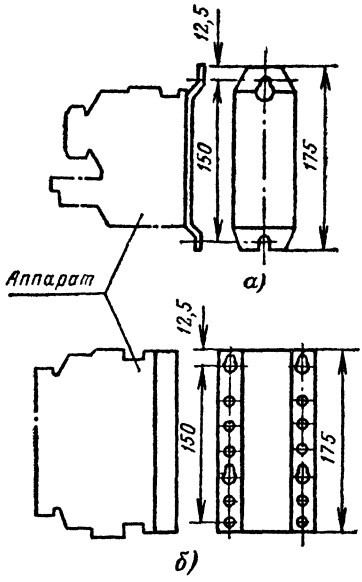


Рис. 11-1. Реечная конструкция. Пластины исполнений 1 (*а*) и 2 (*б*).

Блоки реечной конструкции разработаны только для изделий, имеющих общую электрическую схему, поэтому они рассчитаны на то, что в условный блок объединяются группы аппаратов, имеющих общее функциональное назначение. По этой же причине блоки другого назначения (вспомогательные, вводные, без монтажа) конструкцией не предусмотрены. В случае необходимости в таких блоках аппараты устанавливают на индивидуальных пластинах и монтируют по индивидуальным схемам. Блоки реечной конструкции изготавливают без дополнительных аппаратов. Блоки с пускателями серий ПМЕ или ПАЕ выполнены на единой монтажной плите из тонколистового металла. Для блоков предусмотрены семь типоразмеров пластин (468×180, 468×270, 468×370,

1030×270, 1030×370, 1030×460, 1030×480 мм). В блоках с контакторами серии КТ6000 контакторы крепятся непосредственно на раме. Аппаратуру крепят к рейкам посредством переходных пластин, автоматические выключатели серии А3100 — специальными удлинительными пластинами. В основу реечной конструкции положены рейка С-образной формы и скобы, к которым крепят пластины для установки аппаратов. Пластины приняты нескольких типоразмеров, но для крепления все они имеют единое расстояние между установочными осями по вертикали — 150 мм. Все пластины имеют также разную перфорацию, что позволяет установить практически любой аппарат на ток до 63 А. Пластины конструктивно (по конфигурации) выпускают в двух исполнениях. Высота пластин обоих исполнений 175 мм, ширина для первого исполнения 75 и 100 мм, для второго — 90, 120 и 150 мм. Пластины исполнения 2 применяют, когда размеры по вертикали между крепящими отверстиями аппаратов или габариты аппаратов не позволяют применить пластину исполнения 1.

Таблица 11-3

Аппараты, устанавливаемые на пластинах

Исполнение 1		Исполнение 2	
Ширина пластины, мм	Тип (серия) аппарата	Ширина пластины, мм	Тип (серия) аппарата
75	АК63-2МГ; АП50-2МТ; ПЭ-5; РП-40; РПУ-1; РЭВ-880; ТРН-10 — 2 шт.; ПРС-6+ПРС-10; ПРС-20 — 2 шт.; ПРС-63-П; ППТ-10 — 3 шт.; АСТ-2МГ*; ТБС3-0,04; КНТ-000	90	РН50; РН55; РТ40; РП250; ТРТП; ТК-20
		120	РЭВ-200; РЭВ-261; РЭВ-310; РЭВ-570; РЭВ-800; РЭВ-880; РЭ-571Т; ПМЕ-111 — 2 шт.
100	АК63-3МГ; АП50-3МТ; ПМЕ-211; ПЭ-21; ТРН-10+ТРН-25	150	ПМЕ-112; ПА-311; ТРН-40 — 2 шт.; ЭВ112—ЭВ143; ЭВ-215—ЭВ245; ЭВ218—ЭВ248. РП-8; РП-9; РП-11, РП-12; ЭТД551

* Снимаются с производства в 1974 г. и заменяются автоматами серии АЕ-2000.

Таблица 11-4

Технические данные реечных блоков серии РБУ и панелей серий РПУ. Напряжение главной цепи 380 В, напряжение цепей управления 220 В

Правая часть типового обозначения	Основные параметры				Аппаратура			Размеры[5] (ширина×высота), мм
	Номинальный ток блока[1], А	Номинальный ток расцепителя автомата, А	Допустимая мощность двигателя при напряжении 380 В, кВт	Пускатель[2] (контактор)	Тип теплового реле	Трансформатор тока[3]	Автомат[4]	
Реечные блоки: РБУ 5101 (РБУ 5401)								
03А2А; 03А2Б; 03А2В; 03А2Г 03А2Д; 03А2Е 03А2Ж; 03А2И 03А2К; 03А2Л 03А2М; 03А2Н 03А2П; 03А2Р	0,5; 0,63; 0,8; 1 1,25; 1,6 2; 2,5 3,2; 4 5; 6,3 8; 10	1,6 2,5 4 6,4 10 16	4	10/ПМЕ-111 (ПМЕ-113)	ТРН-10 1 шт.	—	50/АП50-3МТ	468×180 / 468×270
03Б2А; 03Б2Б 03Б2В; 03Б2Г 03Б2Д; 03Б2Е 03Б2Ж; 03Б2И	5; 6,3 8; 10 12,5; 16 20; 25	10 16 25 40	10	25/ПМЕ-211 (ПМЕ-213)	ТРН-25, 1 шт.	—	50/АП50-3МТ	468×180 / 468×370
13А2А; 13А2Б 13А2В; 13А2Г 13А2Д	12,5; 16 20; 25 32	25 40 50	17	40/ПАЕ-312 (ПАЕ-314)	ТРН-40, 1 шт., встроенное	—	50/АП50-3МТ	468×270 / 468×370

13Б2А; 13Б2Б 13Б2В 13Б2Г 13Б2Д	25; 30 40 50 60	40 50 60 80	30	63/ПАЕ-412 (ПАЕ-414)	ТРП-60, 2 шт., встроенные	—	100/А3124	1030×270 1030×460
23А2А 23А2Б 23А2В	50 60 80	60 80 100	40	110/ПАЕ-512 (ПАЕ-514)	ТРП-150, 2 шт, встроенные	—	100/А3124	1030×270 1030×460
33А2А 33А2Б; 33А2В	100 120; 150	150 200	75	146/ПАЕ-612 (ПАЕ-614)	ТРП-150, 2 шт., встроенные	ТК-20* 200/5, 1шт.	200 А3134	1030×370 1030×480
Реечные панели: РПУ 4101 (РПУ 5401)								
43А2А; 43А2Б	2,5/150; 3,2/192	250	142	200/КТ6033; 250/КТ6033С	ТРН-10, 1 шт.	ТК-20/300/5	600/А3144	2300×500
43А2В	4/240	300		250/КТ6033С				
53А2А 53А2Б 53А2В	2/240 2,5/300 3,2/384	300 400 500	220	320/КТ6043 400/КТ6043С	ТРН-10, 1 шт.	ТК-20/600/5	600/А3144	2300×600
63А2А 63А2Б; 63А2В	3,2/384 4/480; 5/600	500 600	320	500/КТ6053 630/КТ6053С	ТРН-10, 1 шт.	ТК-20/600/5	600/А3144	2300×700

* Для присоединения дополнительных приборов, например амперметра.

Примечания: 1. Указан номинальный ток нагревательного элемента теплового реле. В дробных обозначениях: числитель — номинальный ток нагревательного элемента теплового реле, знаменатель — номинальный ток блока, равный произведению номинального тока нагревательного элемента на коэффициент трансформации трансформатора тока

2. В числителе — номинальный ток пускателя (контактора), в знаменателе — тип. В скобках тип реверсивного пускателя.

3. В числителе — тип, в знаменателе — коэффициент трансформации.

4. В числителе — номинальный ток автомата, в знаменателе — тип.

5. В числителе — размеры нереверсивного блока, в знаменателе — реверсивного.

В табл. 11-3 перечислены аппараты, устанавливаемые на пластинах.

Монтаж проводов. Провода в реечных конструкциях монтируют в коробах или на клицах. На каждом горизонтальном коробе на крышке устанавливают табличку с порядковым номером крышки. Если возможно, таблички устанавливают и на самих аппаратах.

Типовые обозначения блоков (станций управления). Каждому блоку присвоено типовое обозначение, состоящее из двух частей: левой — тип блока и после разделительного знака правой — типовой индекс.

Тип блока. Первый знак — буква Р — реечный. Второй знак — буква Б — блок управления или П — панель управления. Третий знак — буква У — унифицированная нормализованная станция управления. Четвертый знак — цифра 5 — класс станций управления. Пятый знак — группа станций управления в данном классе, объединяет соответственно станции управления нереверсивными (1) или реверсивными (4) двигателями с короткозамкнутым ротором. Шестой знак — порядковый номер в данной группе данного класса.

Типовой индекс. Первый знак — величина блока станции управления по току (включительно) силовой цепи: 0 — нулевая, до 25 А; 1 — первая, до 60 А; 2 — вторая, до 80 А; 3 — третья, до 146 А; 4 — четвертая, до 240 А; 5 — пятая, до 384 А; 6 — шестая, до 600 А. Второй знак — напряжение силовой цепи для данной серии 3 — 380; 400; 415 или 440 В. Третий знак — буква А или Б — определяет конструктивное исполнение станции. Буква Б применяется, если в пределах нулевой величины на блоках установлены пускатели серий ПМЕ-100 и ПМЕ-200, а в блоках первой величины — пускатели серий ПАЕ-300 и ПАЕ-400*. Четвертый знак — напряжение цепи управления: для данной серии 2 — 220, 230 или 240 В переменного тока. Пятый знак — величина станции по номинальному току нагревательных элементов тепловых реле.

Технические данные блоков сведены в табл. 11-4.

---

* Это означает, что в блоках с индексом А нулевой величины — пускатели ПМЕ-100, первой величины — ПАЕ-300; в блоках с индексом Б нулевой величины — пускатели ПМЕ-200, первой величины — ПАЕ-400.

ШКАФЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕРИЙ ШУ5100 и ШУ5400

Шкафы предназначены для местного, дистанционного и автоматического управления асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором. Встроенные в них блоки представляют собой законченные комплектные устройства. Шкафы выпускаются: а) с кнопками; б) с кнопками и пакетными переключателями. Кнопки и пакетные переключатели смонтированы на дверце. Все аппараты, кроме кнопок управления и переключателей, смонтированы на металлических рейках. Благодаря уплотнению дверец резиной шкафы можно устанавливать в пыльных цехах. Ввод в шкаф снизу и сверху.

Для управления нереверсивными двигателями мощностью до 10 кВт выпускаются однофидерные, двухфидерные и трехфидерные шкафы. Для управления двигателями мощностью от 10 до 75 кВт — однофидерные и двухфидерные. Для управления реверсивными двигателями всех мощностей до 75 кВт шкафы только однофидерные. Каждый шкаф рассчитан на конкретные номинальные токи расцепителей автоматических выключателей и тепловых элементов тепловых реле.

12. ЗАДАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМ — ИЗГОТОВИТЕЛЯМ КОМПЛЕКТНЫХ УСТРОЙСТВ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЛЕКТНЫХ УСТРОЙСТВАХ

В настоящее время широко внедрены индустриальные методы монтажа, состоящие в том, что электротехнические заводы выпускают полностью смонтированные комплектные изделия. Это позволяет на монтажной площадке их только устанавливать и подводить внешние коммуникации.

Применение комплектных устройств повышает качество, сокращает сроки монтажа на месте, снижает стоимость, а также позволяет унифицировать и упростить техническую документацию, которая оформляется в виде задания предприятию-изготовителю.

Ниже рассматриваются наиболее распространенные комплектные устройства общего назначения: щиты станций управления открытого исполнения и крупноблочные отдельно стоящие стеллажи; щиты станций управления защищенного исполнения— шкафы щитовые и шкафы

одиночные, шкафы навесные и пульты управления. При больших габаритах комплектного устройства оно составляется из монтажных блоков (секций), которые на месте их установки собирают в единое устройство.

Щиты станций управления открытого исполнения на сборных металлических каркасах имеют несколько конструкций. Каркасы щитов по глубине изготавливаются четырех размеров — 600, 1300, 1800 и 2000 мм. Щиты глубиной 600 и 2000 мм — отдельно стоящие, глубиной 1300 и 1800 мм — прислонные.

Глубина каркаса определяет допустимое количество шин силовых и управления, а также размещение, количество и способ монтажа пусковых сопротивлений.

Ниже приведено наибольшее количество шин, размещаемых в щитах открытого исполнения:

Глубина щита, мм	Силовые шины (8×80 мм)	Шины управления (ток 100 А)
600	3	6
1300	5	6
	6	—
1800	8	6
	9	—
2000	5	6
	6	—

Наименьшая длина каркаса 400, наибольшая 4000 мм. Ширина каркаса может меняться через каждые 100 мм (400; 500; ...; 3900 и 4000 мм).

Щиты открытого исполнения монтируют в электротехнических помещениях, где разрешается находиться только обслуживающему электротехническому персоналу.

Щиты комплектуют из блоков (станций, панелей) управления, как правило, серийного изготовления. К ним относятся блоки вводные, приводные, с измерительными приборами, вспомогательные и пр. Допускается в ограниченном количестве применять нетиповые блоки по специальному заданию проектирующей организации, но с учетом той аппаратуры, которая имеется на данном предприятии-изготовителе.

Независимо от количества панелей и размера каждой из них щиты делят на монтажные (транспортные) блоки (секции) по длине не более 4 м. Каждый монтажный блок представляет собой единый каркас, который на месте установки изделия сочленяется с последующим каркасом

щита. В монтажный блок входят также шины и пусковые сопротивления, монтируемые сзади или сверху данного блока, но все в пределах 4 м.

При комплектовании щитов следует иметь в виду, что нижние плиты высотой 500 и 750 мм нельзя занимать под блоки управления. Эти блоки можно устанавливать на щитах на высоте не менее 450 мм от пола. На нижних плитах высотой 500 и 750 мм можно россыпью монтировать не более трех аппаратов на каждой плите. Если на щите нужно установить россыпью четыре аппарата или более, целесообразно их комплектовать в специальные станции (блоки) управления, учитывая возможность размещения аппаратов на станции высотой 500—750 мм. Нельзя устанавливать дополнительные аппараты на типовых блоках и панелях.

Наименьший по высоте размер плиты, который можно оставлять внизу свободным, составляет 250 мм, что получается, например, при сочетании двух блоков высотой по 500 мм каждый и одного блока 750 мм. Оставлять свободными нижние ряды нужно, чтобы легче подводить, закреплять и разделывать кабель, удобнее присоединять провода к наборным рейкам и силовым зажимам аппаратов, расположенным на щите на уровне до 1200 мм от пола. К ним допускается присоединять проводники, минуя дополнительно устанавливаемые зажимы для силовых цепей.

При комплектовании панелей из двух блоков высотой по 1000 мм каждый следует иметь в виду следующее: а) если блоки типовые (серийные), то внизу должен быть установлен блок, предназначенный для установки внизу. Исполнение блока отражено в самом типе блока. Например, блок типа БУ5120 предназначен для верхнего монтажа, а типа БУ5121 — для монтажа внизу панели, что определено соответствующим размещением аппаратов; б) если блоки высотой по 1000 мм нетиповые, то внизу можно установить только такой блок, в котором обслуживаемые части аппаратов размещены на высоте не менее 400 мм от пола, т. е. расположены на высоте не менее 200 мм от нижнего края плиты. Вертикально расположенные рейки с зажимами для блоков с задним монтажом должны устанавливаться на высоте не ниже 400 мм от пола.

Наборные рейки на блоках управления устанавливают только вертикально: сначала в правом верти-

кальном ряду со стороны монтажа, потом — в левом. На панелях наборные рейки устанавливают вертикально и горизонтально: сначала в правом вертикальном со стороны монтажа ряду, потом в левом вертикальном ряду, и если этого оказывается недостаточно, то далее в верхнем горизонтальном ряду и затем — в нижнем горизонтальном ряду. В щите допускается устанавливать дополнительные рейки с зажимами и рекомендуется предусматривать 10—15% резервных зажимов.

В щитах открытого исполнения с задним монтажом в каждом вертикальном ряду может быть не более 90 зажимов (например, шесть реек по 15 зажимов в каждой), а на панелях с передним монтажом — не более 105 зажимов (например, семь реек по 15 зажимов в каждой), но горизонтальные рейки для этого случая исключены.

Наибольшее количество горизонтальных реек с зажимами определяется шириной панели и размерами реек:

Ширина панели	Количество реек в горизонтальном ряду при числе зажимов			Общее количество зажимов в ряду
	15	10	5	
500	1	1	—	25
600	2	—	—	30
700	2	—	1	35
800	2	1	—	40
900	3	—	—	45
1000	3	1	—	55
1100	4	—	—	60

Примечание. Количество реек принято исходя из размеров: 5 зажимов — 105, 10 зажимов — 175; 15 зажимов — 245 мм.

Рейки с зажимами для силовых цепей устанавливают, как правило, в горизонтальных рядах. Силовые зажимы имеют бо́льшие размеры, чем указано выше, и количество силовых реек соответственно меньше.

При комплектовании щита на одной панели устанавливают станции управления только одинаковой ширины, например все по 600 или все по 700 мм. Стремятся к тому, чтобы станция наибольшей величины располагалась первой по ходу питания, так как в этом случае сечение проводов или шин, питающих станции, получается меньшим. Однако в эксплуатации такое расположение может привести к серьезным неприятностям. Дело в том, что включение контакторов большой величины приводит к сильным ударам и вздрагиванию панелей,

из-за чего могут нарушиться контакты реле и других аппаратов, расположенных на тех же панелях. А чем выше от пола расположен контактор, тем вздрагивание сильнее. По этим причинам эксплуатационному персоналу нередко приходится переносить станции управления на отдельные каркасы или подкладывать под них резину.

При комплектовании станций управления, относящихся к одному агрегату, учитывают его технологические особенности. Так, например, станции управления двигателями землесоса с относящимися к нему задвижками целесообразно располагать вместе или рядом.

Монтаж щита производится поблочно с задней стороны щита. Особое внимание уделяют соединению автоматов между собой, чтобы исключить возможность подгорания контактных шпилек. Вопрос о подгорании контактных шпилек аппаратов очень серьезен, и поэтому на нем следует остановиться подробнее. Одной из причин подгорания является соединение нескольких аппаратов шкафов и, следовательно, станций, расположенных в них, непосредственно в цепочку. При этом через шпильки аппаратов (автоматов) проходит ток, иногда значительно превышающий номинальный ток аппарата, а следовательно, и недопустимый для зажимов. Контакты этих аппаратов подгорают, что влечет за собой ряд чрезвычайно неприятных последствий. Это происходит потому, что у аппаратов, рассчитанных на небольшой ток, сечение шпилек (винтов) мало, а на шпильке небольшого сечения практически невозможно осуществить соединение двух сравнительно толстых проводов, даже если они имеют наконечники. Получается плохой контакт, который нагревается и окисляется. При окислении переходное сопротивление контакта еще больше возрастает, и именно это тепло в основном оплавляет шпильку. Для предотвращения этого недопустимого явления разрешается соединять в цепочку не более трех-четырех автоматов при условии, что суммарная нагрузка не превышает номинального тока автомата, к которому подводится первая линия.

При необходимости соединения в цепочку автоматов разных блоков комплектных устройств или вообще разных комплектных устройств друг с другом в этих устройствах монтируют силовые зажимы из расчета максимальной нагрузки подводимого проводника. К силовым зажимам подводят проводники с максимальной

нагрузкой, и от них уже отходят проводники, сечение которых допускает подсоединение к аппарату (рис. 12-1).

Одноименные шины соседних монтажных блоков соединяют накладками, которые присылает предприятие-изготовитель совместно с шинами и блоками (секциями) щита. Шины соединяют, руководствуясь чертежами общих видов и схем соединений.

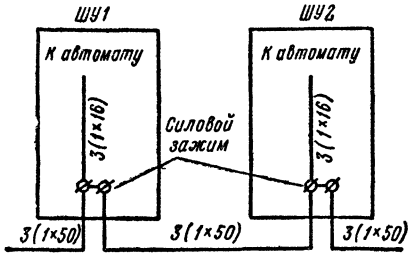


Рис. 12-1. Соединение силовых проводников в цепочку.

Стеллажи, входящие в общее со щитом комплектное устройство, комплектуют так, чтобы сопротивления были выше, а оборудование (трансформаторы и др.) ниже. Тогда тепло, выделяющееся в сопротивлениях, не будет перегревать оборудование. Если аппараты, установленные на стеллаже, относятся к одному приводу, под верхним ящиком располагают одну табличку с надписью, обозначающей номер привода. Если аппараты имеют разное назначение, то табличку с надписями располагают под соответствующими аппаратами на уголке.

Сопротивления на стеллаже устанавливают исходя из ширины плиты 360 мм. Длина плиты для сопротивлений должна соответствовать размеру асбоцементных плит, применяемых для блоков и панелей управления.

Все соединения между щитом и стеллажами в пределах монтажного блока выполняют на предприятии-изготовителе, и стеллажи транспортируют комплектно с блоками щитов. Если стеллажи, относящиеся к данному блоку щита, выходят за его габариты, то стеллажи устанавливают сзади следующего блока и транспортируют совместно с ним. В этом случае все соединения между оборудованием стеллажей и станциями, для которых они установлены, выполняют по месту установки всего щита и стеллажей в целом; эти соединения относят к внешним связям (§ 14). При этом от «чужих» сопротивлений все выводы идут на «чужую» панель, сзади которой они смонтированы и закреплены, а с «чужой» панели эти выводы идут на «свою» панель.

Чтобы выполнить соединения между стеллажами и «чужими» панелями, на панелях монтируют рейки с зажимами и подводят к ним проводники от оборудования, установленного на стеллажах (сопротивления, трансформаторы, магнитные усилители и пр.).

Если токи превышают 300 А, то вместо реек монтируют силовые зажимы. Правила подсоединения проводников к ним те же, что и для всех аппаратов, монтируемых в комплектных устройствах. Такие же рейки (или силовые зажимы) монтируют на тех панелях, для которых предназначены стеллажи с оборудованием. Рейки или силовые зажимы «чужих» и «своих» панелей соединяют по месту установки оборудования.

У щитов шкафных отдельно стоящих (см. ниже) и открытого исполнения без прохода внутри щита ящики сопротивлений устанавливают один над другим в количестве не более трех. Не более четырех ящиков устанавливают на стеллажах над щитом шкафным и в щитах открытого исполнения с двумя рядами панелей. В последнем случае предусматривается установка одной стационарной лестницы для каждого крупноблочного щита, т. е. отдельно для щита с первым рядом панелей и отдельно — со вторым рядом панелей.

Отдельно стоящие стеллажи могут устанавливаться в отдельных от щита помещениях, подвалах машинных помещений, возле стен, между колоннами и т. п. Эти стеллажи выполняют в зависимости от типоразмера максимально на шесть полок (рядов), но нижняя полка предназначается в случае надобности для монтажа на ней реек и силовых зажимов для внешних проводников.

Каркасы отдельно стоящих стеллажей имеют три конструктивных исполнения: а) для ящиков сопротивлений напряжением до 500 В на четыре полки — высота 2000 мм; на шесть полок — высота 2504 мм. Глубина в обоих случаях 580 мм; б) для ящиков сопротивлений напряжением от 500 до 1000 В на три полки — высота 2504 мм, глубина 855 мм.

Отдельно стоящие стеллажи имеют со всех сторон ограждения. Заднее ограждение может при необходимости отсутствовать.

Щиты станций управления защищенного исполнения — шкафы щитовые комплектуют из металлических напольных шкафов. Они устанавливаются в цехах и помещениях, не предназначенных специально для электро-

технических устройств. Шкафы щитовые выпускают высотой 1900 и 2400 мм, глубиной 600 и 800 мм. Ширина одиночных шкафов 800, 1000, 1200 и 1300 мм.

При комплектовании шкафов щитовых в сборки (для создания щита) ширина каждого шкафа уменьшается на 50 мм. При этом боковые стенки шкафов отсутствуют, за исключением крайних шкафов; у первого шкафа имеется левая боковая стенка, у последнего — правая боковая стенка. Ниже приведено наибольшее количество шин, размещаемых в шкафах:

Глубина шкафа, мм	Силовые шины (8×80 мм)	Шины управления (ток 100 А)
600	3	3
800	5* или 3	3

* При размещении шин плашмя.

В шкафах глубиной 600 и 800 мм сборные силовые шины рассчитаны на длительный ток 1000 А; при бо́льшем токе их допускается устанавливать на крыше шкафа в кожухе по предварительному согласованию с предприятием-изготовителем.

Блоки и панели в шкафах устанавливают на рамы. Размер рамы соответствует ширине блока (панели), на ней монтируемого.

Ширина шкафа одиночного	Ширина шкафа щитового	Высота шкафа	Ширина рамы и плиты
800	750	1900 и 2400	400, 500 или 600
1000	950	1900 и 2400	700 или 800
1200	1150	1900 и 2400	900 или 1000
1300	1250	1900 и 2400	1100

Для шкафа высотой 1900 мм высота рамы 1800 мм, масса 17,91—21,08 кг; для шкафа высотой 2400 мм высота рамы 2300 мм, масса 22,19—25,36 кг.

В конструкции шкафов предусмотрены перфорации для установки рам на разной глубине. Рекомендуемая глубина, считая от задней стенки, составляет для шкафов одностороннего обслуживания 90 мм; для шкафов двустороннего обслуживания 190 мм при глубине шкафа 600 мм, при глубине 800 мм — 240 мм. Благодаря перфорации установка рам по глубине шкафа может меняться через каждые 50 мм: у шкафов глубиной 600 мм

в пределах от 90 до 440 мм, у шкафов глубиной 800 мм — от 90 до 640 мм. Перфорация, кроме того, дает возможность монтировать на боковинах шкафа (при отсутствии рамы с плитами) аппаратуру с передним присоединением проводов. При одностороннем обслуживании провода монтируют спереди панели, при двустороннем — сзади.

Шкафы двустороннего обслуживания имеют две двери: с лицевой и задней сторон. У шкафов одностороннего обслуживания одна дверь. Двери уплотнены резиной. Шкафы шириной 800 мм имеют одностворчатую дверь, у шкафов шириной 1000, 1200 и 1300 мм — двухстворчатая. Аппараты измерения и управления выносят, как правило, на переднюю дверь и соединяют с аппаратами или рейками, установленными внутри шкафа, гибкими проводами. Масса аппаратов, устанавливаемых на двери, не должна превышать 30 кг.

Шкафы снабжены проемом для подвода проводников к аппаратам, устанавливаемым на крыше шкафа, и для ввода сверху силовых и контрольных кабелей, а также нижним проемом для подвода кабелей и проводов снизу. В шкафах предусмотрено устройство для заземления.

Взаимное расположение панелей и станций управления в щитах защищенного и открытого исполнений аналогично.

Напольные одиночные шкафы управления одностворчатые и двухстворчатые с односторонним и двусторонним обслуживанием предназначены для встраивания в них типовых блоков с монтажом, без монтажа (только для заднего присоединения), панелей и разрозненной аппаратуры.

Согласно нормали ОАА.689.014-68 шкафы делятся на типовые и нетиповые. Типовым напольным шкафом является шкаф, в который встраивается хотя бы один типовой блок с монтажом. Остальные блоки могут быть без монтажа, нетиповые и т. п. Нетиповым напольным шкафом является шкаф, в который встраиваются только нетиповые блоки, панели из нетиповых блоков, блоки без монтажа. Блоки типовые с монтажом в нетиповые шкафы не встраиваются.

Навесные одиночные шкафы управления изготавливают по нормали МН 4151-62, но ограниченной номенклатуры, следующих типов: ПУЭН4, ПУЭН7, ПУЭН8, ПУЭН10, ПУЭН14. Сравнение основных размеров шка-

Таблица 12-1

Размеры навесных шкафов, мм

Тип шкафа	ПУЭН4	ПУЭН7	ПУЭН8	ПУЭН10	ПУЭН14	ШН-1	ШН-2	ШН-3	ШН-4	ШН-5	ШН-6
Высота	400	500	700	800	1200	400	400	600	800	1000	1200
Ширина	350	450	450	600	600	300	300	400	600	600	800
Глубина	250	350	350	350	450	150	250	350	350	350	500

фов серии ПУЭН с размерами новой серии ШН приведено в табл. 12-1.

Щиты управления и сигнализации с нетиповыми панелями в большинстве случаев имеют технологические мнемонические схемы, для которых на чертеже указывают, в какой цвет нужно окрасить тот или иной участок мнемоники. Конструктивно щиты выполнены так же, как и крупноблочные щиты станций управления, и имеют те же габариты.

Пульты управления электроустановками по нормалям МН 4148-63 — МН 4150-63 заменяют пультами новой серии, которые выпускают разные заводы. В связи с некоторыми различиями в технологии изготовления пультов формы заданий на их изготовление отличаются. Поэтому организации — разработчики заданий должны знать, какое предприятие будет выполнять пульт.

Пульты выпускают: а) для работы сидя, для работы стоя; б) с крышкой для размещения аппаратов горизонтальной, наклонной или совмещенной — горизонтальной и наклонной; в) на номинальный ток до 20 А; г) по напряжению цепей управления 110, 220 и 440 В постоянного тока, 110, 127, 220 и 380 В переменного тока 50 Гц.

Наибольшее количество рядов наборных реек, которые можно расположить горизонтально, определяется минимальным расстоянием 140 мм по высоте между рядами. Количество зажимов в одном ряду (от 15 до 60) определяется размерами пульта. Соответственно и максимальное количество реек с зажимами в одном горизонтальном ряду колеблется от одного до четырех комплектов в зависимости от количества зажимов в одной рейке.

Комплектные устройства реечного исполнения рассмотрены ниже.

ДОКУМЕНТАЦИЯ, ПЕРЕДАВАЕМАЯ ПРЕДПРИЯТИЮ — ИЗГОТОВИТЕЛЮ КОМПЛЕКТНЫХ УСТРОЙСТВ

Общие положения. Для изготовления каждого изделия предприятию-изготовителю выдается задание в виде комплекта документов (см. ниже). Наименование изделий для объекта и их количество определяются спецификацией комплектных устройств. Эта спецификация не входит в том заданий предприятиям-изготовителям, так как является частью общей спецификации (см. § 2). При этом, если заранее известно, что для конкретного объекта комплектные устройства будет поставлять не одно, а несколько предприятий, спецификацию делят на разделы. Поясним это на примере. Предположим, что щиты станций управления изготавливает завод А, шкафы и пульты управления — завод Б, а щиты мнемоники — завод В. При таком распределении комплектных устройств по заводам составляют три раздела спецификации комплектных устройств, входящих в общую спецификацию.

Задание на изготовление комплектных устройств выдается по различного рода документам, количество, содержание и оформление которых отличны друг от друга и определяются нормалями, разработанными в соответствии с характеристикой изделий. Каждая нормаль согласована разработчиком с соответствующими организациями и предприятиями-изготовителями. Отклонения от нормалей, как правило, не разрешаются. В случае необходимости отклонений задание предварительно согласуют с предприятием-изготовителем. Причинами существования нескольких нормалей являются различная технология проектирования и изготовления изделий, а также требования, специфичные для данной отрасли промышленности или сельского хозяйства. Задания на электроустановки с блоками нормализованной серии — щиты крупноблочные станций управления, щиты управления открытого исполнения и в шкафах (защищенного исполнения), напольные и навесные шкафы и пульты управления, блоки и панели управления, отдельно стоящие стеллажи — выполняют по нормали ОАА 689.014-68. Задания на устройства для энергетики — комплектные низковольтные устройства управления, защиты, автоматики и сигнализации электрических станций и подстанций, щиты управления, защиты и автоматики подстанций, распределительные щиты и силовые шкафы на напряжение до 1000 В собственных нужд электрических станций и подстанций, технологические щиты управления электростанций, котлов, турбин и т. п. — выполняют по нормали ОЛХ.609.001 и т. д.

Объем технической документации, передаваемой в качестве задания предприятию—изготовителю комплектных устройств[1]. Для щитов управления крупноблочных открытого исполнения и в шкафах, шкафов управления одиночных напольных и навесных, пультов управления выполняют: 1) общий вид; 2) технические данные электрооборудования; 3) перечень надписей; 4) схему соединений. Так как, как

[1] К заданию на комплектные устройства прикладывают опросные листы на то оборудование, по которому опросные листы должны быть согласованы с предприятием — изготовителем этого оборудования, например на реостаты.

правило, щиты любого вида комплектуются из типовых и нетиповых блоков и панелей управления, дополнительно выдается следующая документация по отдельным видам изделий.

Блоки без монтажа БУ 9500. Если одиночные блоки не связаны в пределах панели единой электрической схемой, то для них выполняют схему соединений. Для нескольких блоков, связанных в пределах панели общей принципиальной схемой, выполняют принципиальную схему и схему соединений.

Для одиночного напольного типового шкафа, состоящего из типового и нетипового блоков с приборами на двери, выполняют: 1) общий вид шкафа с полным обозначением типового блока, например, БУ5145-03 ■■■, указанием номера чертежа общего вида нетипового блока, изображением всех аппаратов на двери; 2) документацию, которая относится к нетиповому блоку: а) общий вид; б) технические данные электрооборудования; в) принципиальную схему; 3) технические данные электрооборудования (типовой блок, блок по чертежу) и приборов, расположенных на двери шкафа; 4) перечень надписей для приборов, расположенных на двери шкафа; 5) схему соединений шкафа с адресной маркировкой между наборными рейками типового блока, нетипового блока и приборами на двери.

Для типового шкафа, который встраивается в щит, документация та же, что и для одиночного шкафа, за следующим исключением: технические данные электрооборудования и перечень надписей входят в общую документацию по щиту, а схему соединений составляют для секции щита, в которую входит данный шкаф.

Для нетипового шкафа, который встраивается в щит, выполняют: 1) общий вид нетиповой панели, встроенной в шкаф; 2) технические данные аппаратов панели, встроенной в шкаф, и аппаратов, установленных на двери шкафа, если они имеются; 3) принципиальную схему шкафа. На ней изображают соединения между аппаратами, установленными внутри шкафа и на двери, и рейки с промаркированными наборными зажимами. Наборные рейки повторяют на схеме соединений секции щита, в состав которой эти шкафы входят, после чего составляют схему соединений (и подключений) секции щита.

Для нетиповых шкафов управления, блоков и панелей управления, поставляемых отдельно, выполняют: 1) общий вид; 2) технические данные электрооборудования; 3) перечень надписей; 4) принципиальную схему.

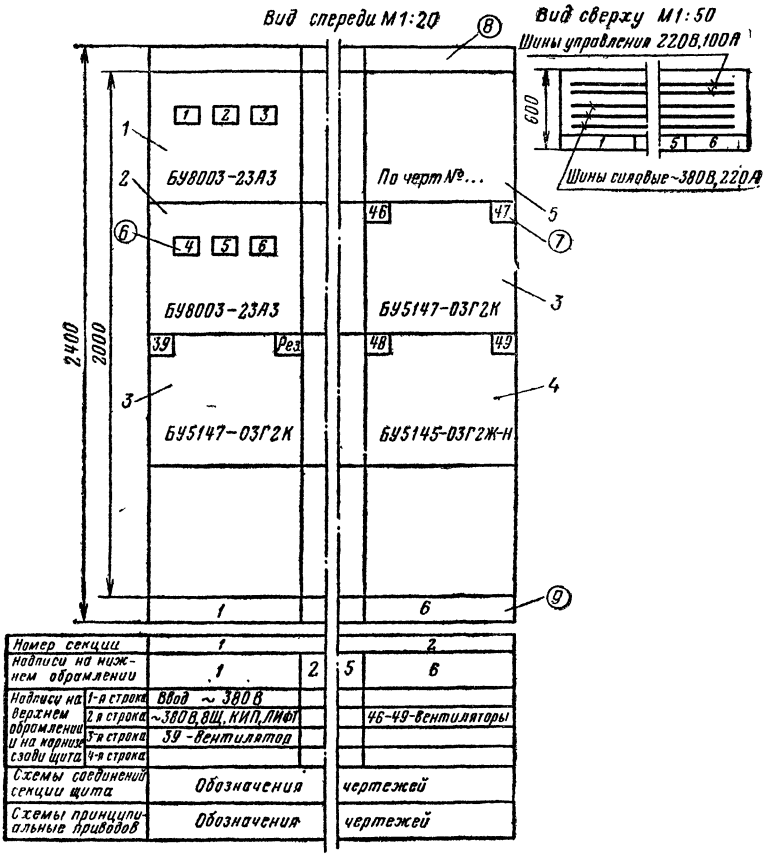
Для щитов управления и сигнализации с мнемосхемой или без нее выполняют: 1) общий вид; 2) технические данные электрооборудования; 3) перечень надписей; 4) принципиальную схему на каждую характерную (нетиповую) панель; 5) схему соединений секций щита (если требуется).

Для стеллажа отдельно стоящего выполняют: 1) общий вид; 2) технические данные электрооборудования; 3) схему соединений.

Рассмотрим особенности отдельных документов.

Общий вид. На рис.12-2 дан пример чертежа общего вида щита станций управления открытого исполнения. В кружках написаны цифры *6—9*, необходимые только для пояснений в брошюре. Верхнее и нижнее обрамления

щита обозначены соответственно *8* и *9*. В табличке под схемой указаны надписи с разбивкой по строкам (см. ниже), которые должны быть выполнены на верхнем об•



Номер секции	1		2	
Надписи на нижнем обрамлении	1	2	5	6
Надписи на верхнем обрамлении и на корнях сзади щита	1-я строка: Ввод ~ 380 В			
	2-я строка: ~380В, ВЩ, КИП, ЛИФ		46-49-вентиляторы	
	3-я строка: 39 - вентилятор			
	4-я строка:			
Схемы соединений секции щита	Обозначения		чертежей	
Схемы принципиальные приводов	Обозначения		чертежей	

Рис. 12-2. Щит станций управления *7Щ*. Общий вид. Технические данные электрооборудования — табл. 12-2, перечень надписей — табл. 12-3.

рамлении. На нижнем обрамлении пишут номера панелей, в нашем примере 1 ... 6.

Щит скомплектован в основном из типовых блоков (станций управления) *1*, *2* и *3*, типы которых (БУ8003-23А3; БУ5147-03Г2К и т. д.) написаны в прямоугольни-

ках, изображающих блоки. Нетиповой блок *5* надлежит выполнить по чертежам. Поэтому в изображении блока указан номер чертежа его общего вида. Технические данные электрооборудования приводят в таблице, пример применительно к рис. 12-2 дан в табл. 12-2*. В блоках *1*, *2* с автоматами имеются оперативные надписи (см. ниже) в табличках *6*; каждой надписи присвоен порядковый номер, под которым она значится в таблице «Перечень надписей», пример применительно к рис. 12-2 приведен в табл. 12-3.

Шины показаны на виде сверху, где цифры *1—6* — номера панелей.

Таблица под общим видом щита определяет текст надписей на верхнем и нижнем обрамлениях щитов или на дверях шкафов. В надписи должен быть отражен номер привода, если панель предназначена для него. Для вводов указывают род тока и напряжение. Текст надписей должен быть кратким, разбит на строки и выполняться без переноса слов.

Количество знаков в одной строке верхнего обрамления определяется шириной панели и не должно превышать следующих величин:

Ширина панели, мм	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Количество знаков	21	26	30	35	40	45	52	55

Промежуток между двумя словами принимается за один знак. Если надпись содержит больше знаков, чем указано выше, допускается слова сокращать. При этом в табличке на чертеже общего вида эти слова написаны в сокращенном виде так, как их следует писать на обрамлении.

Технические данные электрооборудования. Таблицу технических данных электрооборудования заполняют по определенной форме, перечисляя в ней все электрооборудование, из которого комплектуется изделие (щит, шкаф, пульт, стеллаж) и которое монтируется в данном комплектном устройстве. Если какое-либо оборудование (например, регулятор), устанавливаемое в данном комплектном устройстве, поставляет другой завод (не изготовитель комплектного устройства), это оборудование

* Цифры без кружков соответствуют номерам позиций табл. 12-2.

вносят в таблицу технических данных с указанием в примечании завода-поставщика.

В таблице указывают технические данные, требующиеся для заказа блоков и панелей управления или отдельных аппаратов, соблюдая определенную последовательность. Сначала записывают блоки и панели управления. Затем отдельные аппараты — автоматы, контакторы, пускатели, реле, рубильники, переключатели, командоаппараты, ключи, измерительные устройства, шунты, разные трансформаторы и прочие аппараты.

Запись в таблицу блоков и панелей управления и отдельных аппаратов производится попанельно слева направо и сверху вниз. Если все технические параметры однотипных блоков (панелей управления, блоков без монтажа и т. д.), установленных на разных панелях щита, одинаковы, то в таблицу технических данных их заносят 1 раз с перечислением по порядку всех панелей, начиная с первой панели, на которых они установлены.

Отдельные аппараты записывают так же, в пределах каждой группы. Например, однотипные контакторы записывают, начиная с первой панели, далее следует запись, относящаяся ко второй панели, и т. д.

Если однотипные блоки (панели, блоки без монтажа, отдельные аппараты) имеют различные технические параметры, например разные расцепители автоматов, уставки токов, напряжения, времени, то каждое изделие (блок, панель, аппарат) полностью записывают в таблицу отдельно, начиная с первой панели. При этом в примечании должны быть перечислены номера приводов, к которым относятся изделия. Это относится и к тем блокам и аппаратам, которые установлены на одной панели. В этом случае перечисление в таблице идет сверху, слева направо.

Для нетиповых блоков и панелей управления вместо типа указывают обозначение чертежа общего вида и на нем дают ссылку на таблицу технических данных этого нетипового изделия.

Рассмотрим следующий случай, представляющий некоторые трудности. Допустим, на одной или разных панелях установлено несколько однотипных блоков с автоматами (блоки серии БУ8000). Заводская маркировка автоматов на каждом блоке повторяется, например: *1А, 2А, 3А* и т. д. Однако расцепители могут быть разными. Тогда блоки в таблицу технических данных записывают так, как показано в табл. 12-2, а именно:

Таблица 12-2

Щит станций управления *7Щ* (общий вид на рис. 12-2)

Технические данные электрооборудования

№ позиции	№ панели	Обозначение по схеме	Наименование	Количество	Тип	Номинальные данные цепей			Данные по заказу	Примечание
						главной		управления		
						U, В	*I*, А	*U*, В		
1	1	—	Блок управления	1	БУ8003-23А3	~500	100	—	Расцепители комбинированные автоматических выключателей *1А* — 80 А *2А* — 50 А *3А* — 30 А	Верхний блок
2	1	—	Блок управления	1	БУ8003-23А3	~500	100	—	Расцепители комбинированные автоматических выключателей *1А* — 50 А *2А*, *3А* — 30 А	Средний блок
3	1 6	—	Блок управления	2	БУ5147-03Г2К	~380	3,2	~220	Расцепители комбинированные автоматических выключателей 6,4 А Элементы нагревательные тепловых реле 3,2 А	
4	6	—	Блок управления	1	БУ5145-03Г2Ж-Н	~380	2; 6,3	~220	Расцепители комбинированные автоматических выключателей 4 А (48), 10 А (49) Элементы нагревательные тепловых реле 2 А (48), 6,3 А (49)	

Первый случай — несколько однотипных блоков установлены на одной панели. В примечании указывают их взаимное расположение. Например, для одного блока — «Верхний блок» (поз. 1), для другого — «Средний блок» (поз. 2). В таблице «Данные по заказу» для каждого автоматического выключателя в пределах блока указывают ток расцепителя. Так, для верхнего блока типа БУ8003-23А3 токи комбинированных расцепителей: *1А*—80 А, *2А*—50 А, *3А*—30 А; для среднего блока *1А*—50 А, *2А, 3А*—30 А.

Второй случай — приводной блок однофидерный или двухфидерный с одинаковыми расцепителями автоматов и соответственно нагревательными элементами тепловых реле. В столбце «Данные по заказу» (в нашем примере поз. 3) указывают токи расцепителей (6, 4 А) и нагревательных элементов тепловых реле (3, 2 А).

Третий случай — приводной блок для двух приводов с разными токами расцепителей автоматов и разными токами нагревательных элементов тепловых реле. В столбце «Данные по заказу» указывают в скобках номера приводов и для них токи расцепителей автоматов и нагревательных элементов тепловых реле. В нашем примере поз. 4 (блок типа БУ5145-03Г2Ж-Н) для привода 48 (номер привода указан в скобках) ток расцепителя автомата 4 А и ток нагревательного элемента теплового реле 2 А; для привода 49 токи соответственно 10 и 6,3 А.

Для ключей и кнопок управления в таблице технических данных приводят надписи, которые должны быть написаны на их крышках предприятием-изготовителем.

Перечень надписей составляют по определенной форме, перечисляя в ней надписи, выполняемые в табличках к различным аппаратам и приборам, на крышках универсальных переключателей, на световых табло, на типовых панелях и блоках управления.

Если несерийная станция встраивается в комплектное устройство совместно с типовыми блоками, то специально для нее перечень надписей не составляют, так как надписи входят в общий перечень надписей по изделию в целом.

Каждая надпись соответствует порядковому номеру таблички на общем виде изделия (см. рис. 12-2) и табл. 12-3. Таблички на чертежах изображают в виде прямо-

Таблица 12-3

Щит станций управления *7Щ* (общий вид на рис. 12-2). Перечень надписей

№ панели	№ надписи	Обозначение по схеме	Место надписи	Текст надписи
1	1	*1А*	Табличка	Ввод ~ 380 В
	2	*2А*	»	~ 380 В, 8Щ
	3	*3А*	»	Резерв
1	4	*1А*	»	~ 380 В, КИП
	5	*2А*	»	~ 380 В, лифт
	6	*3А*	»	Резерв

угольников и нумеруют попанельно слева направо, сверху вниз в пределах всего щита (шкафа, пульта).

В перечне надписей в столбце «Обозначение по схеме» указывают позиционное обозначение по принципиальной схеме для тех аппаратов, которые перечисляют в этом перечне. В столбце «Место надписи» указывают, где должна быть выполнена надпись: на табличке, табло, крышке аппарата и т. д. В столбце «Текст надписей» записывают содержание надписей. В некоторых случаях полный текст надписи в табличках поместиться не может, особенно на крышках аппаратов, поэтому перечень надписей его записывают так, как он должен быть выполнен заводом. Например, вместо слова Автоматическое пишут «Авт.», вместо Местное — «Мест.» и т. п.

Для универсальных переключателей, кнопок управления и т. п. указывают надписи, которые требуется выполнить в табличке над аппаратом и на крышках самих аппаратов. Например, для ключей в табличке сверху пишут позиционное обозначение «ИР» (избиратель режима), а на крышке «Мест. — 0 — Авт.». Над кнопкой сверху пишут «5К — кран», а на крышке «Поднять — Опустить — Стоп». Если надписи на крышках кнопок указаны в таблице технических данных электрооборудования (как, например, в табл. 12-4), то повторять их в перечне надписей не нужно.

Для универсальных переключателей, для которых количество надписей не совпадает с количеством положений рукоятки, дают графическое изображение крышки с указанием расположения на ней надписей. Если же расположение надписей и положения рукоятки совпада-

ют, то ограничиваются записью по порядку, например: «Откл. — Нас. 1 — Нас. 2 — Нас. 3». Максимальное количество знаков в надписи на одно положение переключателя не должно быть больше четырех.

Щитки указательные — таблички изображают на чертеже в виде прямоугольников и нумеруют порядковыми числами, которые проставляют в контурах таблички. Текст надписи в соответствии с ее порядковым номером помещают в перечне надписей. В табличках в зависимости от назначения указывают номера приводов, позиционные обозначения аппаратов, оперативные надписи для тех аппаратов, где следует указать, например, напряжение, назначение цепи и т. д. (автоматы, рубильники и пр.), предупреждающие надписи и т. п.

Номера приводов указывают в табличках на блоках управления, для оборудования, установленного над щитом, на стеллажах, установленных за щитом.

Таблички размещают на блоках: в левом верхнем углу — для однофидерных блоков В левом верхнем углу и слева посередине — для двухфидерных блоков при горизонтальном расположении фидеров, в левом и правом верхних углах — при вертикальном расположении фидеров, в левом верхнем углу — при количестве фидеров больше двух. На стеллажах таблички размещают под соответствующими аппаратами и указывают в них номера приводов, к которым относятся аппараты.

Таблички с обозначением аппаратов размещают для аппаратов, устанавливаемых на щите дополнительно, для аппаратов типовых блоков и панелей, а также если требуется изменить их обозначение и это изменение разрешается соответствующей документацией предприятия-изготовителя (в контуре таблички должно быть указано измененное обозначение). Одна табличка может предусматриваться для нескольких аппаратов, когда они относятся к одному приводу (линии).

Таблички с предупреждающими надписями устанавливают для аппаратов с цепями напряжением выше 500 В. Для панели из нескольких блоков напряжением выше 500 В устанавливают одну табличку с предупреждающей надписью. Размеры табличек выбирают в зависимости от количества знаков.

Размеры таблички, мм		Количество	
Высота	Ширина	строк в табличке	знаков в строке
18	37	1	4
18	75	1	16
		2	30
20	1 05	1	22
		2	44

Рассмотрим пример, иллюстрирующий техническую документацию пульта управления. На рис. 12-3 показан общий вид пульта *1ПУ*, в табл. 12-4 приведены технические данные электрооборудования, в табл. 12-5— перечень

надписей. На общем виде даны основные размеры (высота, глубина, ширина), а также расстояние до осей аппаратов (100, 240, 380, 520), если считать от левой стороны крышки (0). На выносках написаны порядковые номера

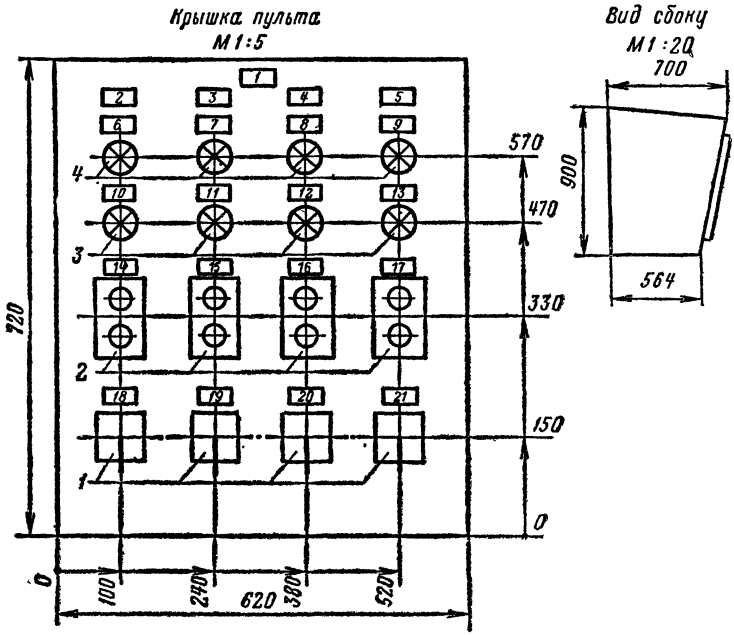


Рис. 12-3. Пульт управления 1ПУ. Общий вид.

Технические данные электрооборудования — чертеж № ..., перечень надписей — чертеж № ...

(1—4), под которыми аппараты значатся в таблице технических данных электрооборудования (табл. 12-4). В прямоугольники, изображающие таблички, вписаны их порядковые номера (1—21). По этим номерам из перечня надписей (табл. 12-5) легко определить место надписи (таблица, кнопка, ключ) и ее текст.

На рис. 12-4 показана схема соединений пульта *1ПУ* с адресной маркировкой. Над изображениями аппаратов в кружках над чертой написаны адреса — порядковые номера (*1, 2, ..., 13, 14*), под чертой — позиционные обозначения (*89ИР, 92ИР, ..., 89ЛО, 92ЛО*). Наборные рейки обозначены *Р1, Р2 ...*

Таблица 12-4

Пульт *1ПУ*. Технические данные электрооборудования

№ позиции	№ панели	Обозначение по схеме	Наименование	Количество	Тип	Номинальные данные цепей			Данные по заказу и дополнительные технические данные	Примечание
						главной		управления		
						U, В	*I*, А	*U*, В		
1	—	*ИР*	Переключатель универсальный	4	УП5312-Л63	—	—	~220	С револьверной рукояткой	
2	—	*Кн2*	Кнопка управления	4	ПКЕ112-2	—	—	~220	С одним черным и одним красным цилиндрическими штифтами	Надписи «Пуск», «Стоп»
3	—	*ЛВ*	Лампа сигнальная	4	ЛС-53	—	—	~220	С красным колпачком	С добавочным сопротивлением
4	—	*ЛО*	Лампа сигнальная	4	ЛС-53	—	—	~220	С белым колпачком	С добавочным сопротивлением

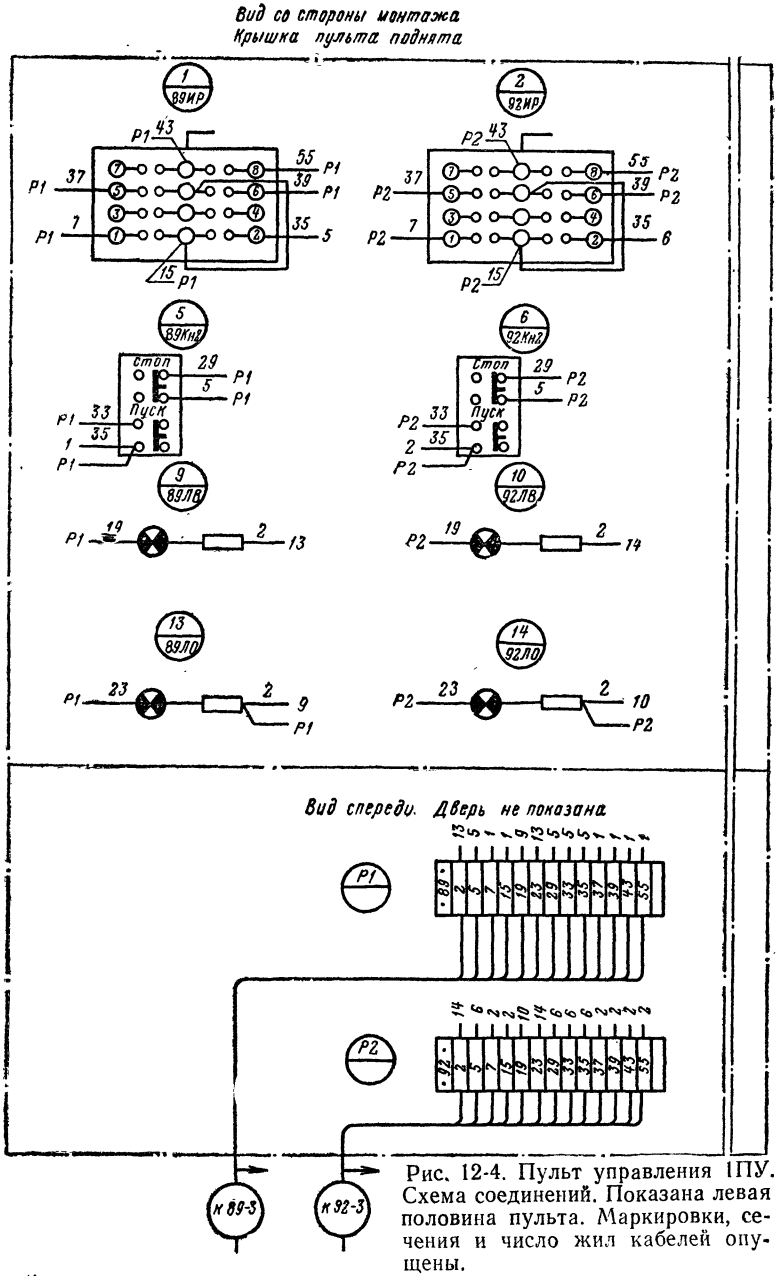


Рис. 12-4. Пульт управления 1ПУ. Схема соединений. Показана левая половина пульта. Маркировки, сечения и число жил кабелей опущены.

Таблица 12-5

Пульт *1ПУ*. Перечень надписей

№ панели	№ надписи	Обозначение по схеме	Место надписи	Текст надписи
—	1	—	Табличка	Пост управления *1ПУ*
	2	—	»	89 — Насос
	3	—	»	92 — Насос
	6	—	»	Отключено
	10	—	»	Включено
	14	*89Кн2*	»	Вентилятор 89
			Кнопка	«Пуск», «Стоп»
	18	*89ИР*	Табличка	89 — Избиратель режима
			Ключ	Мест. — Раб. — 0 — Рез. — Дист.

Проследим соединения от универсального переключателя *89ИР*. Его зажимы № 1, 5, 6 и 8 и общие зажимы (без номера) соединены с зажимами наборной рейки *Р1* (адрес *Р1*), имеющими соответственно маркировки *7*, *37*, *39*, *55*, *43* и *15*. Эти маркировки написаны внутри изображения наборных зажимов. На рейке *Р1* слева на маркировочной колодке написан номер привода — ·89·. Номера *13*, *5*, *1*, *1*, *9*, *13* и т. д. на линиях, отходящих вверх от *Р1*, — это адреса, указывающие, к какому аппарату надлежит присоединить провод. В нашем примере от наборных зажимов с маркировками *7*, *15*, *37*, *39*, *43* и *55* провода идут к аппарату, имеющему № 1 (адрес), а именно к универсальному переключателю *89ИР*.

От зажима № 2 *89ИР* провод с маркировкой *35* идет к аппарату с адресом № 5, в нашем примере к кнопке «Пуск» *89Кн2*. У зажима *89Кн2* написан встречный адрес — 1 и маркировка *35*. От кнопки провод *35* идет к рейке *Р1*. У зажима рейки с маркировкой *35* встречный адрес — 5 указывает на присоединение к кнопке *89Кн2*.

На рис. 12-4 показано присоединение кабелей *к89-3* и *к92-3*. Таким образом, на одном чертеже совмещены схемы соединений и подключений (подробнее см. § 14).

КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА РЕЕЧНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Реечные конструкции. В основу конструкции положены шкафы по ОСТ 16.0.614.008-70 и рамы по ГОСТ 15064-69 (табл. 12-6).

Таблица 12-6

Типоразмеры шкафов и встраиваемых в них рам

Обслуживание	Размеры, мм					
	шкафа				встраиваемой рамы	
	Ширина		Высота	Глубина	Высота	Ширина
	одиночного	щитового				
Одностороннее	800 1000 1200 1300	750 950 1150 1250	1900, 2400	600	1800, 2300	500, 600 700, 800 900, 1000 1100
Двустороннее	800 1000 1200 1300	750 950 1150 1250	1900, 2400	800	1800, 2300	500, 600 700, 800 900, 1000 1100

Примечание. Шкафы глубиной 600 мм рекомендуется применять для прислонных щитов, шириной 800 мм — для отдельно стоящих.

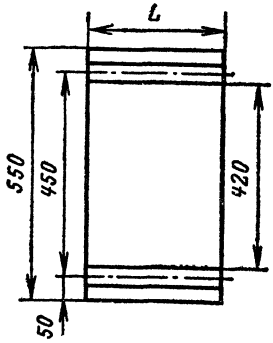


Рис. 12-5.

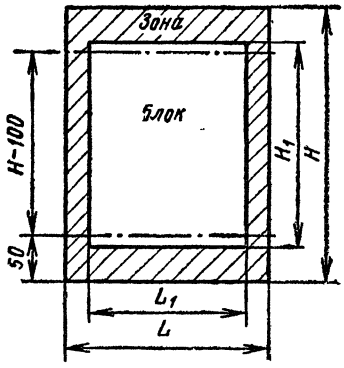


Рис. 12-6.

Рис. 12-5. Пластины для установки малогабаритной и бесконтактной аппаратуры. Размеры зоны: высота 550 мм, ширина 180; 270 или 370 мм Установочные размеры блока 50 и 450 мм. Полезная площадь блока, на которой размещается аппаратура, $420 \times L$ мм^2.

Рис. 12-6. Размеры зон блоков типов РБУ5101 и РБУ5401.

При размещении аппаратов и блоков на панели оставляют справа и слева зону, равную 70 мм для коробов с проводами. Малогабаритная и бесконтактная аппарату-

Таблица 12-7

Размеры зон блоков типов РБУ5101, РБУ5401 и панелей типов РПУ5101 и РПУ5401

Правая часть типового индекса	Размеры, мм			
	блока, панели		зоны	
	H_1	L_1	H	L
03А2А—03А2Р 03Б2А—03Б2И 13А2А—13А2Д	468	180/270 180/370 270/370	550	190/280 190/380 280/380
13Б2А—13Б2Д 23А2А—23А2В 33А2А—33А2В	1030	270/460 370/480	1100	280/470 380/490
43А2А—43А2В 53А2А—53А2В	2300	500 600	2300	500 600
63А2А—63А2В		700		700

Размеры зоны:
H — высота,
L — ширина
Размеры блока (панели):
H_1 — высота,
L_1 — ширина

Примечание В числителе размеры для нереверсивных блоков, в знаменателе — для реверсивных

ра может быть размещена на пластинах, применяемых в типовых блоках серии РБУ5000 (рис. 12-5). Размеры зон блоков и панелей даны в табл. 12-7 и на рис. 12-6.

Максимальное количество одинаковых блоков, которое можно установить по вертикали и горизонтали, приведено в табл. 12-8 и 12-9.

Таблица 12-8

Максимальное количество одинаковых по высоте зоны блоков в одном вертикальном ряду панели

Высота зоны, мм	Количество блоков при высоте панели	
	2300	1900
550	3	2
1100	1	1

Если блок комплектуют из отдельных аппаратов, то для них тоже принимают определенные размеры зон. В размерах зон блоков и аппаратов учтены размеры переходных пластин, на которые предварительно крепят аппараты, а также дополнительные расстояния со всех че-

Таблица 12-9

Максимальное количество одинаковых по ширине зоны блоков в одном горизонтальном ряду панели

Ширина зоны, мм	Количество блоков при ширине панели, мм													
	500		600		700		800		900		1000		1100	
	при установке реек с зажимами с двух сторон (А), с одной стороны (Б)													
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
190	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5
280	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
380	—	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
470	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
490	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

тырех сторон для обслуживания аппаратов и прокладки проводов.

Рейки наборные, к которым можно непосредственно подводить внешние выводы, устанавливают, как правило, на самих блоках. Допускается дублировать наборные зажимы блоков на рейках, монтируемых в вертикальных или горизонтальных рядах панели, и внешние выводы подводить к рейкам панели. Вертикальные наборные рейки на панели располагают на левой и правой сторонах, горизонтальные — внизу в один или два ряда.

Максимальное количество наборных зажимов в одном вертикальном ряду — 105 (7 реек по 15 зажимов). Рейка может иметь 5, 10 или 15 зажимов. Максимальное количество зажимов в одном горизонтальном ряду приведено ниже:

Ширина панели, мм	500	600	700	800	900	1000	1100
Количество зажимов	25	30	35	40	45	55	60
Рекомендуемое количество реек	2	2	3	3	3	4	4
Рекомендуемое количество зажимов в рейках	1×15+ +1×10	2×15	2×15+ +1×5	2×15+ +1×10	3×15	3×15+ +1×10	4×15

Объем заданий на комплектные устройства реечного исполнения. Для одиночных напольных шкафов с типовыми блоками, с типовыми и нетиповыми блоками и отдельными аппаратами выполняют: 1) общий вид шкафа; 2) технические данные электрооборудования; 3) перечень надписей; 4) схему соединений.

Для щита защищенного исполнения (в шкафах) выполняют: 1) общий вид щита; 2) технические данные электрооборудования; 3) схему соединений (межпанельных).

Для шкафов управления, входящих в щит, выполняют: 1) общий вид шкафа; 2) технические данные электрооборудования; 3) перечень надписей; 4) схему соединений шкафа.

Для нетиповых блоков, входящих в щит, выполняют: 1) общий вид блока; 2) технические данные электрооборудования; 3) схему принципиальную.

Чертежи общих видов оформляют по нормали ОАА.689.014-68. В случае необходимости на чертеже общего вида приводят таблицу с перечнем надписей к аппаратам, устанавливаемым непосредственно на панели. На чертеже общего вида: а) контур панели условно изображает полезную площадь, которая при раме высотой 2300 мм имеет высоту 2000 мм, а при раме высотой 1800 мм — 1500 мм. В контуре панели приводятся обозначения чертежей общего вида панели и схемы соединений; б) аппараты и блоки изображают в форме условных прямоугольников или зон, включающих собственно габариты аппаратов или блоков и дополнительные расстояния сверху, снизу, справа и слева для доступа к аппаратам и блокам (табл. 12-7).

Вид спереди для шкафа изображают со снятой дверью, а дверной проем условно принимают равным полезной площади панели, встроенной в шкаф. При высоте шкафа 2400 мм высота проема 2000 мм, при высоте 1900 мм — 1500 мм. Ширина проема равна ширине панели, устанавливаемой в шкафу.

Оформление чертежей комплектных устройств реечного исполнения несколько отличается от оформления чертежей щитов с блоками (панелями) на плитах. Так, на чертеже общего вида щита реечного исполнения не показывают двери шкафов и не выполняют таблицы надписей на дверях шкафов. Все это изображают на чертежах общих видов отдельных шкафов, входящих в щит. Не изображают вид сверху щитового шкафа, так как его показывают на чертеже одиночного шкафа, входящего в щит.

На виде спереди указывают:

по вертикали — расстояния между вертикальными установочными осями каждой зоны (H—100); расстояние от основания полезной зоны панели до нижней установочной оси первой снизу зоны; расстояние между горизонтальными установочными осями соседних по высоте зон (этот размер, как правило, составляет 100 мм); размер полезной зоны панели по высоте (2000 или 1500 мм);

по горизонтали — расстояние от левого края панели до крайней левой зоны. При отсутствии сбоку панели наборных реек с зажимами этот размер должен быть не меньше 50 мм, при наличии наборных реек, коробов — не менее 70 мм.

В контуре зоны указывают:

для типовых блоков — их тип; номера надписей для аппаратов оперативного управления; номер привода;

для нетиповых блоков — номер привода; обозначение чертежей общего вида и принципиальной схемы;

для аппаратов — позиционное обозначение по принципиальной схеме.

Для блоков, у которых нет позиционных обозначений, требуется в контуре блока указать позиционные обозначения каждого аппарата, устанавливаемого в блоке.

Рассмотрим пример чертежа общего вида щита управления *2Щ* защищенного исполнения (в шкафу) с блоками реечного исполнения (рис. 12-7). Щит изображен по виду спереди со снятой дверью На нем показаны блоки типов РБУ5101-03А2И и РБУ5101-03А2Г; отдельно стоящие аппараты *РПМ, РПН, РС, РП*; автоматы *1А, 2А, 3А*; рейки наборные *Р1 — Р7*. Над изображением блоков написаны поме-

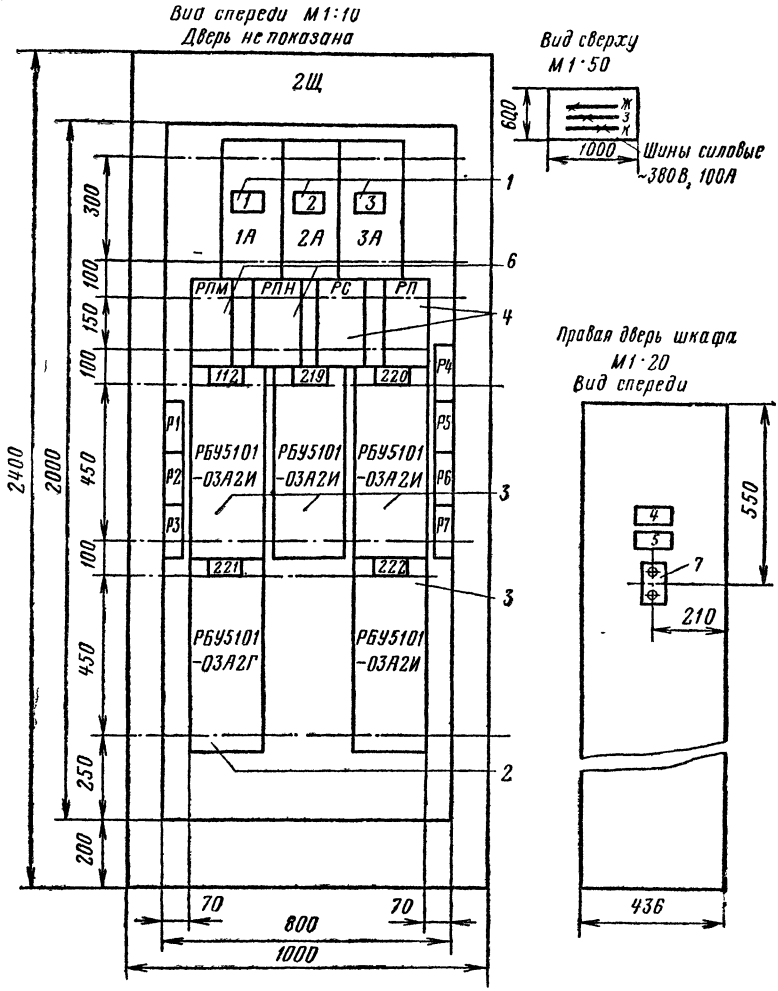


Рис. 12-7. Щит управления *2Щ* реечного исполнения. Общий вид. Технические данные электрооборудования — черт. № ... . Перечень надписей — черт. № ... . В таблице под чертежом перечисляют надписи, которые надлежит выполнить на двери — номера и наименования механизмов.

ра приводов 112, 219—222, к которым они относятся. В изображениях автоматов имеются таблички 1, 2 и 3.

На чертеже показана дверь, на которой установлена кнопка управления. Под видом спереди должна быть дана таблица с надписями, которые надлежит выполнить на двери шкафа (на рис. 12-7 таблица опущена).

На рис. 12-7 даны размеры, мм: 2400 и 1000 высота и ширина шкафа; 2000 и 800 — высота и ширина полезной зоны панели (полезной площади); 200 — расстояние между основаниями шкафа и полезной зоны панели; 250 — расстояние до нижней установочной оси первой снизу зоны; 450; 450; 150 и 300 — установочные расстояния для блоков и аппаратов; 100 — расстояние между горизонтальными установочными осями соседних по высоте зон; 70 — расстояние от левого и правого краев панели до крайних соответственно левой и правой зон блоков и аппаратов. На виде сверху изображены шины, их расцветка и технические данные. Приведены размеры щита в плане.

13. СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ

Общие сведения. По схемам соединений соединяют (обычно одножильными проводниками) элементы (аппараты, приборы, рейки), установленные в изделии, а также катушки, контакты и т. п. в пределах самих элементов. Схемы выполняют для вида на изделие со стороны монтажа и, как правило, для каждой электроконструкции (секция щита, шкаф, пульт и т. д.) на отдельном чертеже (листе). В зависимости от вида изделия схемы соединений выполняют различными способами, которые рассматриваются ниже.

Чтобы выполнить схему соединений, необходимо иметь: а) общий вид изделия с расположением на нем электрооборудования; б) таблицу технических данных электрооборудования; в) перечень надписей (§ 12), г) принципиальные схемы. В зависимости от вида изделия (щит, одиночный шкаф, панель, блок, стеллажи с пусковыми сопротивлениями и т. д.) нужны либо принципиальные схемы силовых питающих и распределительных сетей (§ 7-9), либо принципиальные схемы управления, защиты, сигнализации, общих цепей автоматики и т. д. (§ 10), либо и те, и другие схемы.

На схеме соединений аппараты изображают в виде монтажных символов (пример дан на рис. 13-1, *а*) в соответствии с заводской документацией или нормативной документацией головной организации, а катушки, контакты, резисторы, лампы и т. п. — по соответствующим ГОСТ (§ 4). Монтажные символы аппаратов типовых блоков (§ 11) допускается полностью не приводить — в

контуре аппарата показывают лишь те зажимы, к которым присоединяют проводники в схеме соединений. Для автоматов и пускателей — это силовые зажимы (*Л1*, *Л2*, *Л3*, *С1*, *С2*, *С3* на рис. 13-1, *б*). Для вновь устанавливаемых аппаратов рекомендуется изображать на чертеже полный монтажный символ для каждого характерного, т. е. повторяющегося аппарата. В случае очень сложного монтажного символа изображают только выходные зажимы. Аппаратам присваивают номер (адрес). Для изображения адреса в общем случае над аппаратом чертят

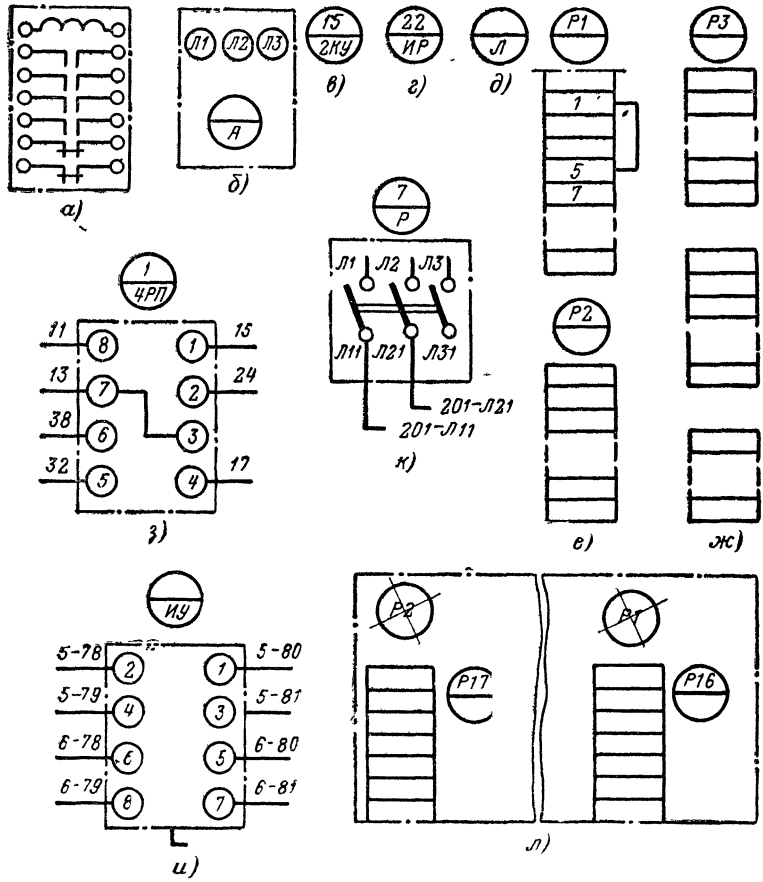


Рис 13-1. Примеры изображений элементов в схемах соединений, заводской нумерации зажимов и обозначений адресов.

кружок диаметром 10—12 мм и делят его чертой пополам (рис. 13-1, *в*). Над чертой пишут порядковый номер аппарата, в нашем примере *15*, под чертой — его позиционное обозначение (§ 5), в нашем примере *2КУ*. В рассмотренных ниже случаях надписи в кружках выполняют несколько иначе. Так, если один аппарат относится к нескольким приводам, то указывают только буквенную часть позиционного обозначения, опуская номер привода. Характерный пример такого аппарата — избиратель режима *ИР* (рис. 13-1, *г*).

У аппаратов, предназначенных для коммутации только силовых цепей, в кружках проставляют лишь позиционные обозначения, т. е. заполняют нижнюю половину кружка (рис. 13-1, *д*). Однако если к такому аппарату, например к рубильнику, нужно с помощью адресной маркировки показать присоединение прибора, например вольтметра, то рубильнику присваивают адрес (рис. 13-1, *к*). Не указывают адреса аппаратов типовых блоков (панелей), так как соединения в пределах изделия уже выполнены предприятиями-изготовителями.

Каждой наборной рейке присваивают отдельный адрес (*Р1*, *Р2* — рис. 13-1, *е*), либо всем рейкам блока, расположенным с одной стороны или относящимся к одному приводу (линии), присваивают один общий адрес, например *Р3* — рис. 13-1, *ж*.

Зажимы аппаратов изображают кружками в соответствии с каталогами. Заводские обозначения зажимов вписывают в их изображения (№ 1—8 на рис. 13-1, *и*. Ключ *ИУ* на рис. 13-1, *и* показан по виду сзади). Над зажимами или над изображением проводников, присоединенных к зажимам, пишут маркировку по принципиальной схеме (*11*, *13* и т. д.) — рис. 13-1, *з*.

Если у зажимов аппарата имеется повторяющаяся одинаковая маркировка цепей, относящаяся, например, к разным приводам, то перед каждой такой маркировкой через разделительный знак проставляют номер привода, к которому эта маркировка относится. На рис. 13-1, *и*, например, повторяются маркировки цепей 78, 79, 80 и 81, но зажимы № 1—4 относятся к приводу № 5, на что указывают маркировки 5-78; 5-79; 5-80 и 5-81, а зажимы № 5 — 8 — к приводу № 6 с маркировками 6-78, 6-79, 6-80 и 6-81.

Нумерация элементов для указания адресов выполняется по определенной системе Так, на

схемах щитов станций управления и других комплектных устройств, состоящих из нескольких монтажных (транспортных) блоков (секций), например из трех, схемы соединений выполняют на трех листах и на каждом из них нумерацию аппарата начинают с единицы. Аппараты нумеруют в пределах каждой панели слева направо и сверху вниз, начиная с крайней левой панели.

Аппараты на блоках без монтажа (вспомогательные блоки и т. д.), устанавливаемые по щиту дополнительно (например, два-три реле на нижней плите), а также на дверях шкафов, нумеруют, начиная с числа *201*, слева направо, сверху вниз.

Рейки с зажимами нумеруют в пределах каждой панели, как правило, слева направо, сверху вниз, начиная с единицы, т. е. *Р1*, *Р2* и т. д. Закончив нумерацию реек на первой панели, нумеруют последующими числами рейки второй панели (например, *Р6*, *Р7*) и т. д.

Обращается внимание на то, что маркировка реек *Р1*, *Р2* и т. д., проставляемая предприятиями — изготовителями типовых блоков, как правило, не совпадает с маркировкой реек по щиту. Дело в том, что маркировка предприятия-изготовителя в каждом блоке повторяется, а маркировка, которая служит для указания адресов на схеме соединений, порядковая и потому не повторяется. Так, на рис. 13-1, *л* перечеркнутые обозначения *Р1* и *Р2* — это заводская маркировка реек по схеме типового блока, а *Р16* и *Р17* — маркировка реек по схеме межпанельных соединений секций щита.

В шкафах (без блоков с монтажом) с одной дверью и аппаратурой внутри шкафа сначала нумеруют аппараты, стоящие внутри шкафа, слева направо, сверху вниз, а затем — аппараты на двери. Например, внутри шкафа заняты номера *1—10*, на двери *11—17*. В шкафах с двумя дверьми сначала нумеруют слева направо, сверху вниз аппараты левой двери (например, *1—14*), потом аппараты внутри шкафа (например, *15—23*) и далее аппараты правой двери (например, *24—40*).

В пультах при поднятой крышке аппараты нумеруют порядковыми числами слева направо, сверху вниз.

На стеллажах, стоящих сзади щита, также принята порядковая нумерация аппаратов в направлении слева направо, сверху вниз, но для ее отличия от других аппаратов она начинается с числа *301*.

В схемах соединений сплошными линиями изображают соединения в пределах одной рейки (перемычки между зажимами) — рис. 13-1, *е*; в пределах одного аппарата (например, катушки с контактом) — рис. 13-1, *з*; новые присоединения в типовых блоках, например, от свободных контактов ключей к наборным рейкам (рис. 13-2); все соединения в силовых цепях (рис. 13-2). Сплошными линиями выполняют также схемы соединений отдельно стоящих стеллажей и все внешние присоединения (кабели, провода и пр.) — см. ниже § 14. Остальные соединения показывают с помощью адресов. Адреса позволяют легко и быстро определить направление провода и упрощают монтаж устройства.

Адресная маркировка выполняется двумя способами. Первый способ: адрес состоит из двух частей — в левой проставляют номер (адрес) аппарата (рейки), в правой — номер зажима аппарата (рейки) или маркировку по принципиальной схеме. Второй способ: адресом является номер аппарата (рейки). По первому способу выполняют схемы соединений щитов, напольных шкафов, блоков без монтажа, подсоединение приборов, устанавливаемых по щиту дополнительно. По второму способу выполняют схемы соединений пультов и навесных шкафов (для щитов управления, сигнализации, нетиповых панелей составляют принципиальные схемы на каждое изделие отдельно).

Адресами указывают: соединения между зажимами наборных реек блоков в пределах одной панели, а также наборными зажимами панели (блоков) и аппаратами, установленными на двери шкафа; наборными рейками панели с аппаратами на стеллажах; наборными рейками разных панелей; между аппаратами; между амперметром и шунтом.

Рассмотрим несколько типичных примеров схем соединений.

Схема соединений щита станций управления. На рис. 13-2 дана схема соединений одной панели щита. Контуры панели и блоков обведены штрихпунктирной линией, и над схемой написано «Вид сзади». Над панелью написан ее номер (*4*) в соответствии с чертежом общего вида. Панель собрана из типового блока с монтажом, типового блока без монтажа, нетипового блока и дополнительно установленного реле. В контурах типового блока с монтажом (верхний блок), типового блока без монтажа

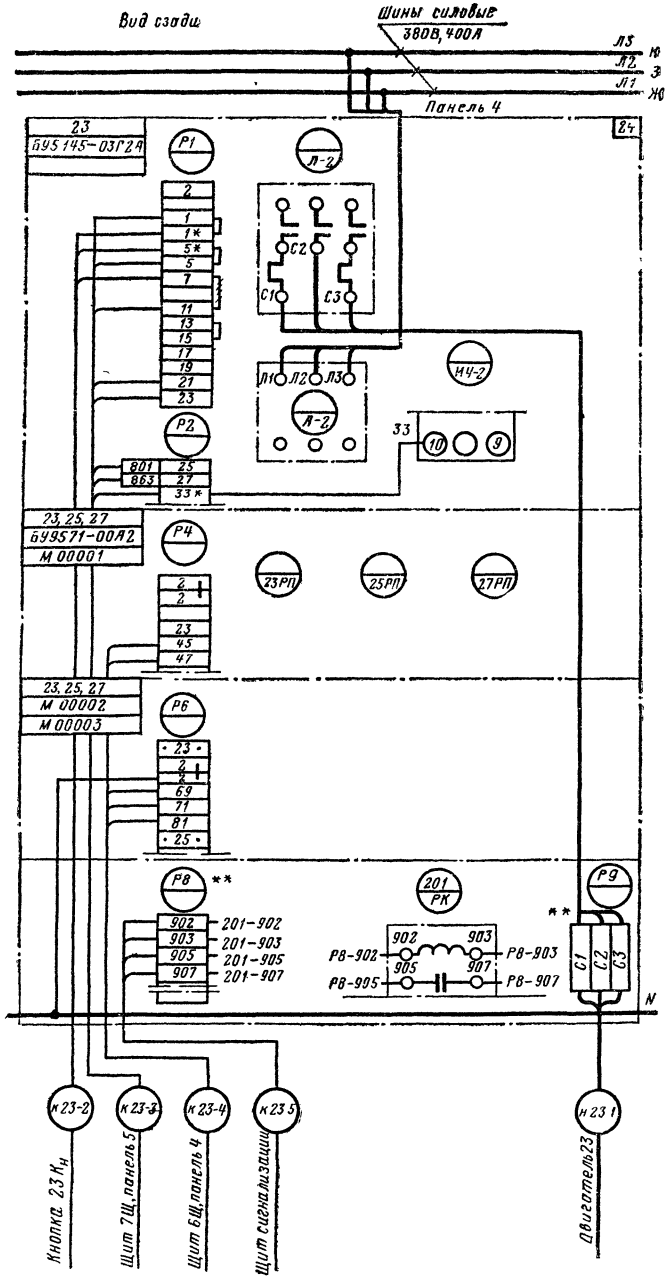


Рис. 13-2. Пример схемы соединений панели щита станции управ ний (характерные узлы).

(средний блок) и нетипового блока (нижний блок) в верхних левых углах начерчены прямоугольники, разделенные на три части. Сверху написан номер привода (для типового приводного блока — *23*), а для блоков без монтажа (вспомогательного) и нетипового (по чертежу проекта) — номера нескольких приводов (*23*, *25*, *27*), так как на этих блоках смонтированы аппараты, относящиеся к нескольким приводам (линиям). В средней части прямоугольника указаны тип (БУ5145-03Г2А) типового блока с монтажом, тип (БУ9571-00А2) типового блока без монтажа, обозначение (М00002) чертежа общего вида нетипового блока.

Нижнюю часть прямоугольника типового блока с монтажом оставляют свободной. В нее предприятие-изготовитель вписывает обозначение схемы соединений. Для типовых блоков без монтажа указывают схему соединений, в нашем примере М00001, а для нетиповых блоков — принципиальную схему, в нашем примере М00003. В изображении двухфидерного блока в правом верхнем углу проставляют в небольшом прямоугольнике номер другого привода этого блока (*24*). Остальные элементы, относящиеся к приводу *24*, на рис. 13-2 опущены.

Сверху над контуром щита изображены сборные шины (*Л1*, *Л2*, *Л3*) в соответствии с планом на чертеже общего вида и указаны их цвета. Нулевая шина (*N*) показана снизу. Ближайшей сборной шиной к контуру устройства изображают шину, наиболее близко расположенную к лицевой стороне щита. Поэтому первыми к верхнему контуру устройства показаны силовые шины переменного тока (Ж — желтая, З — зеленая, К — красная). Далее с несколько большим промежутком изображают силовые шины постоянного тока (синяя, красная) и затем — шины управления (синяя, красная). На рис. 13-2 силовые шины постоянного тока и шины управления не показаны. Для шин указывают справа маркировку (например, для силовых переменного тока *Л1*, *Л2*, *Л3*; для силовых постоянного тока—*Л2*, +*Л1*, для шин управления постоянного тока —*Л12*, +*Л11*); назначение (силовые, управления); напряжение и ток, например ~380 В, 400 А.

Для щитов двустороннего оперативного управления при установке шин над одной из сторон щита на схеме соединений шины условно изображают над обеими сторонами независимо от того, на скольких листах выполняется схема.

На схеме показаны внешние выводы (кабели). В кружках написаны их маркировки: контрольный — *к23-2*, *к23-3* и т. д., силовой — *н23-1* и т. д. Подробно вопрос о надписях у изображений кабелей рассмотрен в § 14.

На рис. 13-2 перенумерованы аппараты, наборные рейки и выполнены соединения по системе, описанной выше. Для составления схемы соединений комплектного устройства (щита, шкафа и т. п.) необходимо знать особенности схем соединений изделий, из которых устройство смонтировано. Рассмотрим эти особенности.

Блоки типовые с монтажом смонтированы по определенной принципиальной схеме. Маркировки наборных зажимов блоков являются маркировками участков цепей, выведенных от зажимов аппаратов на рейку. Поэтому перемаркировка зажимов на наборных рейках типовых блоков запрещается. При незначительных изменениях схемы соединений типового блока по конкретному проекту на наборной рейке занимают свободные зажимы, отметив их на чертеже знаком * (звездочка), или же устанавливают дополнительные рейки с зажимами, отмечая эти рейки ** (двумя звездочками). В нашем примере на рейке *Р1—2, 1, 5, 7, 11, 13* и т. д. — заводские маркировки, а *1* и *5* — маркировки вновь занятых зажимов (отмечены одной звездочкой).

Присоединение к зажимам. Следует иметь в виду следующее: а) к одному винту наборного зажима присоединяют один проводник. Следовательно, через наборный зажим можно соединить два проводника (рис. 13-3, *а*). Если нужно соединить больше двух проводников, то увеличивают количество зажимов с одинаковой маркировкой, соединяя зажимы перемычками (рис. 13-2), или применяют специальные зажимы (рис. 13-3, *б*), имеющие внутренние перемычки; б) если маркировка зажима по принципиальной схеме проекта (основная маркировка, см. § 5) отличается от маркировки зажима наборной рейки типовой станции, то рядом с изображением зажима с внешней стороны блока в прямоугольнике проставляют основную маркировку. Например, на рис. 13-2 заводские маркировки зажимов *25* и *27*, а маркировки *801* и *863*, указанные в прямоугольниках,— это основные маркировки по проекту.

Если основная маркировка не совпадает не только с маркировкой зажима наборной рейки, но и с маркировкой зажима аппарата типовой станции, то на схеме сое-

динений изображают монтажный символ аппарата и около зажима с несовпадающей маркировкой пишут обе маркировки — старую и новую, причем старую маркировку заключают в скобки, а новую проставляют рядом. На

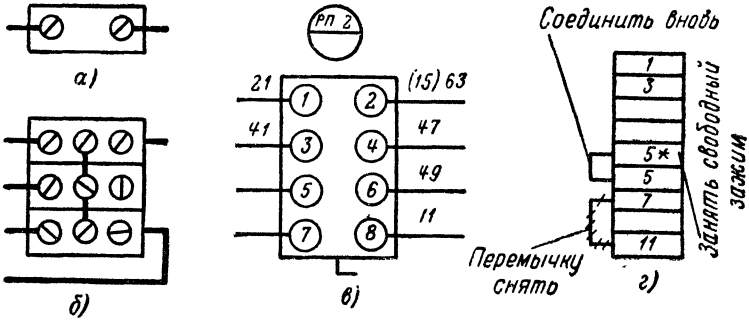


Рис. 13-3. Присоединение проводов к зажимам и аппаратам.

рис. 13-3, *в*, например, *15* — маркировка зажима по схеме типовой станции, а *63* — заменяющая ее основная маркировка.

Перекоммутация, т. е. пересоединения в схеме типовых изделий, допускается в исключительных случаях: до десяти проводов на блок; при большем количестве изменений нужно передавать предприятию-изготовителю новую принципиальную схему. Демонтируемый участок цепи, снимаемые перемычки на рейках (например, на рис. 13-2 и 13-3, *г* перемычки между зажимами *7* и *11*) перечеркивают. Новые соединения изображают сплошной линией совместно с зажимами тех элементов (аппарат, рейка), которые он соединяет. Так, на рис. 13-2 вновь приложен проводник *33*, который соединяет зажим *10* универсального переключателя *ИУ-2* с наборным зажимом *33* (вновь промаркирован, знак *) рейки *Р2*.

Блоки типовые без монтажа серии БУ9500 собраны на заводе, и каждый из них укомплектован аппаратами и приборами в соответствии с типом блока, но соединения не сделаны. Поэтому эти блоки монтируют по индивидуальным схемам проекта. Для них составляют схемы соединений с адресной маркировкой и в некоторых случаях дополнительно принципиальные схемы—этот вопрос рас-

мотрен подробно при описании схем нетиповых шкафов. На рис. 13-2 для типового блока без монтажа приведены узел наборной рейки *Р4*, позиционные обозначения (*23РП*, *25РП*, *27РП*) отдельных аппаратов, указан номер схемы соединений (М00001), которая выполнена на отдельном чертеже.

Блоки нетиповые собирают и монтируют по индивидуальным схемам проекта, но документация для них оформляется иначе, чем для блоков без монтажа (см. ниже). На рис. 13-2 приведен узел рейки *Р6* нетипового блока и обозначены чертежи общего вида (М00002) блока и схемы его соединений (М00003).

Дополнительные элементы установлены на свободной нижней плите: одно реле и его адрес — *201*, а позиционное обозначение *РК*, наборная рейка *Р8* и рейка с силовыми зажимами *Р9*. Обе рейки отмечены двумя звездочками (**). Соединение рейки *Р8* с зажимами реле *РК* выполнено адресами. Рейка *Р9* с силовыми зажимами *С1*, *С2* и *С3* соединена с пускателем *Л-2* сплошной жирной линией.

Рассмотрим подробней пример, относящийся к двум блокам управления, которые установлены на разных панелях щита. На рис. 13-4, *а* дан общий вид блока, на рис. 13-4, *б* показана его принципиальная схема, составленная для приводов № 23, 25, 27 и аналогично для приводов 33, 35 и 37, на рис. 13-4, *в* — схема соединений. В проекте, естественно, общий вид изображают на одном чертеже, принципиальную схему — на другом и схему соединений — на третьем. Здесь же для удобства сопоставления они показаны вместе.

Общий вид. На общем виде (рис. 13-4) даны размеры, определяющие взаимное расположение аппаратов. Над каждым аппаратом помещена табличка с позиционными обозначениями по принципиальной схеме. Позиционные обозначения обычно вносят в «Перечень надписей», но в нашем примере перечень не нужен, так как текст надписей приведен в изображениях табличек. На чертеже общего вида, как правило, дают ссылку на таблицу технических данных электрооборудования. Однако в тех случаях, когда таблица состоит из одной-двух позиций, разрешается помещать ее на чертеже общего вида. В нашем примере на блоке установлены четыре реле одного типа, поэтому таблица технических данных приведена на этом же чертеже (в брошюре — в подписи к

рис. 13-4), а не оформлена в виде отдельного документа. Рейке присвоено обозначение *Р6* в соответствии с порядковой нумерацией реек в пределах секции щита.

Принципиальная схема (рис. 13-4, *б*). Над схемой указаны род тока и напряжение (~220 В), эле-

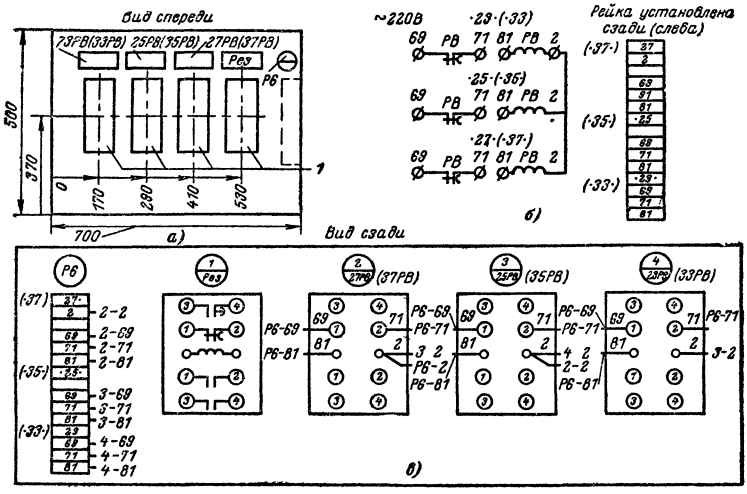


Рис. 13-4. Щит *2Щ*, панель *2* (щит *4Щ*, панель *8*). Блок управления с четырьмя реле времени. Общий вид (*а*), схема принципиальная (*б*), схема соединений (*в*).

Примечания: 1. Обозначения в скобках относятся к блоку щита *4Щ*. 2 На принципиальной схеме написано: свободные контакты реле *РВ*: 1з с выдержкой времени, 1з — 1р мгновенного действия. На общем виде в таблице «Технические данные электрооборудования» написано· обозначение по схеме — *РВ*; наименование — реле времени; тип — РВП-2; ~ 220 В, исполнение 2, выдержка времени 2 мин.

ментам схемы присвоены буквенные позиционные обозначения (*РВ*) и над ними написаны номера приводов, к которым они относятся: *23*, *25* и *27* для одного блока, *33*, *35* и *37* — для другого. Сочетания буквенной части позиционного обозначения с номерами приводов дают позиционные обозначения по полной принципиальной схеме, а именно *23РВ*, *25РВ*, *27РВ* и т. д. Эти позиционные обозначения написаны в табличках на общем виде блока (рис. 13-4, *а*).

Участки цепей, которые надлежит присоединить к наборным зажимам, заканчиваются перечеркнутыми кружками (перечеркнутый кружок — обозначение зажима),

над которыми написаны маркировки (69, 71, 81, 2 и т. д.). Эти же маркировки написаны в обозначениях зажимов на рейке, благодаря чему видно, какие провода на них выведены. Возникает вопрос: нужно ли выводить на рейку провода от зажимов всех аппаратов и на рейке делать перемычки, или же эти соединения целесообразней выполнять в пределах блока, минуя рейку? Ответ на этот вопрос принципиальная схема не дает в отличие от схемы соединений рис. 13-4, *в*. Но, воспользовавшись общим видом блока, на котором показано взаимное расположение аппаратов, можно заключить, как экономичнее и проще сделать соединения. В нашем примере проще соединить зажимы катушек трех реле *РВ* с маркировкой *2* в пределах блока и один провод вывести на рейку от того реле, которое ближе к ней расположено. Из рис. 13-4, *а* видно, что ближе к наборной рейке расположено реле *27РВ* для щита *2Щ* и *37РВ* для щита *4Щ*.

Схема соединений (рис. 13-4, *в*) показана для вида сзади. На ней изображены аппараты и наборная рейка. Аппаратам для указания адресов присвоены номера *1—4* (цифры в кружках над чертой). Рейка имеет маркировку *Р6* по схеме межпанельных соединений, в состав которых входит рассматриваемый блок.

Проследим по этой схеме (рис. 13-4, *в*) несколько соединений, обратив предварительно внимание на следующее. В наборной рейке изделия (блок, шкаф, пульт) с повторяющейся маркировкой по принципиальной схеме используют свободный наборный зажим, и на нем пишут номер привода, к которому относятся последующие наборные зажимы с маркировкой по схеме. Чтобы отличить зажим с номером привода от остальных маркировок, по обе стороны номера привода ставят по точке. В нашем примере для привода *23* (*33*) этот зажим обозначен ·*23*·(·*33*·), для приводов 25 (35), 27 (37) — соответственно ·25·(·35·), ·27·(·37·). Зажим с номером привода располагают при вертикальной установке наборных реек первым сверху для группы маркировок данного привода; при горизонтальной установке первым слева для определенной группы наборных зажимов. Адрес же рейки будет состоять только из ее порядкового номера, в нашем примере *Р6*.

От зажима с маркировкой *69* наборной рейки *Р6* привода ·23·(·33·) отходит провод с адресной маркировкой *4-69*. Это значит, что провод должен быть присоединен к

зажиму аппарата № 4 с маркировкой *69*. В нашем примере у зажима № 1 реле времени *23РВ* (*33РВ*) для привода *23* (*33*) написан обратный адрес, а именно *Р6-69*. На наборной рейке маркировка *69* повторяется трижды. Но один зажим *69* относится к приводу *23* (*33*) и провод от зажима рейки идет к реле № 4 — *23РВ* (*33РВ*), другой зажим *69* относится к приводу *25* (*35*) и провод идет к реле № 3—*25РВ* (*35РВ*) и, наконец, третий зажим *69* относится к приводу *27*(*37*) и провод идет к реле № 2 — *27РВ* (*37РВ*).

Провод с маркировкой *2* от зажима наборной рейки *Р6* идет к реле № 2 (адрес *2-2*, где *2* слева от разделительного знака — собственно адрес, а *2* после разделительного знака — маркировка). К зажиму с маркировкой *2* реле № 2 присоединены два провода; у одного из них написан обратный адрес *Р6-2*, у другого — адрес *3-2*, указывающий, что провод идет к реле № 3 к выводу с маркировкой *2*. У зажима с маркировкой *2* реле № 3 написаны два адреса: обратный *2-2* и *4-2* — провод идет к реле № 4. Провод, присоединенный к зажиму с маркировкой *2* реле № 4, имеет только обратный адрес: *3-2*.

Следует стремиться к тому, чтобы наборные зажимы для разных приводов с одинаковыми маркировками монтировались на разных рейках; в этом случае рейки будут иметь разные номера, что поможет легче прочесть схему соединений, быстрее в ней разобраться. Однако это вызывает необходимость в установке дополнительных реек, т. е. требует дополнительного свободного места в изделии, что не всегда представляется возможным.

Важное замечание. Обращается внимание на то, что в типовых шкафах, в которых, например, установлены типовые блоки, дополнительные аппараты на нижней плите, аппаратура на двери шкафа, все соединения вторичных цепей на чертеже указывают адресами, состоящими из двух частей. К ним относят соединения между аппаратами на нижней плите; между аппаратами нижней плиты и рейками; между аппаратами в пределах двери шкафа; между аппаратами двери шкафа и рейками блоков; между наборными зажимами разных блоков в пределах одной панели или между несколькими панелями.

Если на панели установлены блоки: типовой с монтажом, типовой без монтажа и нетиповой и все они относятся к одному приводу (линии), можно составлять для всех них одну принципиальную схему. Если типовой блок

без монтажа установлен в шкафу с дверью, на которой смонтирована аппаратура, то при выполнении для этого блока схемы соединений по щиту соединения с аппаратами, установленными на двери, производят по адресам, минуя наборные рейки. На наборные рейки, установленные на блоке, выводят с блока и двери лишь те проводники, для которых нужны внешние присоединения.

Для нетиповых блоков на принципиальных схемах показывают наборные рейки с промаркированными зажимами и перемычками между одноименными зажимами. Рейки на чертеже показывают со стороны монтажа по их фактическому расположению в изделии — вертикально или горизонтально и т. д. Над рейками пишут, например, «вид сзади» и проставляют их порядковые номера по схеме межпанельных соединений.

Схемы соединений нетиповых напольных шкафов. Нетиповые напольные шкафы могут состоять из нетиповых блоков, блоков без монтажа, набора аппаратуры, установленной внутри шкафа и на двери (дверях). Если такой шкаф предназначен для одной электроустановки, то принципиальные схемы проекта, по которым производится монтаж шкафа, взаимосвязаны. В этом случае на отдельном чертеже изображают единую для шкафа принципиальную схему с указанием рода тока и величины напряжения для всех элементов, установленных в шкафу, включая двери, например одни цепи ~220 В; другие — 220 В и т. д. Соединения, относящиеся к силовым цепям, показывают более жирными линиями. Для силовых цепей указывают номинальное напряжение и ток. Цепи напряжением выше 500 В выделяют фигурной скобкой, около которой проставляют напряжение в вольтах. На принципиальной схеме изображают рейки с наборными зажимами, которые должны быть на ней промаркированы. Выходные зажимы аппаратов показывают незачерненными перечеркнутыми кружками. Рейки маркируют (*Р1*, *Р2*) в соответствии с их фактическим расположением в изделии. Над рейками пишут, где они установлены (слева, справа), по виду со стороны монтажа. По просьбе предприятия-изготовителя допускается в отдельных случаях выполнять вместо принципиальных схем нетиповых шкафов (блоков, панелей) схемы соединений аналогично схемам соединений типовых шкафов.

Для нетиповых шкафов, если в них установлены типовые блоки без монтажа серии БУ9500 (вспомогатель-

ные), схемы соединений могут выполняться в двух вариантах. Дело в том, что в нормаль ОАА. 689. 014-68 внесены следующие изменения: а) для одиночных блоков (вспомогательных) без монтажа серии БУ9500, не связанных между собой в пределах панели единой электрической схемой, должны выполняться схемы соединений; б) для нескольких вспомогательных блоков серии БУ9500 связанных в пределах одной панели общей принципиальной схемой, должны выполняться и принципиальная схема и схема соединений. Это изменение в нормали и определило следующий характер выполнения схем нетиповых шкафов.

1. Если схему соединений блока без монтажа выполняют на схеме соединений монтажного блока щита (на схеме межпанельных соединений), то соединение этих блоков с дополнительно установленными в шкафу аппаратами и с аппаратами на двери шкафа выполняют, минуя рейки с зажимами.

2. Если для нескольких блоков без монтажа выполняют общую схему соединений на отдельном чертеже, то на схеме соединений шкафа изображают только наборные рейки этих блоков без монтажа, а все соединения блоков с дополнительно установленными аппаратами внутри шкафа и с аппаратами на двери шкафа показывают на схеме соединений самого шкафа через наборные рейки блоков без монтажа.

В обоих случаях в схемах соединений адресная маркировка слагается из двух частей: номера (адреса) аппарата (или рейки) по схеме соединений и маркировки зажима этого аппарата (или зажима наборной рейки) по принципиальной схеме.

Выбор того или другого варианта определяется при конкретном проектировании.

Схемы соединений шкафов навесных, пультов управления и других аналогичных нетиповых изделий выполняют способом адресной маркировки, но несколько отличным от схем соединений шкафов напольных всех видов и щитов открытого исполнения. В навесных шкафах и пультах адрес состоит только из порядкового номера аппарата или наборной рейки. Таким образом, для провода, подсоединяемого к аппарату, указывают в адресе но-

мер аппарата (*1, 2* ...), для провода, подсоединяемого к рейке, — ее обозначение (*Р1, Р2* ...).

Рисунок 13-5 иллюстрирует более сложный случай, когда на одной наборной рейке и на одном аппарате встречаются одинаковые маркировки цепей (зажимов), но относящиеся к разным приводам. Как видно из рис. 13-5, в монтажном символе аппарата, внутри изображения его зажимов, написана заводская маркировка (*1, 2* ...), если она имеется (см. ниже). Над проводами, присоединенными к зажимам, написана маркировка по принципиальной схеме управления (сигнализации, измерения), но маркировка цепей разных зажимов одного аппарата *ИР* или нескольких аппаратов (*1КУ, 2КУ*) одинакова. Поэтому, чтобы различить зажимы, в маркировку вводят номер того привода, к которому данная цепь относится. Таким образом, маркировка зажима составляется из двух частей: слева написан номер привода, справа — номер цепи по принципиальной схеме. Например, в универсальном переключателе *ИР* (рис. 13-5) два зажима имеют одинаковую маркировку по принципиальной схеме управления, а именно *9*. Один из зажимов с заводской маркировкой самого аппарата *2* относится к приводу *А*, а другой с заводской маркировкой *4* — к приводу *Б*. Поэтому рядом с зажимами аппарата проставлена маркировка: для зажима № 2 — *А-9*; для зажима № 4 — *Б-9*. У провода от аппарата к рейке адрес *Р1*, от рейки к аппарату — *1*. То же относится к ключам *1КУ* и *2КУ*, где у зажимов № 2 проставлены маркировки *А-7* и *Б-7* и т. д.

В нашем примере буквы *А* и *Б* заменяют номера приводов, которые, как видно из подписи к рисунку, для шкафа *1ШМУ* будут *13* и *14* соответственно, для шкафа *2ШМУ* — *112* и *113*, для шкафа *3ШМУ* — *119* и *120*.

От шкафов отходят кабели. Их маркировки расшифровываются следующим образом: «*к*» — контрольный кабель, *13, (14, 112, 113, 119, 120)* — номер привода; *3* — порядковый номер кабеля. Кабели семижильные 1 (7×2,5). Четыре жилы присоединены к зажимам, три жилы — резервные (от кабеля отходят три стрелочки). Маркировки каждого кабеля написаны в трех кружках, так как одна схема предназначена для трех шкафов. Верхние кружки относятся к кабелям, отходящим от шкафа *1ШМУ*, средние — от шкафа *2ШМУ*, нижние — от шкафа *3ШМУ*.

Адреса для присоединения проводов к аппаратам, не имеющим заводских обозначений зажимов. Как сказано выше, не все аппараты имеют заводские обозначения зажимов. Как же составляют адреса проводов для присоединения к этим аппа-

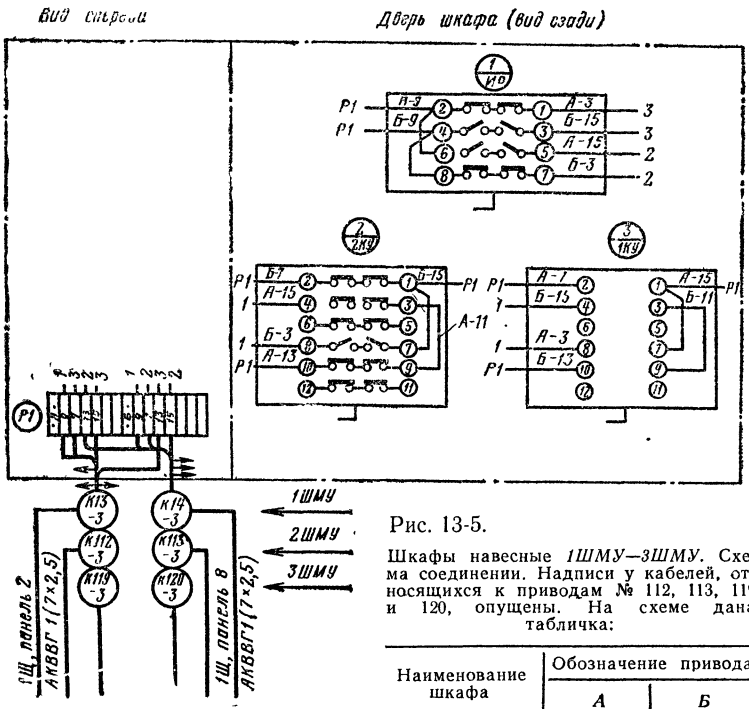


Рис. 13-5.

Шкафы навесные *1ШМУ—3ШМУ*. Схема соединении. Надписи у кабелей, относящихся к приводам № 112, 113, 119 и 120, опущены. На схеме дана табличка:

Наименование шкафа	Обозначение привода	
	А	*Б*
1 ШМУ	13	14
2 ШМУ	112	113
3 ШМУ	119	120

ратам, когда они имеют одноименную маркировку зажимов по принципиальной схеме проекта, но относящуюся к разным приводам? Основным приемом для такого случая является выделение для каждого привода самостоятельных реек. Так, например, если одноименные по принципиальной схеме зажимы аппаратов относятся и к приводу *7*, и к приводу *15*, то все цепи привода *7* выводят на одну наборную рейку, а привода *15*—на другую,

Схемы соединений стеллажей, стоящих сзади комплектных устройств (или над ними сверху). Соединения силовых цепей между аппаратами на стеллажах с аппаратами комплектных устройств показывают на чертеже сплошными жирными линиями следующим образом: цепи силовых проводников выводят в верхнюю часть схе-

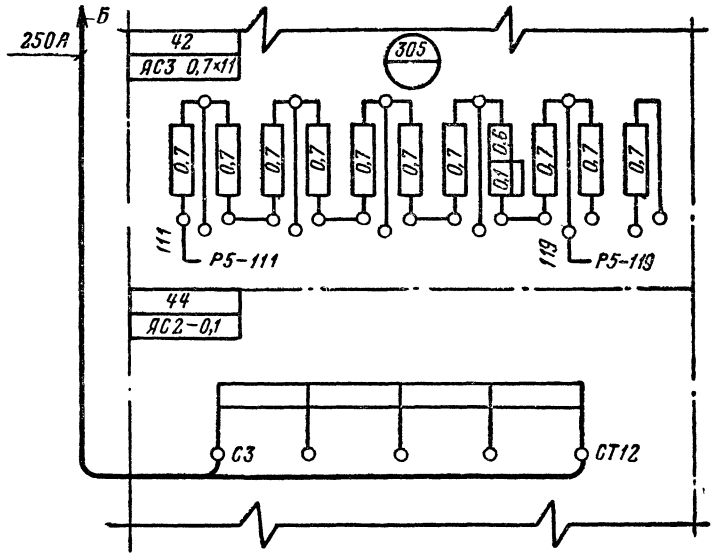


Рис. 13-6. Щит *5Щ*, панель *2А*. Стеллаж с сопротивлениями. Схема соединений. Вид со стороны обслуживания. В прямоугольниках указан номер привода (42), тип ящика сопротивлений (ЯСЗ), а также величины и количество сопротивлений (0,7×11—11 сопротивлений по 0,7 Ом каждое).

мы за контур стеллажа. Проводники с одинаковой нагрузкой, подсоединяемые к одной панели, объединяют в один пучок. Около изображения каждого пучка, заканчивающегося стрелкой, проставляют прописную (заглавную) букву *А*, *Б*... и указывают нагрузку проводников (ток, А) — пример дан на рис. 13-6: пучок *Б*, ток 250 А.

Соединения несиловых цепей показывают адресами, состоящими из двух частей, например, для присоединения к аппарату, установленному на стеллаже сзади щита, в левой части адреса пишут номер аппарата по схеме

соединений стеллажа, в правой — маркировку зажима аппарата по принципиальной схеме проекта. Например, адрес *305-11* означает: номер аппарата по схеме соединений *305* (рис. 13-6), маркировка зажима аппарата по принципиальной схеме — *11*. Обратный адрес проводника от аппарата на стеллаже до рейки на панели составляют по тому же способу, как указывалось ранее, т. е. слева пишут номер рейки (*Р5*), справа — маркировку наборного зажима панели (*111* и *119*). Основную маркировку указывают рядом в прямоугольнике, если она отличается от маркировки зажима.

На стеллаже при соединении аппаратов друг с другом с каждой стороны проводника указывают в левой части — порядковый номер аппарата по схеме соединений; в правой части — заводскую маркировку зажима аппарата в соответствии с каталожными данными или, если аппарат ее не имеет, — маркировку зажима аппарата по принципиальной схеме проекта. Этот случай рис. 13-6 не иллюстрирует.

В двустороннем щите для соединения вторичных цепей аппаратов на стеллажах с наборными рейками панелей на стеллажах устанавливают наборные рейки, через которые выполняют соединения, обозначая их адресами.

Схемы соединений стеллажей, стоящих за щитом, выполняют, как правило (см. § 12), на отдельных листах, а стоящих над щитом — либо на отдельных от схемы соединений листах, либо на одном с ней листе, что определяется удобствами чтения схемы, размерами чертежей и пр.

Схемы соединений отдельно стоящих стеллажей. Проводники вторичных и силовых цепей выводят на соответствующие рейки. Для силовых цепей, соединяющих аппараты с рейками, проставляют токи, А. Все соединения для вторичных и силовых цепей от аппаратов к рейкам изображают линиями (рис. 13-7). Силовые цепи изображают жирными линиями. Схемы соединений стеллажей, стоящих сзади щита, над ним и отдельно стоящих, выполняют по виду со стороны обслуживания.

Схемы соединения щитов управления и сигнализации. Щиты управления и сигнализации комплектуют из нетиповых панелей (рис. 13-8). На каждую характерную панель на отдельном чертеже составляют принципиальную схему с изображением промаркированных наборных реек. Над рейками указывают расположение по виду со

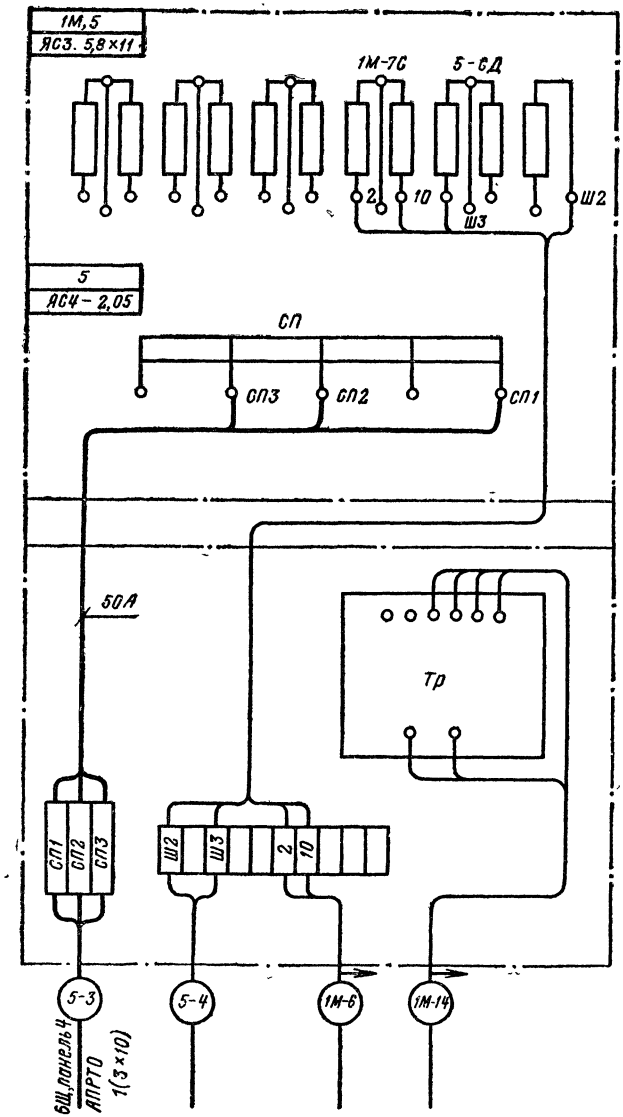


Рис. 13-7. Стеллаж отдельно стоящий. Схема соединений. Вид спереди.

стороны монтажа. По договоренности с предприятием-изготовителем может быть составлена схема соединений вместо принципиальной схемы. Между одноименными зажимами наборных реек изображают перемычки. Рассмотрим пример.

На рис. 13-8 показан общий вид панели щита аварийной сигнализации, на рис. 13-9 приведена схема соединений. Проследим несколько цепей. От верхнего зажима наборной рейки *Р1* провод *701* идет к зажиму *3* реле *1РП*, затем сделана перемычка на один из зажимов *701* обмотки реле *1РП*. Далее следуют соединения: заводской зажим *15* реле *РИС* (маркировка по схеме *701*) — кнопка *КОС* (адрес 24-701) и т. д. Четыре зажима рейки *Р1* с маркировкой *701* соединены перемычкой. От рейки *Р1* к звонку *Зв* (адрес 63) идут провода с маркировками *702* и *703*. Один вывод лампы сигнального табло *98ТС* (адрес *7*) присоединен к зажиму *1015* рейки *Р2* и к диоду *98Д* (адрес *25*). Другой вывод лампы имеет маркировку *1016* и идет на 44-1016 (не показано).

Общие замечания. В настоящее время адресная маркировка широко распространена. Но она выполняется только на чертежах, а в изделии от-

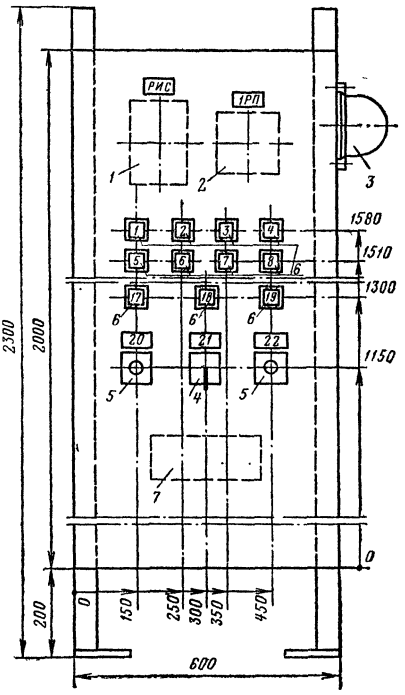


Рис. 13-8. Щит аварийной сигнализации. Общий вид. На выносках указаны поз. *1—7* по таблице технических данных. На сигнальных табло (поз. *6*) даны номера 1—19 по перечню надписей. Над изображениями кнопок (поз. *5*) и универсального переключателя (поз *4*) показаны таблички для надписей с номерами 20—22 по перечню надписей. Штриховыми линиями показаны установленные сзади щита реле импульсной сигнализации *РИС* и промежуточное реле *1РП*, а также панель с диодами *Д* (поз. 7).

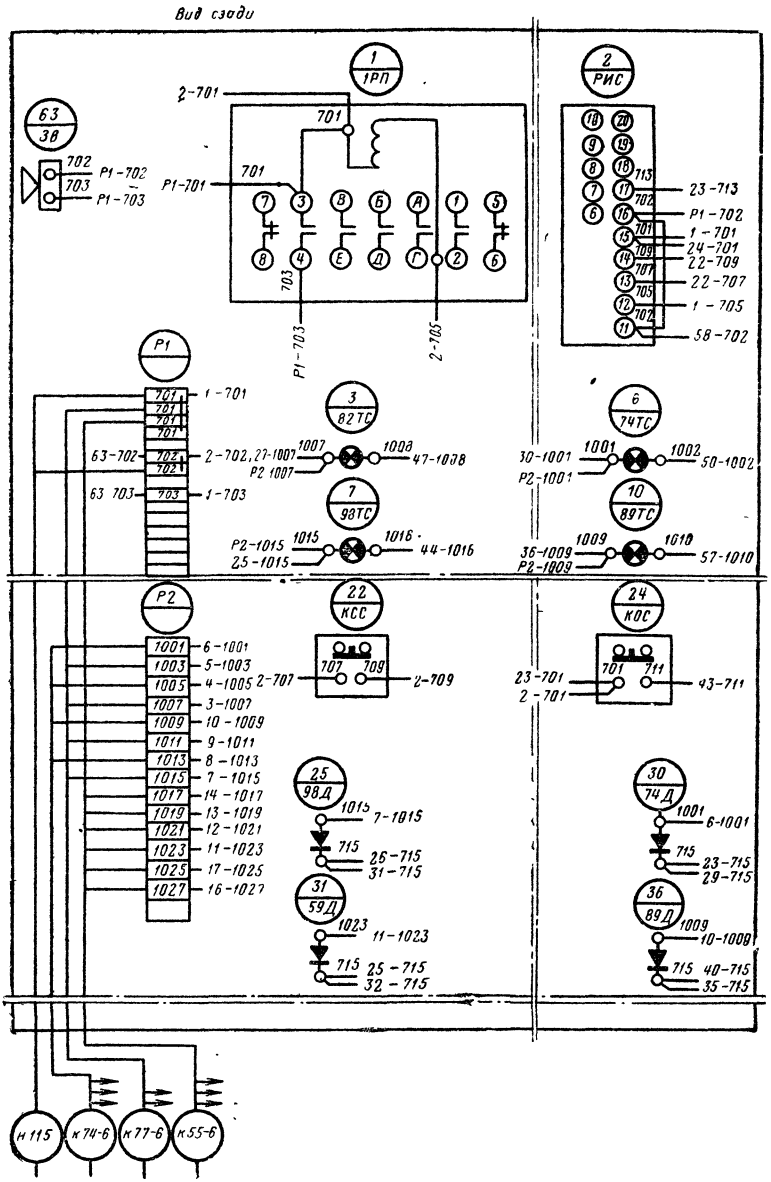


Рис. 13-9. Щит аварийной сигнализации. Схема соединений (дана с сокращениями).

сутствует. Как выполнение схемы с адресной маркировкой, так и их чтение требуют известных навыков.

Кроме адресной маркировки, в схемах соединений применяют сплошные линии. Сплошными линиями показывают: перемычки между зажимами в пределах одной наборной рейки до 15 зажимов; новые дополнительные подсоединения на типовых блоках; перекоммутацию цепей в типовых блоках (демонтируемые линии перечеркивают); спуски от шин к силовым зажимам аппаратов; соединения силовых цепей, соединения между силовыми зажимами аппаратов в цепочку; соединения силовых зажимов аппаратов со специально установленными силовыми зажимами в пределах изделия;

подключения внешних проводников, подводимых непосредственно к силовым зажимам аппаратов, расположенным не выше 1200 мм от пола, если проводники подходят снизу. Если проводники подходят сверху, то не ниже 1200 мм от верхнего края устройства;

подключения внешних проводников к дополнительным силовым зажимам, расположенным в нижней части панели, когда аппараты установлены выше 1200 мм от пола, а проводники подводят снизу;

внешние присоединения к дополнительным силовым зажимам (изображаются условно в нижней части панели), когда аппараты расположены ниже 1200 мм от верхнего края устройства, а проводники подводят сверху. [1]

Внешние силовые проводники при токах не более 10 А допускается непосредственно присоединять к свободным зажимам наборных реек типовых блоков и панелей. При токах более 10 А устанавливают дополнительные силовые зажимы. Их изображают при токах до 300 А в виде увеличенных реек по сравнению с рейками для контрольных цепей — см. рейку *Р9* на рис. 13-2; при токах выше 300 А — кружками диаметром 4—5 мм, см. зажимы *Л1* и *Л2* на рис. 14-3.

Для всех соединений силовых цепей в пределах комплектного устройства (спуски от сборных шин, силовые перемычки между аппаратами стеллажей, соединения в цепочку) при токах более 15 А должны быть указаны нагрузки — ток, А.

[1] Для устройств с реечными блоками специальные силовые зажимы не монтируют, за исключением особых случаев, и проводники подсоединяют к зажимам аппаратов (см. нормаль ОЛХ 084.108).

Для блоков с автоматами рекомендуется в цепочку соединять зажимы не более трех-четырех автоматов. При этом следует учитывать номинальный ток автомата, выше которого не допускается нагрузка на подводимый к нему проводник. Следовательно, если на блоке установлено шесть автоматов, каждый на номинальный ток 50 А, то при соединении в цепочку зажимов трех (четырех) автоматов фактическая длительная суммарная нагрузка проводника, подводимого к зажимам автомата, не должна превышать 50А. Подробно этот вопрос рассмотрен в § 12 (рис. 12-1).

Схемы соединений реечных блоков серии РУ выполняют встречными адресами по нормали ОАА.689.014-68. Адрес должен быть одинарным. Двойной адрес в виде исключения применяется, если соединяемые зажимы имеют разные маркировки: например, один зажим имеет маркировку заводского блока по типовой схеме, маркировка другого зажима—основная по конкретной проектной схеме. В одинарном адресе указывают только адрес аппарата по схеме соединений (как правило, это должен быть порядковый номер аппарата на панели, блоке и т. п.), в двойном адресе — адрес аппарата и номер его зажима или маркировку цепи по принципиальной схеме.

Для щитов, состоящих из нескольких шкафов, на отдельных чертежах выполняют: а) схемы соединений каждого шкафа со сборными шинами и подсоединениями к ним; б) схему соединений секции щита, на которой изображают панели с наборными рейками, перемычки между зажимами наборных реек, межлинейные соединения, внешние выводы к рейкам и силовым зажимам аппаратов. Сборные шины и подсоединения к ним на схемах соединений секций щитов не показывают, так как они изображены на схемах соединений каждого шкафа. Оформление документации производится так же, как и для комплектных устройств с блоками (панелями) на плитах.

14. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Общие сведения. По схемам подключения выполняют соединения между электрооборудованием посредством кабелей, проводов и в отдельных случаях шин.

Схемы подключений выполняют для отдельно стоящего (вне комплектных устройств) электрооборудования:

а) относящегося к одному технологическому району, потоку; б) подсоединяемого к одному крупноблочному устройству, например щиту станций управления; в) для сложного привода; г) для механизмов с передвижным приводом; д) для типовых комплектных устройств. Каждую из перечисленных схем обычно выполняют на отдельном чертеже. На нем показывают все кабели и провода, соединяющие между собой электрооборудование, изображенное на чертеже, и по возможности соблюдают его взаимное расположение в соответствии с планом. Для внешних соединений преобразовательных агрегатов соблюдение взаимного расположения двигателей, генераторов и возбудителей обязательно.

Внешние соединения отдельно стоящего электрооборудования и несложных комплектных устройств (шкаф местного управления, пульт), устанавливаемых поблизости, обычно показывают на одном чертеже.

Правила устройства электроустановок допускают объединять в одном контрольном кабеле цепи различного назначения: управления и сигнализации, защиты и измерения, а также цепи, питающие электроприемники небольшой мощности при условии, что сечение жил, необходимое для электроприемника, не отличается от сечения остальных жил кабеля. Желательно при этом, чтобы цепи в этом кабеле относились к одному механизму или единому технологическому потоку (например, цепи поточно-транспортных систем). Однако совместная прокладка в одном кабеле цепей взаиморезервируемых приводов запрещается.

Резервные жилы оставляют для всех относительно длинных кабелей с большим количеством жил. Примерно на семь—десять рабочих жил (проводов) приходятся две-три резервные. Таким образом, при семи рабочих жилах берут десятижильный кабель, обозначая его 1(10×2,5), или десять проводов в пучке — 10 (1×2,5 мм²).

Не следует скупиться на резервные жилы в кабелях, прокладываемых на большие расстояния, а также связанных с панелями управления и сигнализации, так как в процессе эксплуатации часто возникает необходимость в дополнительных цепях и сигналах, для которых нужны свободные жилы.

Направление прокладки кабелей. В зависимости от расположения электрооборудования кабели, отходящие от комплектного устройства (например, со

щита), могут быть направлены и вниз и вверх. Но даже кабели, направленные вверх, в силу ряда обстоятельств нередко раньше спускаются вниз и лишь потом направляются вверх. На схемах соединений устройств, где внешние выводы направляются сразу вверх, их по возможности изображают направленными вверх. Если же вопрос о направлении кабелей решается, когда схемы уже готовы к выпуску, то на схеме указывают номера кабелей условно направленными вниз, хотя в действительности их надо направить вверх. При этом рекомендуется ссылаться на чертеж разводки, где изображены эти кабели.

Использование одной схемы подключения для нескольких устройств. Если одна схема подключений использована для нескольких (двух-трех) комплектных устройств, агрегатов и т. п., то на ней для отходящих линий изображают соответственно по два-три кружка и в каждом проставляют маркировку. Если направления линий различны, то их изображают отходящими от каждого кружка линиями (рис. 14-1,*а*). Если кабели идут в одном направлении, например от щита к двигателю, то изображают одну линию, хотя количество кружков соответствует количеству двигателей, к которым отходят проводники (рис. 14-1,*б*).

Если схема с большим количеством внешних подключений применяется для четырех или более устройств, то рекомендуется составлять таблицу с перечислением всех устройств (механизмов), маркировок проводников и т. п. Пример дан выше на рис. 13-5 (§ 13). В основной надписи перечисляют номера всех устройств (механизмов), которые указаны в таблице или для которых на чертеже изображены кружки. Для чертежей с таблицей, если в основной надписи недостаточно места для перечисления всего электрооборудования, ограничиваются его перечислением в таблице или дополнительными пояснениями на свободном поле чертежа.

Способы выполнения схем подключений комплектных устройств. Для каждого устройства схему подключений, как правило, выполняют на отдельном чертеже. На схеме показывают наборные рейки, силовые зажимы аппаратов, к которым непосредственно может подсоединиться проводник внешней сети, силовые наборные нажимы и в отдельных случаях шины, если к ним подводят внешние проводники.

Распространены два способа выполнения схем подключений комплектных устройств: 1. Все внешние подключения показывают на схеме соединений (см. выше рис. 13-5). 2. Схему подключений изображают на отдельном чертеже, как показано на рис. 14-3, пояснения к ко-

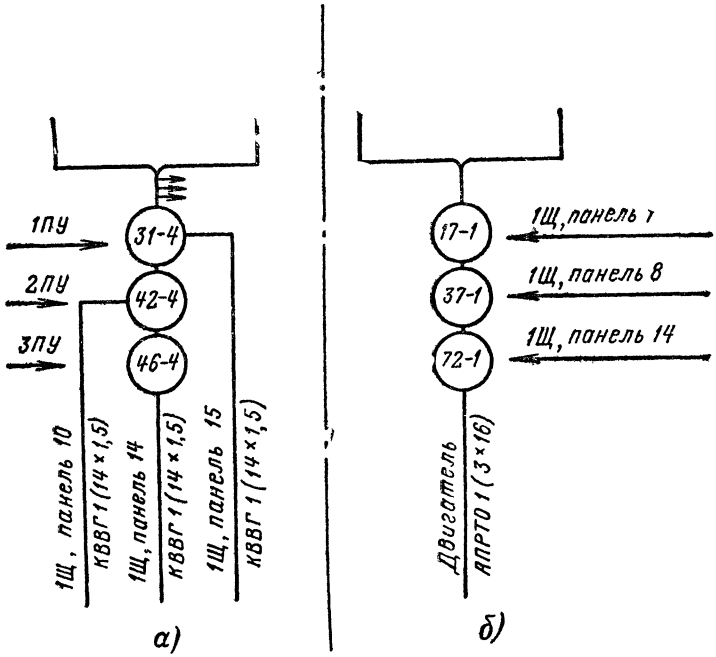


Рис 14-1. Изображение кабелей (пучков проводов), отходящих к нескольким устройствам.

торому даны ниже. Каждый из способов имеет преимущества и недостатки.

Преимущество первого способа состоит в том, что при составлении схемы соединений одновременно учитывают требования внешних коммуникаций. Это значительно повышает качество проекта, дает возможность избежать переделок, почти всегда неизбежных при выполнении работы по второму способу, сокращает объем документации и т. п. Недостатком является невозможность разделения труда, так как схемы соединений и подключений должен выполнять один исполнитель.

Преимущество второго способа заключается в разделении труда: схемы подключений и соединений могут выполнять почти одновременно несколько исполнителей. Недостатки состоят в том, что при выполнении схем подключений в другие сроки приходится вновь затрачивать время на прочитывание принципиальных схем, вновь выполнять большого размера чертеж с нанесением контуров комплектного устройства, размещением в нем наборных реек, аппаратов, вновь монтируемых силовых зажимов, иногда сборных шин. Еще раз приходится продумывать вопросы, связанные с внешними подключениями, корректировать схемы, добавлять зажимы наборных реек или целиком рейки, т. е. тратить время на малопроизводительную работу.

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМ ПОДКЛЮЧЕНИЙ

Пример 14-1 — схема подключений типового шкафа управления. На рис. 14-2 показана схема подключения двух шкафов типа ШУ5402-03В2В (основные сведения о шкафах приведены в § 11). Один из них предназначен для привода № 11, другой — для привода № 14. Тип шкафа и номера приводов ясны из надписей в прямоугольниках в верхнем левом углу вида спереди шкафа.

Показаны графические обозначения тех аппаратов, к которым присоединяют внешние проводники или производят какие-либо изменения. В кружках под чертой написаны заводские позиционные обозначения аппаратов: *В-Н, А, ИУ, КУ*. В кружках над чертой нет цифр, которые служат для выполнения соединений посредством адресной маркировки, так как такие цепи в данном случае отсутствуют. Дана маркировка силовых зажимов *С1*; *С2*; *С3*; *Л1*; *Л2*; *Л3* и т. д. Заводские маркировки наборных реек *Р1*, *Р2* и *Р3* написаны над чертой. На свободной рейке *Р3* зажимы промаркированы вновь, на что указывает звездочка на каждом зажиме этой рейки. Зажимы на рейке *Р1* промаркированы *2*; *Л12*; *Л21*; *5**; *1* и т. д., причем маркировка *5* со звездочкой новая. Маркировка *73*, написанная в изображении бирки рядом с заводской маркировкой зажима *5*, заменяет ее по схеме проекта. Показаны также перемычки между зажимами *7—9*; *11—17*; *31—37*, выполненные предприятием — изготовителем шкафа.

Из внутренних соединений шкафа изображены лишь те, которые надлежит либо демонтировать — они перечеркнуты, либо выполнить вновь по месту установки шкафа. Так, демонтируется перемычка между выводом (*С1*) *ИУ* и кнопкой *КУ*. Вновь выполняется соединение между выводом *ИУ* (*С1*) и вновь промаркированным зажимом *5* наборной рейки *Р1* (показано тонкой линией). У кнопки маркировка зажима *5* заключена в скобки и рядом без скобок проставлена новая маркировка *73* по схеме проекта; соединения при этом остались без изменений.

Кружки, относящиеся к внешним выводам, расположены в два ряда. Верхний ряд относится к шкафу *11ШУ*, нижний — к шкафу *14ШУ*. В кружках написана маркировка кабеля, например *к11-1*; *к14-1*; *к11-2* и т. д., *341* и *342* — питающие кабели.

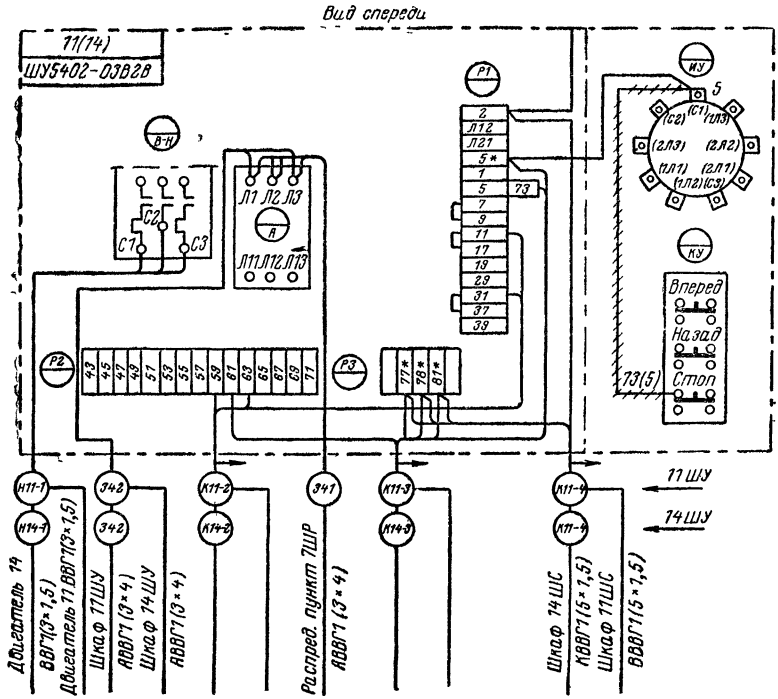


Рис. 14-2. Шкаф управления *11ШУ* (*14ШУ*). Схема подключений. Ряд надписей у кабелей опущен.

У изображения кабеля слева указано направление (двигатель *14*, шкаф *11ШУ* и т. д.); справа написаны марка и сечения—*ВВГ1*(3×1,5), *АВВГ1*(3×4) и т. д.

Пример 14-2 — схема подключения нетипового шкафа (рис. 14-3) выполнена для трех шкафов *5ШУ—7ШУ*. На схеме показаны изменения, которые надлежит выполнить[1], а также отходящие кабели. Штрихпунктирной линией обведены ряды зажимов *Р1* и *Р2*, рассчитанные по изоляции на напряжение 1000 В. Зажимы *Л1* и *Л2*, рассчитанные на ток более 300 А, изображены кружками (см. § 12). От них выведены два параллельных кабеля (*100-1А*, *100-1Б*).

Снимают соединения, показанные перечеркнутыми линиями (маркировки *672* и *640*). Сплошными линиями изображены новые

[1] Эти изменения появились из-за того, что схема подключений выполнялась не одновременно со схемой соединений. Их приходится вносить на месте монтажа шкафа, из-за чего они показаны на схеме подключений, а не на схеме соединений.

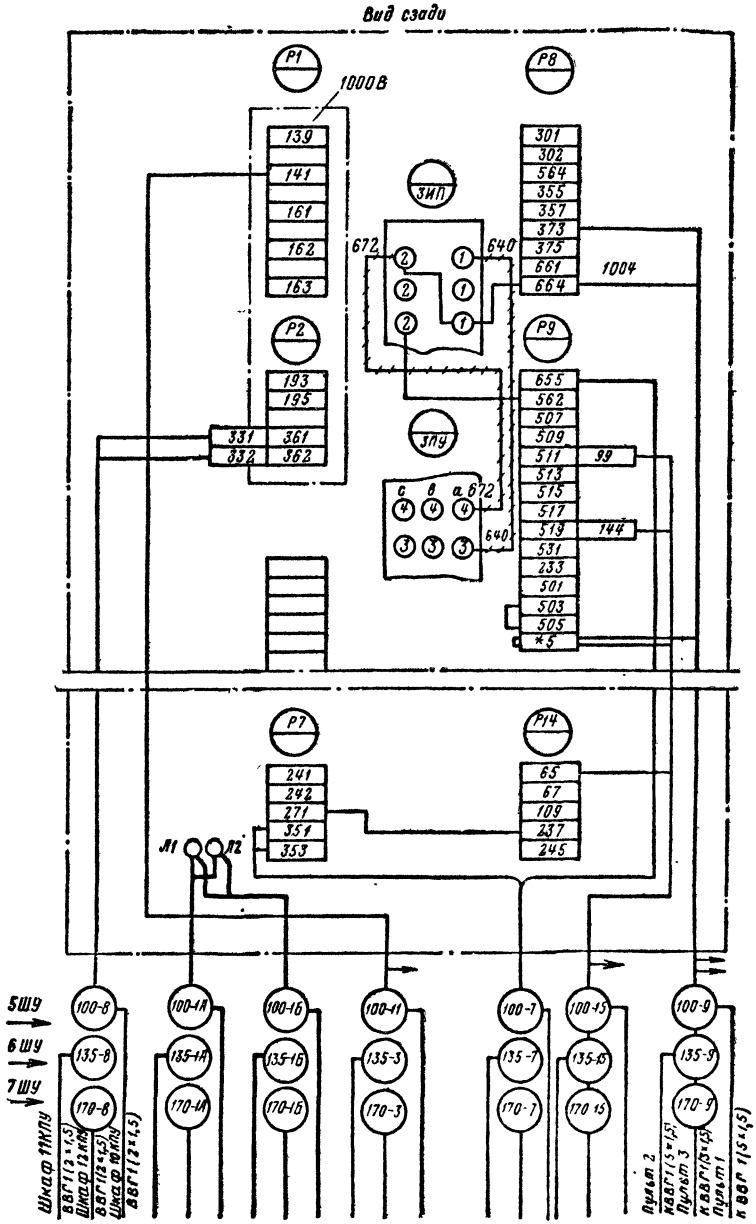


Рис. 14-3. Шкафы управления *5ШУ — 7ШУ*. Схема подключений. Ряд надписей у кабелей опущен.

соединения, а именно: перемычка между зажимами № 1 и 2 у аппарата *3ИП*; перемычка от зажима № 1 *3ИП* на рейку *Р8* (маркировка *664*); перемычка от зажима № 2 *3ИП* на рейку *Р9* (маркировка *562*); перемычка между зажимами *271* рейки *Р7* и *237* рейки *Р14*.

Схема предназначена для трех одинаковых шкафов, поэтому каждый кабель на схеме имеет три маркировки, например *100-8*;

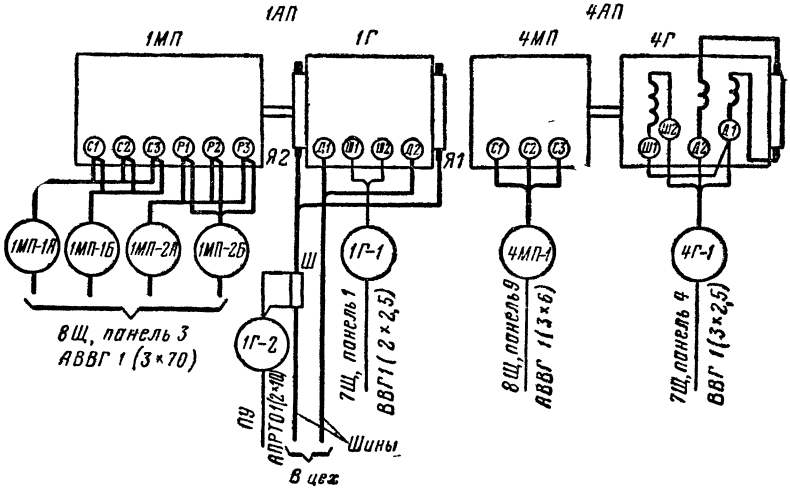


Рис. 14-4. Преобразовательный агрегат. Схема подключений.

135-8 и *170-8*. Маркировка кабеля состоит из номера привода (100, 135 и 170) и номера кабеля (8). Подробнее см. § 5. Как видно из надписей, кабель *100-8* идет к шкафу *10КПУ*, кабель *135-8* — к шкафу *11КПУ*, кабель *170-8* — к шкафу *12КПУ*. Кроме маркировок и направлений, указаны марки кабелей (проводов), число жил и сечение — ВВГ 1(2×1,5), а также число резервных жил. Резервные жилы изображают стрелочками. В нашем примере кабели *100-9*, *139-9* и *170-9* имеют по две резервные жилы.

Пример 14-3. На рис. 14-4 изображены присоединения к преобразовательным агрегатам *1МП* — *4МП*. Каждый агрегат состоит из двигателя *1МП* (*4МП*) и генератора *1Г* (*4Г*). На схеме показана маркировка выводов (*С1*, *С2*, *С3*, *Р1*, *Р2*, *Р3*, *Я2*, *Я1*, *Ш1*, *Ш2*) двигателей и генераторов. В качестве примера показана схема внутренних соединений генератора *4Г*. Маркировка кабелей состоит из двух частей. Слева от разделительного знака написано обозначение двигателя, справа — порядковый номер кабеля. Так, например, от двигателя *1МП* на панель № 3 щита *8Щ* идут четыре трехжильных (по два параллельно) кабеля *1МП-1А*, *1МП-1Б*, *1МП-2А* и *1МП-2Б* марки АВВГ сечением 70 мм².

Агрегаты *2АП* и *3АП* монтируют по такой же схеме, но маркировка кабелей меняется так: для агрегата *2АП* вместо маркировки *1МП-1А* пишут *2МП-1А* и т. п. Кроме того, меняется номер панели. Кабели (провода), относящиеся к генератору *1Г*, маркируют *1Г-1* и

1Г-2. У генератора *4Г* агрегата *4АП* сечения проводников к обмотке возбуждения и якорю одинаковы, поэтому использован один общий трехжильный кабель *4Г-1* марки ВВГ сечением 1(3×2,5) мм². Подчеркнем, что применение общего кабеля возможно лишь в том случае, если все его жилы имеют не только одинаковое сечение, но и одно направление.

Пример 14-4. Рисунок 14-5 иллюстрирует схему подключений простейшего электропривода, который состоит из электродвигателя *М*, магнитного пускателя *Л* (буквой *Л*, первой буквой слова «линейный», обычно обозначают магнитные пускатели, контакторы и тому подобные аппараты, через которые двигатели присоединяются к питающей линии) и кнопки *Кн*. Электродвигатель соединен в звезду — между тремя его выводами поставлена перемычка. К выводам *Л1*, *Л2*, *Л3* магнитного пускателя кабелем *1* присоединено питание. Трехжильный провод *2* соединяет выводы магнитного пускателя *С1*, *С2*, *С3* с электродвигателем. Трехжильный провод *3* соединяет магнитный пускатель с кнопкой *Кн* «Пуск — Стоп». На рис. 14-5 можно проследить электрические цепи и их маркировку. Принципиальная схема показана в § 15 на рис. 15-3, *а*.

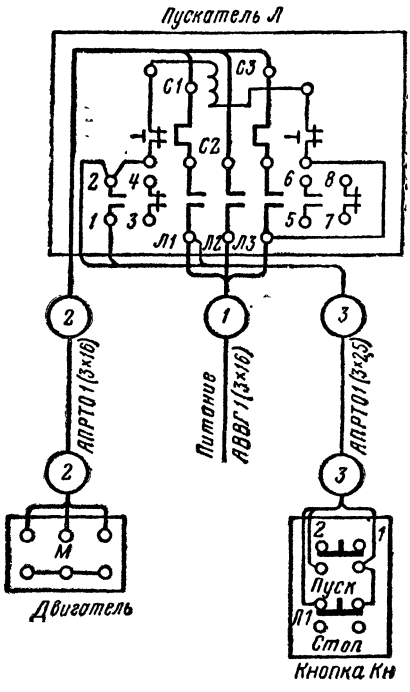


Рис. 14-5. Двигатель с короткозамкнутым ротором. Схема подключений.

Пример 14-5 — схема подключений блока управления типа БУ5144-13Г2А, электродвигателя *5М* и кнопки *5Кн* показана на рис. 14-6. В блоке смонтированы автомат, магнитный пускатель с тепловыми реле, предохранители цепи управления и ряд зажимов для присоединения внешних выводов и выполнения перемычек, необходимых в тех или иных конкретных случаях. Подробные сведения о блоках приведены в § 11.

Пример 14-6 — схема подключений рубильника *Р*, автоматического выключателя *В*, амперметра *А* и электродвигателя *132* (рис. 14-7) соответствует принципиальной схеме, которая показана на рис. 15-2,*б*. Провод *Л22* переходит из трубы *4* в трубу *2*.

Пример 14-7 — схема подключений реверсивного (меняющего направление) двигателя (рис. 14-8) соответствует принципиальной схеме рис. 15-5,*а*. Питание по кабелю *1* подводится к автомату *В* типа

АП50-3МТ, далее по кабелю *2* поступает к магнитному пускателю, который состоит из двух контакторов *В* («Вперед») и *Н* («Назад»), и, наконец, кабель *3* соединяет магнитный пускатель с электродвигателем *М*. Кнопка *Кн* имеет три штифта: «Вперед», «Назад» и «Стоп». В данном случае автоматический выключатель, кнопка, магнитный пускатель и двигатель находятся на сравнительно большом расстоянии друг от друга, и к каждому из них прокладывается самостоятельный кабель или многожильный провод.

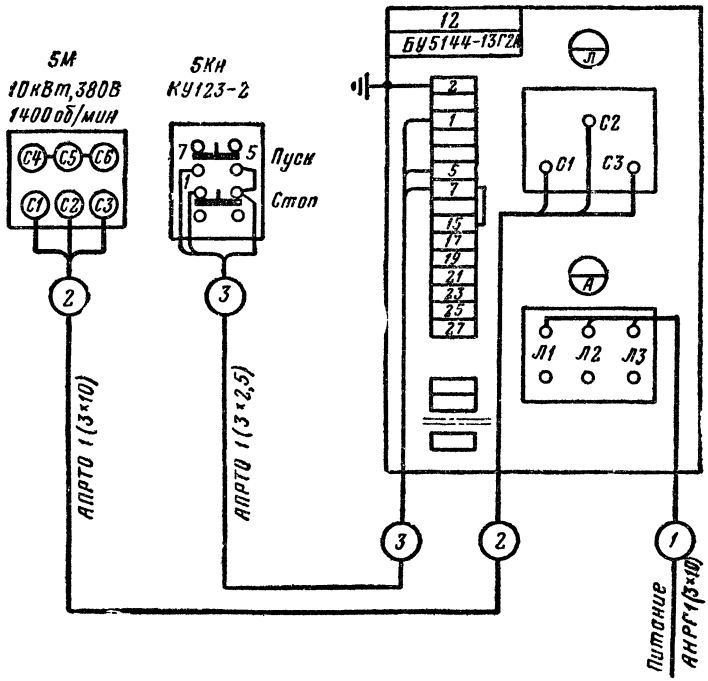


Рис. 14-6. Двигатель с короткозамкнутым ротором, питающийся от станции управления. Схема подключений.

Переходные и протяжные коробки. Ящики зажимов. Для удобства выполнения прокладки проводов и кабелей нередко применяют протяжные коробки. На схемах подключений их обычно не показывают, так как в схеме протяжные коробки ничего не изменяют. Протяжные коробки показывают только на планах и разрезах раскладки кабелей. Для уменьшения количества кабелей часто применяются переходные коробки и ящики зажимов.

В некоторых случаях ящики зажимов служат для так называемых транзитных цепей, т. е. для таких цепей, которые приходят к ящику кабелями или проводами в трубах, подсоединяются к зажимам и таким же образом

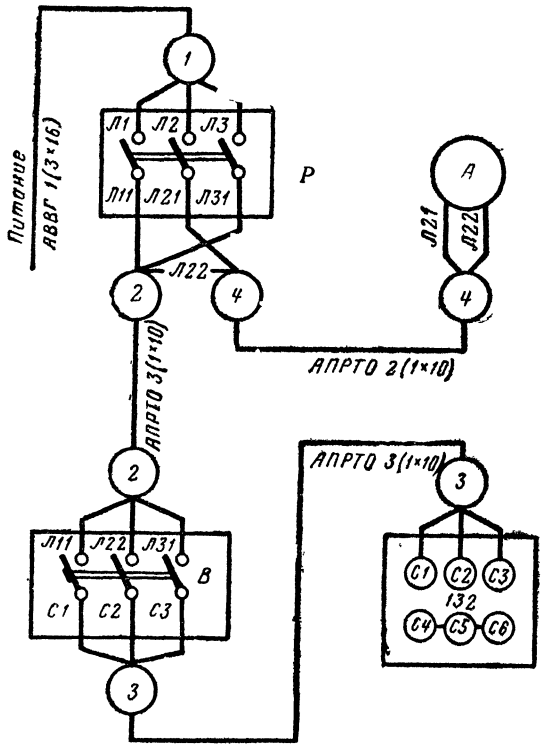


Рис. 14-7. Двигатель с короткозамкнутым ротором, аппаратами управления и амперметром. Схема подключений.

расходятся. Ящик относительно связанного с ним оборудования размещают таким образом, чтобы к ящику от пункта питания подходили многожильные кабели или насыщенные проводами трубы, а уже от него радиально расходились небольшие пучки проводов (кабелей) к аппаратам, установленным вблизи ящика. В этих слу-

чаях все внешние выводы маркируют и заносят в кабельный журнал.

От источника питания (щит, шкаф, пускатель) до ближайшей коробки многожильный кабель прокладыва-

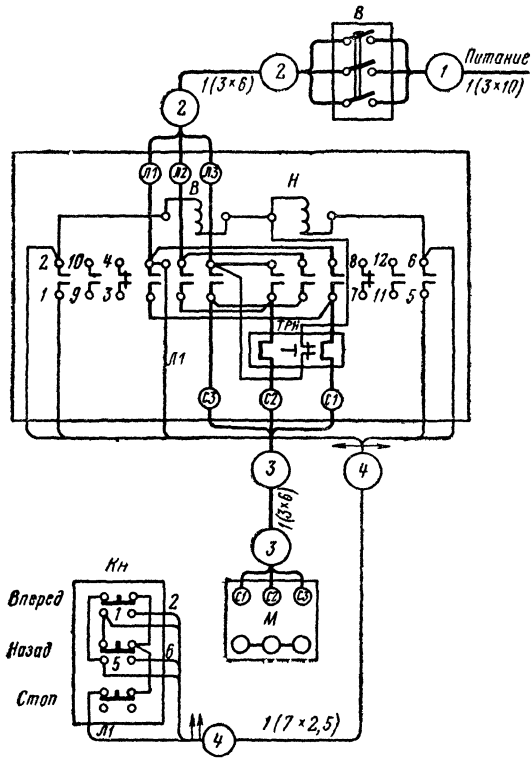


Рис. 14-8. Реверсивный двигатель с короткозамкнутым ротором. Схема подключений.

ют в тех случаях, когда расстояние между ними более или менее значительно. При расстояниях от коробки 5—10 м обычно прокладывают в трубах одножильные провода. От коробки эти же провода расходятся к близстоящим аппаратам.

Пример 14-8. На рис. 14-9,*а* дан вариант выполнения той же схемы, которая рассмотрена в примере 14-4, но в способе выполнения соединений имеются некоторые различия, что и подчеркивается в схемах. Так, кабель *3*, имеющий десять жил, входит в протяжную короб-

ку (ящик) *ЯП*, разделывается в ней, и затем три жилы направляются к двигателю *М*, а семь жил — к кнопке. В кабельный журнал (см. ниже) заносится кабель *3*, а жилы, ответвляющиеся из *ЯП*, маркируют только по принципиальной схеме. Конечно, участки *ЯП — М* и *ЯП—Кн* защищены отрезками трубы от механических повреждений.

Такой способ разделки применяется при расстояниях от *ЯП* до *М* и *Кн* (или других аппаратов) не более 2 м; в нашем примере 0,5 и 1 м.

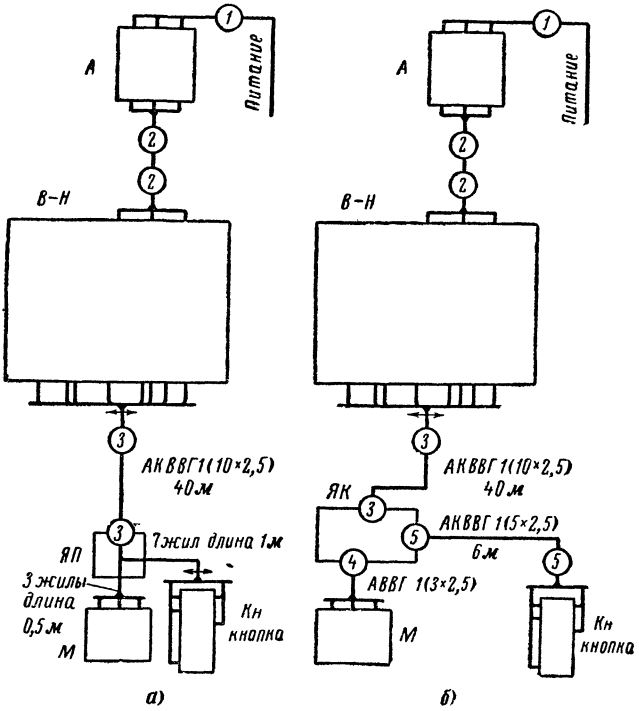


Рис. 14-9. Реверсивный двигатель с короткозамкнутым ротором. Варианты схем подключений.

Пример 14-9. На рис. 14-9, *б* показано выполнение соединений для той же схемы, но двигатель *М* расположен близко от *ЯП*, а расстояние до кнопки *Кн* сравнительно велико — 6 м. В таких случаях ставят ящик с зажимами *ЯК* и к нему подводят десятижильный кабель *3*. От ящика *ЯК* к двигателю *М* идет трехжильный кабель *4*. Для кнопки *Кн* прокладывают пятижильный кабель *5*.

Пример 14-10. На рис. 14-10 изображен ящик зажимов *2*, к которому пристроена небольшая конструкция — пост местного управления *1*. Кабели и провода в трубах, подходящие к ящику, маркируют по кабельному журналу. Провода же, идущие от зажимов ящика к

аппаратам, установленным на прилегающей конструкции, относятся как бы к единому с ним изделию, их маркируют только по принципиальным схемам и в кабельный журнал не вносят.

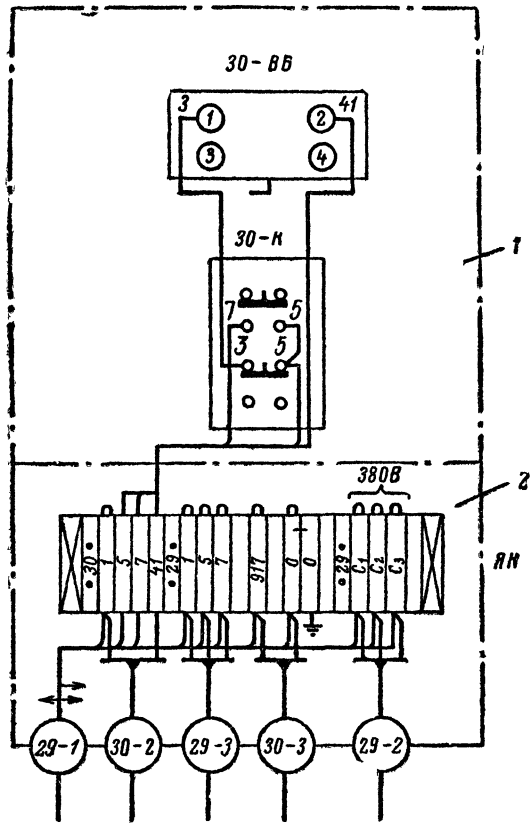


Рис. 14-10. Пост местного управления, конструктивно объединенный с ящиком зажимов. Схема подключений. Надписи, характеризующие кабели, опущены.

Схемы подключения передвижных устройств. Внешние коммуникации приводов передвижных устройств принципиально отличаются от коммуникаций приводов стационарных механизмов. Для последних количество пучков проводов и кабелей определяется в основном количеством элементов электрооборудования (двигатель,

тормоз, путевые выключатели и т. п.). Кабели и пучки проводов могут в зависимости от взаимного расположения электрооборудования и способа прокладки идти в одной трубе, но при всех обстоятельствах к каждому электроприемнику ведут самостоятельный кабель (пучок), не требующий по дороге разделки.

Согласно ПУЭ II-1-10 в один кабель могут быть объединены различные цепи разных приводов, но обязательно связанные единым технологическим потоком. Исходя из ПУЭ и учитывая специфику самих передвижных устройств, для них необходимо стремиться к тому, чтобы наибольшее количество проводов, относящихся к электроприемникам, входящим в единый технологический поток, было объединено в один общий многожильный кабель. При этом в такой кабель должны войти и жилы самого двигателя, если его мощность соответствует сечению жил контрольного кабеля. А так как для цепей обмоток возбуждения сечение жил должно быть не менее 2,5 мм^2 (по меди), то и весь контрольный многожильный кабель выбирается, как правило, сечением жил 2,5 мм^2 независимо от того, что ряд цепей (путевые выключатели, кнопки) требует сечения жил не более 1,5 мм^2.

Выполнять таким способом внешние выводы для передвижных устройств следует потому, что все цепи должны быть подведены к единому устройству — промежуточному ящику (коробке) с наборными зажимами или зажимными винтами. И уже от этого ящика отойдет один или более (в зависимости от числа жил) обязательно гибких кабелей к ящику с зажимами, который размещен на передвижном устройстве (например, на тележке). В отдельных случаях на передвижном устройстве ящик размещать не нужно, и тогда гибкий кабель может от промежуточного стационарного ящика подойти, например, к троллею или же непосредственно к двигателю передвижного механизма. В последнем случае предполагается, что на передвижном устройстве, кроме двигателя, нет других электроприемников, которые связаны со стационарными устройствами, иначе нужно было бы на подвижном механизме устанавливать ящик с зажимами.

При наличии ящика на передвижном устройстве кабель, подходящий к нему, претерпевает те же превращения, что и во всех электроустановках. Иными словами, в ящике он распадается на ряд стационарных негибких кабелей (пучков), идущих в пределах передвиж-

ного устройства непосредственно к самому электроприемнику (двигатель, тормоз), путевому выключателю, кнопке и т. п. Если перечисленные элементы имеют общие участки цепей (с одинаковой маркировкой), то к основному ящику с зажимами эти цепи должны быть подведены от стационарного ящика в гибком кабеле 1 раз; разветвление производится в ящике с помощью соединения нескольких одноименных зажимов. Пример дан на рис. 14-11.

Пример 14-11. Как видно из рис. 14-11, к стационарному клеммному ящику *1ЯК* подходят два кабеля марки АКВВГ из разных мест: кабель *29-1* от *Щ*, кабель *29-2* от *ПУ*. В ящике *1ЯК* жилы кабелей объединяют в один общий гибкий кабель *29-3* марки НРШМ с медными жилами. Кабель *29-3* соединяет стационарный ящик *1ЯК* с ящиком *2ЯК*, который установлен на передвижном устройстве. От ящика *2ЯК* в пределах самого передвижного устройства к электроприемникам отходят негибкие кабели.

Обращается внимание на следующее: в кабеле *29-3*, подходящем к ящику *2ЯК* передвижного устройства, все жилы разноименные. В самом же ящике *2ЯК* в рейке есть два зажима *11*, соединенных перемычкой, так как из кабеля *29-3* приходит одна жила *11*, а от рейки отходят две жилы с маркировкой *11* в кабели *29-6* и *29-7*. Оба кабеля проложены по передвижному устройству.

В настоящее время широкое распространение получили различного рода комплектные устройства в шкафах. К ним относятся, например, комплектные устройства преобразовательные (тиристорные, ртутные и пр.), конденсаторные комплектные устройства, возбудительные и многие другие. Схемы подключений для таких устройств выполняют по аналогии с перечисленными выше щитовыми комплектными устройствами и т. п. Прямоугольный контур изображает само устройство, и внутри контура показывают те зажимы, рейки и прочие элементы, к которым следует подвести внешние проводники. Образец схемы подключений преобразовательного устройства *1 КПУ* показан на рис. 14-12. Образец схемы подключений ячейки комплектного распределительного устройства (в шкафах) *КРУ* показан на рис. 14-13.

О жильности кабелей. Монтажники хорошо знают из опыта, что соединения выполняются либо многожильными кабелями, либо один многожильный кабель заменяется двумя и даже тремя кабелями меньшей жильности. Например, вместо одного контрольного кабеля марки АКВВГ1 (27×2,5) иногда прокладывают два кабеля 1 (14×2,5) или три кабеля 1 (10×2,5) и т. п. Чем это

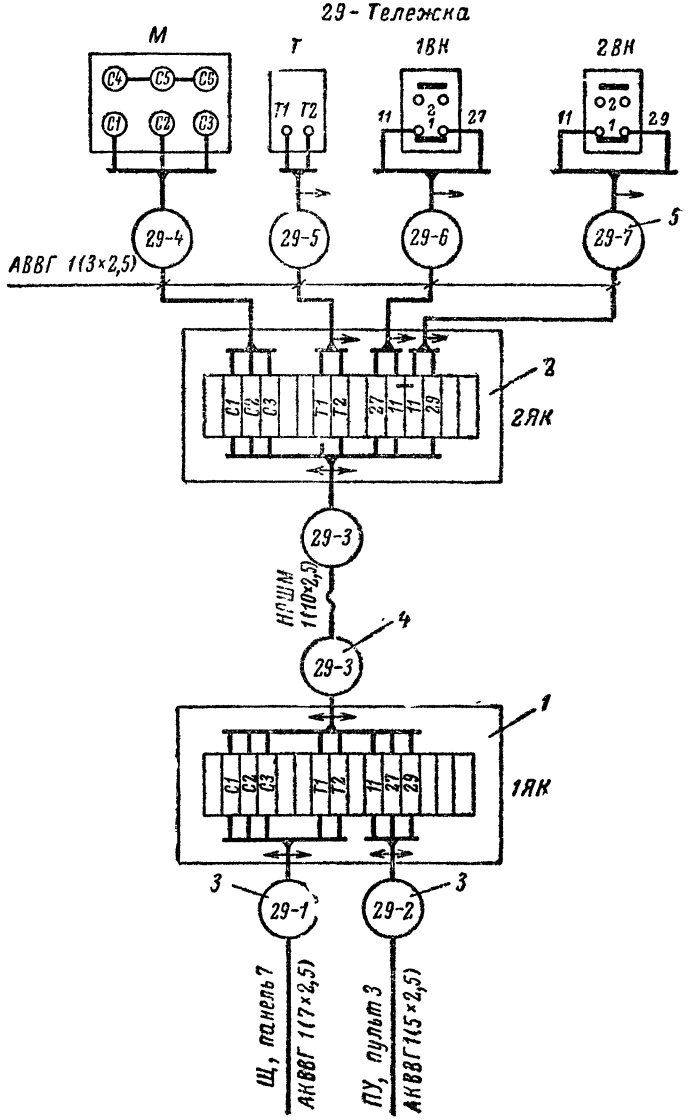


Рис. 14-11. Электропривод передвижного устройства. Схема подключений.

1 — стационарный ящик зажимов *1ЯК*; *2* — ящик зажимов *2ЯК* на передвижном устройстве; *3* — кабель, подходящий к стационарному ящику; *4* — гибкий кабель между стационарным и передвижным ящиками зажимов; *5* — кабель в пределах передвижного устройства

может быть вызвано? Причин для замены одного кабеля несколькими может быть несколько.

Во-первых, нужно знать, что кабель имеет так называемую строительную длину, которая определяется заполнением кабельного барабана. Если, например, строи-

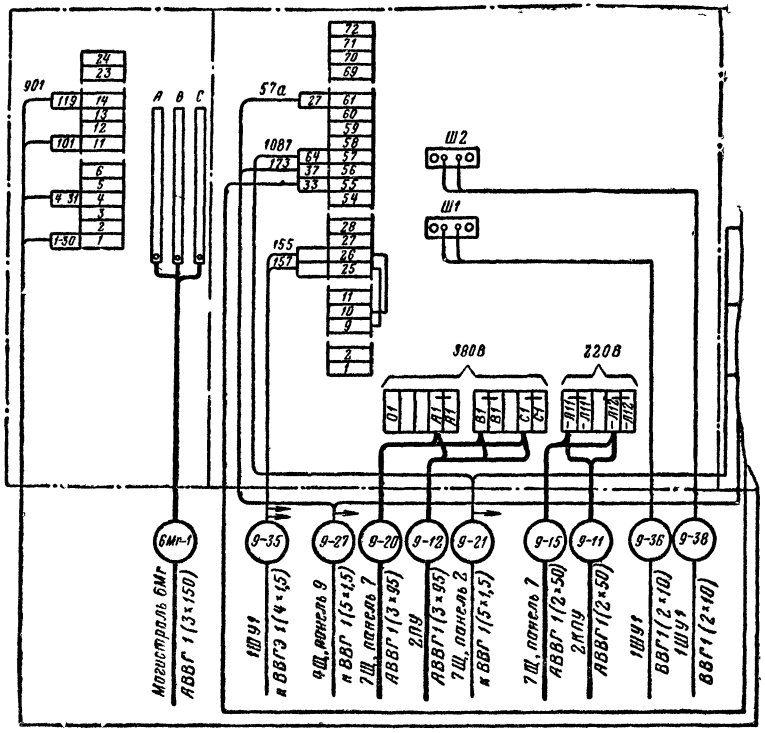


Рис. 14-12. Комплектное преобразовательное устройство *1КПУ*. Схема подключений.

тельная длина кабеля нужной жильности 450 м, а в данном конкретном случае требуется 100 м, то приобрести это количество кабеля очень трудно. Поэтому и приходится брать два или три кабеля из числа тех, что на данном монтаже применяются в больших количествах.

Во-вторых, кабель может идти к многопанельному щиту станций управления, но его жилы направляются, например, к двум панелям. В этих условиях длина раздел-

ки (снятие оболочки) многожильного кабеля сравнительно велика и может оказаться более выгодной и удобной в монтаже прокладка к каждой панели кабеля меньшей жильности. Но при большой длине кабеля, когда разделка по отношению к общей длине невелика, многожильный кабель выгоднее.

Следует знать, что применение многожильных кабелей, вообще говоря, выгодно. Дело в том, что в стоимость

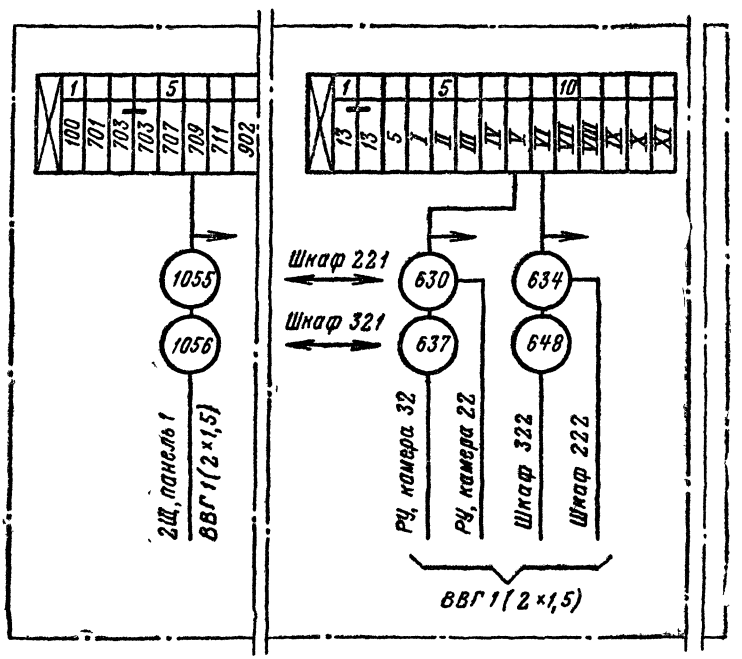


Рис. 14-13. Комплектное распределительное устройство *КРУ* 6 кВ. Шкафы 221 (321). Схема подключений.

кабельной линии входят стоимости кабеля, его прокладки, лотков, коробов, труб и т. п. А чем больше жил у кабеля, тем он занимает меньше места, и каждая жила относительно дешевле. Значит, при больших расстояниях всегда стремятся прокладывать многожильные кабели.

Важен и другой вопрос — резервирование жил. В кабелях всегда полезно иметь резервные жилы. Монтажникам нужны резервные жилы на случай обрыва какой-либо

из них. Эксплуатационникам иногда нужно заменить жилу с пониженной изоляцией. Наконец, могут изменяться условия эксплуатации, которые потребуют выполнить новое соединение и т. п. В каком же случае резерв дешевле: при кабелях большой или небольшой жильности? Допустим, проложен кабель с 27 жилами, из которых три резервные. В этом случае резервные жилы составляют 11% по отношению к рабочим. Если же проложены три кабеля (10+10+7 жил) и в каждом из них оставлено по одной резервной жиле, то это составляет 34% числа рабочих жил. Значит, и с этих позиций выгодно применять кабели большей жильности. Так или иначе вопрос о жильности кабелей важен и требует индивидуального решения в конкретных случаях.

Кабельно-трубный журнал. Как правило, составляют совмещенный кабельно-трубный журнал. В нем должны быть отражены данные, необходимые для монтажа, наладки и эксплуатации, которые сводятся к следующему:

а) для кабелей: маркировка кабеля (пучка проводов), направление, общая длина в метрах (для пучка проводов сумма длин проводов), марка, сечение, маркировка труб, через которые данный кабель (пучок проводов) проходит;

б) для труб: маркировка трубы, диаметр, направление, длина трубы, маркировка тех кабелей (пучков проводов), которые в данной трубе прокладываются, номера протяжных ящиков, через которые эти трубы проходят.

Техника чтения схемы совместно с кабельно-трубным журналом поясняется следующим примером.

Пример 14-12. На рис. 14-14 показаны двигатель *53* и его кнопка *53Кн*, двигатель *55* и его электрический тормоз *55Т*, а также два протяжных ящика *1ЯП* и *2ЯП*. В табл. 14-1 приведен кабельно-трубный журнал, который нужно рассматривать совместно с рис. 14-14.

На рис. 14-14 дан пример маркировки труб и кабелей. Номера труб написаны в кружках, изображающих как бы торцы труб. Надпись у кабелей обозначает либо маркировку *н53-1*, *к53-2* и т. д., либо, если она выполнена дробью, маркировку в числителе, а в знаменателе число кабелей или многожильных проводов, число жил и сечение, например $\frac{н\,53\text{-}1}{1(3\times6)}$.

Проследим кабель *н53-1*. Согласно кабельному журналу он начинается от панели *2* щита станций управления *1Щ* и заканчивается у двигателя *53*. От панели до ящика *1ЯП* кабель проходит через трубу *53* (первая строка кабельно-трубного журнала), затем переходит в трубу *53-1* (вторая строка журнала). Аналогично кабель *к53-2*

от *1Щ* идет до *1ЯП* в той же трубе *53*, а от *1ЯП* к кнопке *53Кн* в трубе *53-2*. К двигателю *55* кабель *н55-1* проходит через трубы *53*, *55* и *55-1* и протяжные ящики *1ЯП* и *2ЯП*. И, наконец, кабель *н55-2* к тормозу следует через трубы *53*, *55* и *55-2*. Иными словами, в трубе *53* проходят четыре кабеля: в трубе *55* проложены два кабеля, в трубах *53-1*, *53-2*, *55-1* и *55-2* — по одному кабелю.

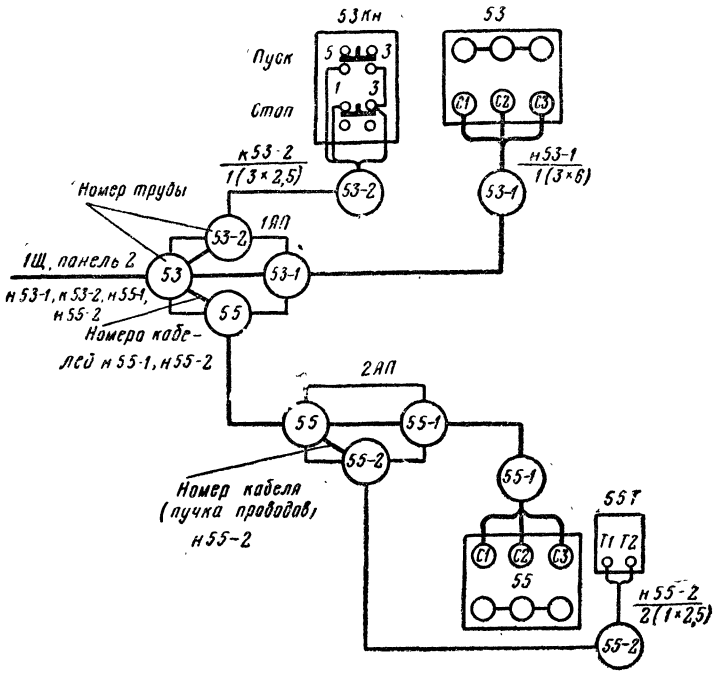


Рис. 14-14. Схема подключений с маркировкой кабелей и труб. Кабельно-трубный журнал приведен в тексте.

Из кабельно-трубного журнала видно:

а) Для каждого кабеля занято столько строк, в скольких трубах проходит кабель. И если столбец 4 журнала читать сверху вниз, то сразу видно, в каком порядке следуют трубы. Например, кабель *н55-2* проходит сначала в трубе 53, затем переходит в трубу *55* и заканчивается, пройдя трубу *55-2*.

б) Номер каждого кабеля в кабельном журнале указан в столбце 1 только 1 раз. Номер трубы в столбце 4 может повторяться несколько раз. Например, труба *53* встречается 4 раза, и это естественно, так как в ней проложены четыре кабеля.

в) Технические данные трубы, т. е. условный проход и расчетная длина в столбцах 5 и 6, указаны для каждой трубы только 1 раз — при первом ее упоминании; в остальных строках столбцов 5 и 6, отно-

Таблица 14-1

Кабельно-трубный журнал (к рис. 14-14)

Маркировка кабеля	Трасса		Проходы через				Кабель					
			трубы			ящики протяжные	По проекту			Проложено		
	Начало	Конец	Маркировка	Условный проход, мм	Длина, мм		Марка, напряжение	Количество жил и сечение	Длина + 10 %, м	Марка, напряжение	Количество жил и сечение	Длина, м
н53-1	*1Щ*, панель 2	Двигатель *53*	*53*	50	14	*1ЯП*	АПРТО-500	1(3×6)	20			
			53-1	25	3							
к53-2	*1Щ*, панель 2	Кнопка *53Кн*	*53*	—	—	*1ЯП*	АПРТО-500	1(3×2,5)	22			
			53-2	18	5							
н55-1	*1Щ*, панель 2	Двигатель *55*	*53*	—	—	*1ЯП*	АПРТО-500	1(3×4)	30			
			55	25	10	*2ЯП*						
			55-1	25	2							
н55-2	*1Щ*, панель 2	Тормоз *55Т*	*53*	—	—	*1ЯП*	АПРТО-500	2(1×2,5)	32			
			55	—	—	*2ЯП*						
			55-2	25	3							

сящихся к этой же трубе, сделаны прочерки. Например, длина трубы *53* (14 м) и ее условный проход (50 мм) написаны только в первой строке, в 3, 5, 8-й строках поставлены черточки.

Возвратимся еще раз к примеру (рис. 14-14) и рассмотрим соображения, положенные в основу маркировки кабелей и труб. Для удобства монтажа на этом рисунке принята маркировка по номерам приводов и она дополнена буквами *н* (кабель силовой) или *к* (кабель контрольный) — подробнее см. § 5. А так как для каждого привода требуется несколько кабелей и труб, то после разделительного знака поставлен порядковый номер. Таким образом, для кабелей привода *53* полная маркировка имеет вид: *н53-1*, *к53-2* и т. д.

Маркировка труб не меняется, пока в трубе проходит одно и то же количество кабелей. Это значит, что участки трубы между протяжными ящиками (если в них не сделаны разветвления) имеют один и тот же номер. Стоит, однако, трубе войти не в протяжной ящик, а в ящик, где производится разветвление кабелей, или пучков проводов, или отдельных проводов, как труба, вышедшая из ящика, меняет номер. Новый номер трубы зависит от того, цепи каких приводов проложены в этой трубе (см. пример 14-14).

Как же промаркировать трубу, если в ней прокладывается несколько кабелей, причем кабели эти относятся к нескольким приводам? В таких случаях трубе присваивают маркировку по приводу, имеющему наименьший номер (см. пример 14-14).

Пример 14-13. В ящик *1ЯП* (рис. 14-14) входит труба *53*, а выходят трубы *53-1* и *53-2*, относящиеся к приводу *53*, и труба *55*, относящаяся к приводу *55*.

Пример 14-14. Как видно из рис. 14-14, к ящику *1ЯП* подходит труба, в которой прокладываются четыре кабеля *н53-1*, *к53-2*, *н55-1* и *н55-2* приводов *53* и *55*. Из этих четырех кабелей наименьший номер *н53-1*. Значит, и трубу можно было бы обозначить *53-1*. Однако после ящика *1ЯП* идет труба, в которой прокладывается всего один кабель *н53-1*. Поэтому естественно именно этой трубе дать тот же номер. Исходя из этого труба, которая подходит от щита к ящику *1ЯП*, маркируется просто по номеру наименьшего привода, т. е. получает номер *53*. Аналогично трубе от *1ЯП* к *2ЯП*, в которой проложены кабели *н55-1* и *н55-2*, присвоен основной номер *55*.

Приведенный способ маркировки имеет следующие достоинства. Количество кабелей и труб для данного привода быстро определяется по цифрам, написанным после разделительного знака. Монтажникам также легко

находить на планах сетей трубы и кабели, относящиеся к данному приводу. Другой способ маркировки труб и кабелей — порядковыми номерами, как иллюстрируют рис. 14-5 и 14-9.

Кабельная разводка методом трасс. В настоящее время получило распространение выполнение чертежей кабельной прокладки методом трасс. Кабельные журналы (табл. 14-2) для прокладки методом трасс применяются, когда кабели на чертеже графически не изображают, а ограничиваются изображением отдельных потоков кабелей. При этом участки трассы кабелей записывают от начала к концу.

Таблица 14-2

Маркировка кабеля	Трасса		Участки трассы кабеля	Кабель					
				По проекту			Проложено		
	Начало	Конец		Марка, напряжение	Количество жил и сечение	Длина +10 %, м	Марка, напряжение	Количество жил и сечение	Длина, м

15. ПРОСТЕЙШИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

На рис 15-1, *а* изображена простейшая принципиальная схема управления двигателем. Схема состоит только из силовой цепи, и в ней отсутствуют вторичные цепи. Пуск и остановка осуществляются автоматическим выключателем.

На рис 15-1, *б* изображена схема, в которой имеется один общий автомат *В* на группу двигателей, например вентиляторов, а каждый двигатель в свою очередь имеет индивидуальный автомат *В1* и *В2*.

Верхние зажимы автомата *В* имеют маркировки *Л1*, *Л2*, *Л3*. Нижние зажимы автомата *В* и верхние зажимы автоматов *В1* и *В2* имеют маркировки *Л11*, *Л21*, *Л31*. Маркировки нижних зажимов каждого индивидуального автомата и зажимов двигателя *С1*, *С2*, *С3*. Иными словами, все цепи вплоть до последнего аппарата перед электроприемником маркируют буквой *Л* с добавлением

цифр, причем цифра после буквы соответствует порядковому номеру фазы (линии), если считать по схеме слева направо. Если в маркировке есть вторая цифра, то она представляет собой порядковый номер зажима, включенного в данную фазу (линию). Итак, первая линия может иметь маркировки *Л1*, *Л11*, *Л12*, *Л13* и т. д.; вторая линия — *Л2*, *Л21*, *Л22*, *Л23* и т. д.; третья линия — *Л3*, *Л31*, *Л32*, *Л33* и т. д.

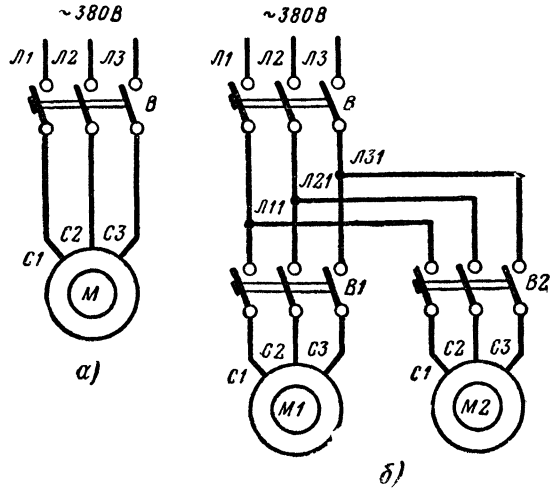


Рис. 15-1. Простейшие принципиальные схемы управления двигателями.

Цепи, отходящие от последнего аппарата к любому электроприемнику, всегда имеют постоянную маркировку *С1*, *С2*, *С3*.

На рис. 15-2, *а* и *б* приведены принципиальные схемы управления двигателем с амперметром в одной фазе, а на рис. 15-2, *в* — схема линии с тремя амперметрами. Три амперметра применяют в цепях, где возможен длительный неравномерный режим работы, например при совместном питании силовой и осветительной нагрузок, если величина последней больше 15—20% общей нагрузки, в линиях с пофазным управлением и т. п.

Дистанционное управление короткозамкнутым электродвигателем. Наиболее простая схема дистанционного управления двигателем (рис. 15-3, *а*) состоит из вводного

автомата *В*, магнитного пускателя *Л* и кнопочной станции *Кн* (*Пуск*, *Стоп*). В данном примере применен магнитный пускатель серии ПАЕ, представляющий собой трехполюсный контактор с замыкающими (з) и размыкающими (р) блок-контактами. В пускатель серии ПАЕ встроено тепловое реле для защиты двигателя от перегрузки. В пускатели типа ПАЕ-312 (ПАЕ-322) встроено

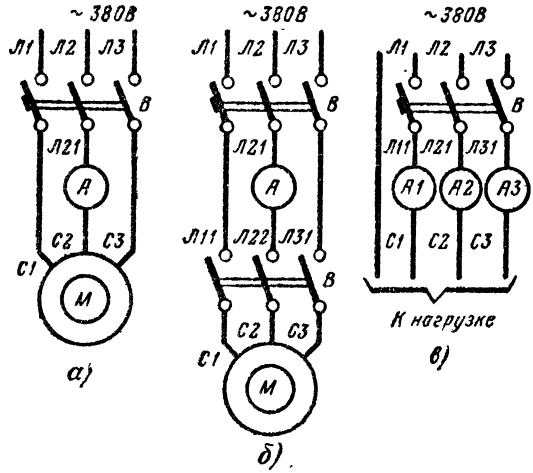


Рис. 15-2. Простейшие принципиальные схемы управления двигателями с непосредственным включением амперметра.

двухполюсное тепловое реле типа ТРН-40 с одним размыкающим контактом. Во все остальные пускатели серии ПАЕ встроены по два однополюсных тепловых реле типа ТРП с одним размыкающим контактом каждое.

Для пуска двигателя кратковременно нажимают кнопку $\frac{Кн}{Пуск}$, замыкая цепь катушки *Л* магнитного пускателя. Параллельно кнопке присоединен блок-контакт *Л*, который замыкается при включении магнитного пускателя. Через этот контакт катушка продолжает получать питание после того, как кнопка будет отпущена. Останавливают электродвигатель, нажимая кнопку $\frac{Кн}{Стоп}$.

Так как катушка магнитного пускателя получает питание от силовой сети, схема осуществляет защиту от самозапуска. Действительно, для отключения магнитного пускателя достаточно мгновенного исчезновения напряжения, после чего он сам вновь включиться не может. Для включения необходимо нажать кнопку $\frac{Кн}{Пуск}$.

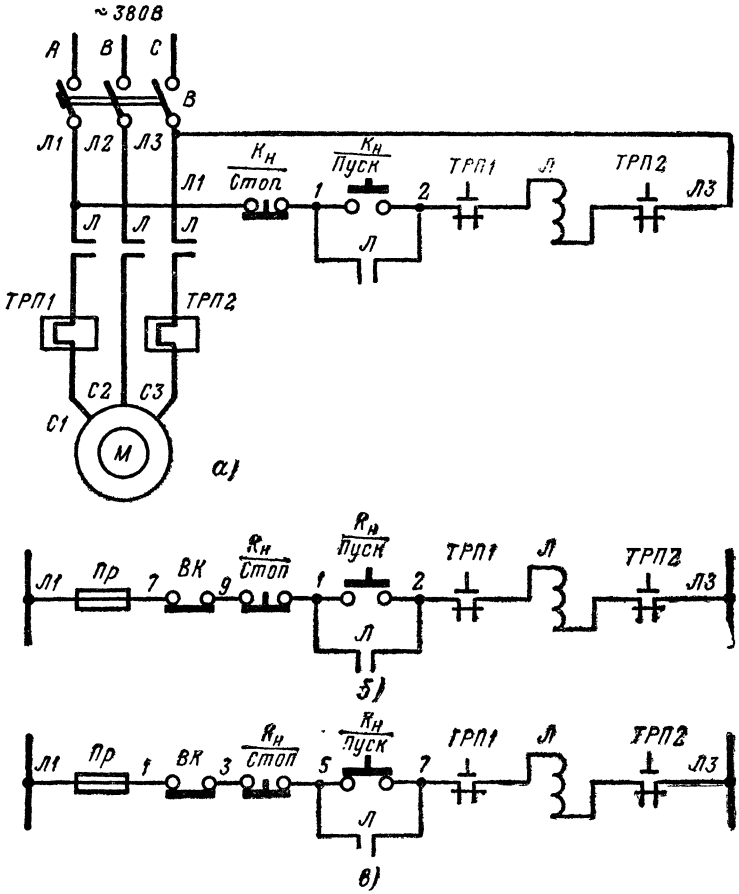


Рис. 15-3. Простейшие принципиальные схемы дистанционного управления двигателем с короткозамкнутым ротором. Варианты маркировки цепей.

Маркировка силовых цепей пускателя и цепей управления на рис. 15-3, *а* полностью сохранена заводской. В связи с этим, однако, в отличие от маркировки верхних зажимов автоматов (*Л1*, *Л2*, *Л3* на рис. 15-2) в этой схеме верхним зажимам автомата присвоена буквенная маркировка *А*, *В*, *С*. Это вызвано тем, что вводные зажимы пускателя имеют заводскую маркировку *Л1*, *Л2*, *Л3*, и, следовательно, повторять ее еще раз для вводных зажимов автоматов нельзя. Маркировка на схеме рис. 15-3, *а* не соответствует рекомендациям, изложенным в § 5. Тем не менее ее не меняют, так как и маркировка, и схема — заводские.

Если в схему, изображенную на рис. 15-3, *а*, включить дополнительные аппараты, например предохранитель *Пр* и конечный выключатель *ВК*, то заводская маркировка схемы не нарушится. Однако появляются еще два участка цепи. Так как они расположены слева от катушки, то им присваивают нечетные номера *7* и *9* (рис. 15-3, *б*).

Допустим, что мы пользовались бы не заводской маркировкой, а рекомендациями, приведенными в § 5. В этом случае схему следовало бы промаркировать, как указано на рис. 15-3, *в*, т. е. слева до катушки поставить нечетные номера, а справа — четные. При этом для участков цепи, питающихся непосредственно от силовых цепей, маркировка должна быть сохранена той же, что и маркировка силовых зажимов, т. е. *Л1* для предохранителя и *Л3* для контакта реле *ТРП2*.

На рис. 15-4 даны три варианта схемы, в которых катушка магнитного пускателя включена на фазное напряжение. Правила устройства электроустановок допускают такое питание при условии, что силовая цепь защищена автоматом, но не предохранителями. При защите предохранителями катушку надлежит включать на линейное напряжение.

Чем отличаются друг от друга схемы, приведенные на рис. 15-4? В схемах на рис. 15-4, *а* и *б* различие состоит во взаимном расположении кнопки $\frac{Кн}{Стоп}$ и конечного выключателя *ВК*. Это различие не влияет на работу схемы, но изменяет число проводов, которое нужно подвести к кнопке: по схеме на рис. 15-4, *а* нужно три провода (*3*, *5* и *7*), по схеме на рис. 15-4, *б* — четыре (*1*, *3*, *5* и *7*). Значит, схема на рис. 15-4, *а* лучше.

Отличие схем на рис. 15-4, *а* и *б* от схемы на рис. 15-4, *в* состоит в следующем. В первых двух случаях один конец катушки (точнее — вывод контакта теплового

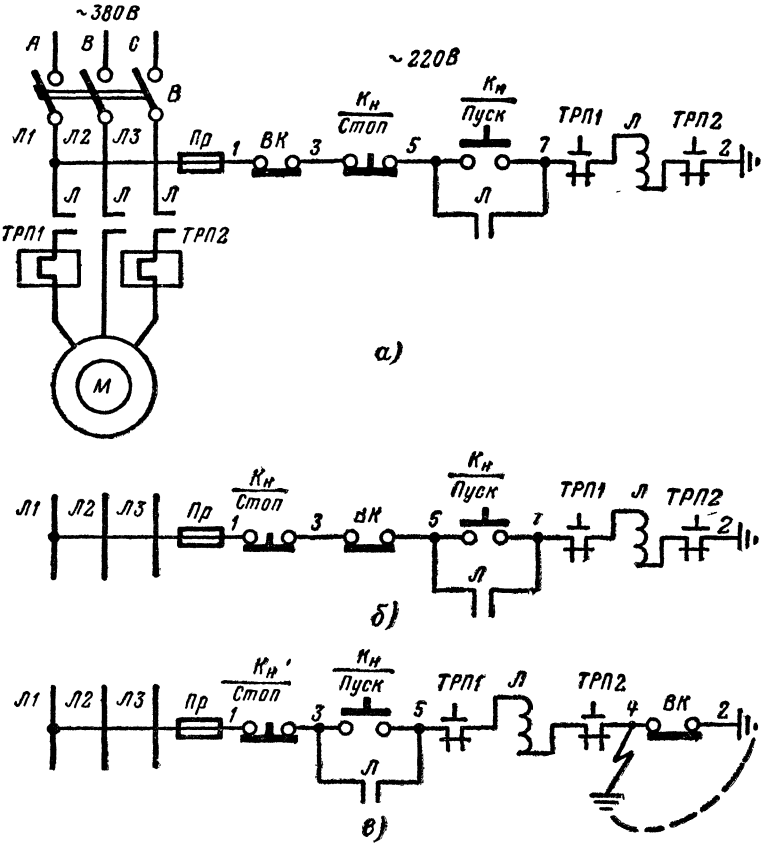


Рис. 15-4. Варианты принципиальных схем дистанционного управления двигателем. Катушка пускателя включена на фазное напряжение. *а* — рекомендуется; *б* — не рекомендуется; *в* — применять запрещается.

реле *ТРП2*) глухо заземлен [1]. В схеме на рис. 15-4, *в* конец катушки не заземлен, а между катушкой и «землей»

[1] Правила устройства электроустановок допускают присоединение вывода катушки непосредственно к заземленному корпусу магнитного пускателя внутри него.

введен контакт конечного выключателя *ВК*. Так делать ни в коем случае нельзя. Действительно, при заземлении, показанном стрелкой, конечный выключатель будет зашунтирован, из-за чего он не сможет в необходимых случаях остановить механизм.

Не менее грубой ошибкой является присоединение катушки к фазе, а кнопки к нулю. Такое недопустимое включение приведет к самопроизвольным включениям при любом заземлении на участке катушка — кнопка.

Схема управления реверсивным электродвигателем в трех вариантах показана на рис. 15-5. В схемах применен реверсивный магнитный пускатель типа ПАЕ-324 (ПАЕ-334), представляющий собой сдвоенный комплект магнитного пускателя в одном кожухе, т. е. два трехполюсных контактора, каждый либо с двухполюсным тепловым реле (серия ПАЕ-300), либо с двумя однополюсными реле (серии ПАЕ-400, ПАЕ-500, ПАЕ-600) и блок-контактами (на рис. 15-5 не приводятся).

Контакторы называются *В* («Вперед») и *Н* («Назад») и механически между собой сблокированы, чтобы предотвратить возможность случайного включения одновременно обоих контакторов [1].

Однако одной механической блокировки для безопасности работы реверсивного пускателя недостаточно. Поэтому механическая блокировка дополняется электрической. На рис. 15-5, *а* показана электрическая блокировка посредством кнопок, которая сводится к тому, что при нажатии кнопки $\frac{Кн}{Вперед}$ раньше размыкается ее контакт в цепи контактора *Н*, а затем замыкается контакт в цепи контактора *В*. Аналогично действует кнопка $\frac{Кн}{Назад}$.

На рис. 15-5, *б* для блокировки использованы блок-контакты. При включении контактора *В* его блок-контакт с заводской маркировкой *3-4* (написана под линией) отключает контактор *Н*. Аналогично блок-кон-

---

[1] Чтобы изменить направление вращения двигателя, нужно «перекрестить» любые две фазы. Так, например, при вращении вперед фазы *Л1*, *Л2* и *Л3* присоединяются к выводам *С1*, *С2* и *С3*. При вращении назад фазы *Л1*, *Л2* и *Л3* присоединяются к выводам *С1*, *С3* и *С2*. Одновременное включение контакторов *В* и *Н* приведет к короткому замыканию *Л1* и *Л2*, что и предотвращается блокировкой.

такт *7-8* включившегося контактора *Н* отключает контактор *В*.

На рис. 15-5, *в* блокировка осуществлена и на кнопках и на блок-контактах.

В схемах на рис. 15-5 сохранена заводская маркировка, написанная внизу под зажимами; сверху написана маркировка, составленная в соответствии с рекомендациями § 5. Между катушкой и контактами теплового реле вводится вновь образованная маркировка *4*. Она

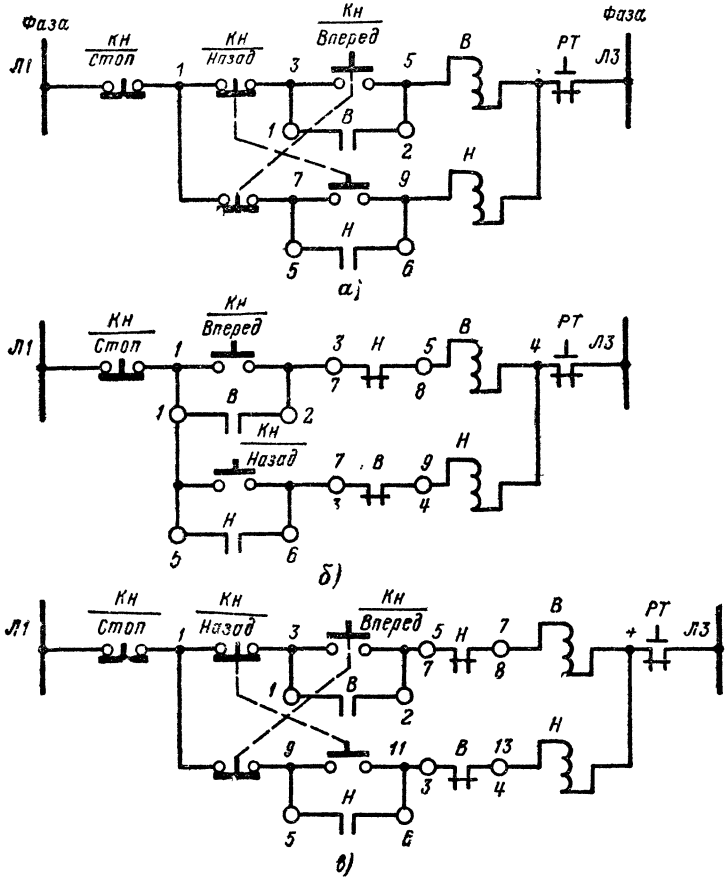


Рис 15-5. Варианты схем дистанционного управления реверсивным двигателем.

(см. § 13) и схем подключений (см. § 14), так как они помогают наиболее правильно, целесообразно и экономично выполнить рабочие чертежи, а следовательно, и монтаж. Не следует перечень элементов уподоблять таблице технических данных (см. § 12). Поэтому в графе «Наименование» дается расшифровка в соответствии с технологическим назначением аппаратов, а не наименованием по каталогу; техническая характеристика приводится в сжатой форме.

Обращается внимание на следующее. На принципиальной схеме могут быть изображены различные реле, катушки которых показаны на других схемах, контакты универсальных переключателей, путевых выключателей и т. д. Нужно ли все встречающиеся в схеме электрические элементы электроустановки вносить в перечень? В ГПИ «Тяжпромэлектропроект», а также в ряде других проектных организаций принято в перечень заносить только основные аппараты, составляющие данную схему. К основным (помимо самих станций управления) относятся, во-первых, аппараты, катушки которых включены в данную схему, во-вторых, все кнопки управления, условные буквенные обозначения которых встречаются в схеме, в-третьих, элементы различных технологических аппаратов (реле давления, реле уровня, термометры сопротивления, термосигнализаторы и пр.). Что касается универсальных переключателей, путевых выключателей, командных аппаратов и аналогичных им аппаратов, то в перечень элементов заносят только те из них, диаграммы которых изображены на данном чертеже. Если же в схеме встречаются условные обозначения, не перечисленные в перечне, значит, их данные следует искать в перечнях элементов на других принципиальных схемах.

Перечни составляют для каждой принципиальной схемы (управления, защиты и т. д.), если эти схемы располагают на чертежах, имеющих разные номера. Если схема располагается на нескольких листах, перечень помещают на первом листе. Перечень выполняют на отдельном листе, если он значительно увеличивает формат основного чертежа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Распределительные пункты серии ПР9000 предназначены только для внутренней установки в местах, не подверженных ударам и вибрации. Их запрещается устанавливать во взрывоопасной среде, а также в среде, содержащей химически активные газы и пары в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Распределительные пункты серии ПР9000 изготавливают напольными, навесными, утопленными, с вводными выключателями или без них. Во всех исполнениях, кроме утопленных, в пунктах уплотнены резиной верхняя и нижняя крышки и двери. Каркас с ошиновкой и выключатели установлены внутри шкафа. Максимально допустимая нагрузка на шинах в пунктах с автоматическими выключателями типов А3161 и А3163 — 200 А, типов А3120 и А3130 — 600 А.

Автоматические выключатели смонтированы в горизонтальном положении, справа и слева от главных шин. Верхние зажимы выключателей подсоединены к ответвительным шинам. К нижним зажимам подсоединяют внешние проводники. Конструкция пункта допускает замену любого выключателя без нарушения монтажа.

Автоматы, встраиваемые в распределительные пункты серии ПР9000

Тип	Наименование расцепителя	Номинальный ток расцепителя, А
А3160	Тепловой	15, 20, 25, 30, 40, 50
А3120	Комбинированный	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100
А3130	Комбинированный	120, 150, 200
А3140		250, 300, 400, 500, 600
А3120	Электромагнитный	100
А3130		200
А3140		600

Внешние проводники подводят в напольные пункты через верхнюю съемную крышку или свободный проем в нижней крышке (дне) шкафа; в навесные пункты — через верхнюю или нижнюю съемные крышки, в которых при монтаже выполняют отверстия. В пунктах с вводным выключателем внешние питающие проводники присоединяют к его верхним зажимам; нижние зажимы присоединяют к главным шинам. В пунктах без вводного выключателя внешние проводники присоединяют непосредственно к главным шинам.

Максимальное сечение жилы присоединяемого медного кабеля — 120 мм² для пунктов с автоматическими выключателями А3160 и 2(1×185) мм² — с автоматическими выключателями А3120 и А3130.

Для заземления служат винт и нулевая шина, электрически соединенная с корпусом шкафа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Переключатели кулачковые универсальные серии ПКУЗ получили в настоящее время широкое распространение. Они рассчитаны на использование в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства и предназначены для цепей переменного тока напряжением 127, 220 и 380 В и постоянного тока 110 и 220 В. Номинальный ток (размыкаемый) 10 А переменного тока при напряжении 380 В и ниже; 1,25 А при напряжении постоянного тока 220 В и ниже.

Переключатели изготавливаются: а) с максимальным числом коммутируемых цепей 32 — 16 пакетов и максимальным числом коммутационных положений рукоятки 8; б) с самовозвратом рукоятки в начальное (нулевое) положение — рукоятка револьверного типа; в) с фиксацией на положениях 45 и 90° — рукоятка флажкового типа (по заказу — и револьверного типа); г) с остающимися контактами — фиксация контактов соответствует оперативному положению рукоятки после возврата ее в фиксированное положение; д) с размыкающими контактами, которые размыкаются раньше замыкания замыкающих контактов; е) с размыкающими контактами, которые размыкаются после замыкания замыкающих контактов (безобрывная коммутация); ж) с надписями на фронтальном фланце по заказу или по надписям, приведенным в ТУ. При отсутствии указаний о надписях переключатели поставляются без надписей на фланце; з) с исполнением по характеру ввода проводников по заказу в трубах, в металлорукавах, кабелей с резиновой или полихлорвиниловой изоляцией; и) для продолжительного, прерывисто-продолжительного, повторно-кратковременного режимов работы — частота переключений до 600 в час при ПВ до 60%.

Номер схемы переключателя определяется по электрическим схемам (монтажные символы) и диаграммам переключений, приведенным в технических условиях (ТУ), а также по количеству пакетов, из которых состоит переключатель. Например, для однопакетных переключателей номер серии схем от 0101 до 0113 и т. д., для десятипакетных от 1001 до 1005 и т. д., для шестнадцатипакетных от 1601 до 1604. В отдельных случаях по согласованию с предприятием-изготовителем переключатели могут изготавливаться по специальному заказу со схемами, которые отличаются от приведенных в ТУ.

Переключатели допускают присоединение медных и алюминиевых проводников сечением каждого от 1 (для меди) до 4 мм². К зажиму можно подсоединить не больше двух медных проводников сечением каждого не выше 1,5 мм².

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. ГОСТ 2 701-68. Введ. 1/I 1971. М., 1969, 7 с.

2. Правила выполнения электрических схем. ГОСТ 2.702-69. Введ. 1/I 1971 г. М., 1969 35 с.

3. Система маркировки цепей в электрических схемах. ГОСТ 2.709-72. Введ. 1/I 1974 г. М, 1972. 9 с.

4 Условные графические обозначения в электрических схемах. ГОСТ 2.721-68—2.751-68. Введ. с 1/I 1971. М., 1970. 317 с.

5. Обозначения условные графические электрооборудования и проводок на планах. ГОСТ 2.754-72. Введ. с 1/III 1973. М., 1972. 22 с.

6. Нормаль ОАА.689-014-68. Станции и пульты управления электроустановками. Требования к документации, передаваемой проектной организацией предприятию-изготовителю.

7. Инструктивные указания по проектированию электротехнических промышленных установок 1969—1974 гг. М., «Энергия».

8. Информационный указатель государственных стандартов СССР. Вып. 12, М., 1972 95 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1. Виды и типы схем и их назначение 4
2. Комплектование материалов в проекте . . . 6
3. Оформление документации 9
4. Условные графические обозначения 13
5. Маркировка в электрических установках . . 14
6. Составление принципиальных схем 34
7. Принципиальные схемы питающей сети . . . 36
8 Принципиальные схемы распределительной сети 40
9. Совмещенные принципиальные схемы питающей и распределительной сетей 52
10 Принципиальные схемы управления и защиты 54
11. Нормализованная серия блоков и шкафов управления асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором 61
12. Задания предприятиям — изготовителям комплектных устройств 73
13. Схемы соединений 101
14. Схемы подключения 124
15. Простейшие принципиальные схемы управления электродвигателями 147
Приложения 156
Список литературы 158

Агнесса Абрамовна Черняк

Как читать схемы электроустановок общего назначения

Редактор Ю. А. Державина

Редактор издательства И. П. Березина

Технический редактор М. П. Осипова

Корректор З. Б. Драновская

Сдано в набор 2/IV 1974 г.
Подписано к печати 8/VIII 1974 г. Т-14525.
Формат 84×108¹/₃₂ Бумага типографская № 2.
Усл. печ. л. 8,4. Уч.-изд. л. 9,01.
Тираж 60 000 экз. Зак. 148. Цена 33 коп.

Издательство «Энергия», Москва, М-114,
Шлюзовая наб., 10

Владимирская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете
Совета Министров СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18.