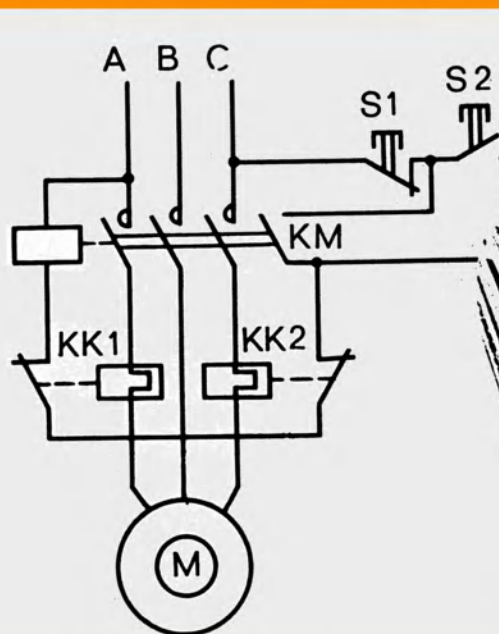


В. Н. Камнев

# ЧТЕНИЕ СХЕМ И ЧЕРТЕЖЕЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК



В. Н. Камнев

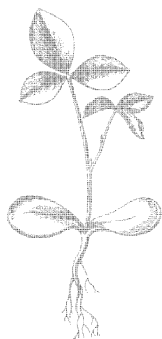
# ЧТЕНИЕ СХЕМ И ЧЕРТЕЖЕЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

(Издание второе,  
переработанное и дополненное)



Москва

«Высшая школа» 1990



ББК 31.292  
К 18  
УДК 621.311

Рекомендовано к изданию Государственным комитетом СССР по народному образованию в качестве практического пособия для профессионально-технических училищ

Рецензент — канд. техн. наук Л. А. Ильяшенко  
(Московский энергетический институт)

**Камнев В. Н.**

**К18** Чтение схем и чертежей электроустановок: Практическое пособие для ПТУ. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1990. — 144 с.: ил.

ISBN 5-06-001524-6

В книге приведены основные сведения о схемах и чертежах электроустановок общего назначения, основные правила их выполнения в соответствии с ЕСКД.

Во второе издание книги (1-е изд. в 1986 г.) дополнительно включены сведения об условных графических обозначениях в схемах элементов цифровой и аналоговой техники, правилах выполнения чертежей жгутов, изделий с электрическими обмотками и печатных плат.

К 2202080000(4307000000)—112  
052(01)—90 31—90

ББК 31.292  
6П.2.1.081

*Учебное издание*

**Камнев Виктор Николаевич**

### **ЧТЕНИЕ СХЕМ И ЧЕРТЕЖЕЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

Зав. редакцией С. В. Никитина. Редактор Е. А. Варшавская. Мл. редактор Л. А. Васильева. Художественный редактор В. Г. Пасичник. Технический редактор Л. Ф. Попова. Корректор Г. А. Чечеткина.

ИБ № 8548

Изд. № ЭГ-250. Сдано в набор 11.05.89. Подп. в печать 20.12.89. Формат 60×90/16. Бум. офсетная № 2. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Объем 9,0 усл. печ. л. 18,25 усл. кр.-отт. 9,88 уч.-изд. л. Тираж 110 000 экз. Заказ № 314. Цена 50 коп.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.

Ярославский полиграфкомбинат Госкомпечати СССР.  
150014, Ярославль, ул. Свободы, 97

ISBN 5-06-001524-6

© Издательство «Высшая школа», 1986  
© В. Н. Камнев, 1990, с изменениями

Электротехнические изделия и электроустановки широко применяют во всех отраслях народного хозяйства. При их изготовлении, монтаже, эксплуатации и ремонте пользуются схемами и чертежами. Современные электротехнические изделия и электроустановки отличаются большим разнообразием по принципу действия и конструктивному исполнению и часто значительной сложностью. Все шире используют средства автоматики, телемеханики и вычислительной техники, в которых наряду с традиционными электромеханическими аппаратами применяют электрорадиоэлементы, электронную и микроэлектронную аппаратуру. Следовательно, становятся разнообразнее и сложнее схемы и чертежи, изображающие электротехнические изделия и электроустановки.

Чтобы схемы и чертежи были доступны для понимания всем, кто должен по ним работать при изготовлении, монтаже, эксплуатации и ремонте электротехнических изделий и электроустановок, их выполняют по единым, установленным стандартам, правилам с использованием стандартных условных обозначений. Очевидно знание этих стандартов и умение ими пользоваться необходимы для чтения схем и чертежей.

В СССР разработана Государственная система стандартизации (ГСС), которая состоит из комплекса взаимосвязанных стандартов и упорядочивает проведение работ по стандартизации в масштабе всей страны. Стандартами ГСС установлены основные понятия, цели и задачи стандартизации; организация, а также методика проведения работ по стандартизации; порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов и других нормативно-технических документов; порядок внесения изменений в стандарты; контроль за внедрением и соблюдением стандартов; объекты стандартизации; категории и виды стандартов; правила построения, оформления и хранения стандартов.

Формулировки основных понятий и терминов по стандартизации, приведенные в ГСС, разработаны с учетом рекомендаций Международной организации по стандартам (ИСО) и постоянной комиссии СЭВ по стандартам (ПКС).

Все многообразие нормативно-технической документации, действовавшей в промышленности СССР, в основном заменяется следующими категориями стандартов: Государственными стандартами СССР (ГОСТ); Отраслевыми стандартами (ОСТ); Республиканскими стандартами (РСТ); Стандартами предприятий или объединений (СТП).

Государственные стандарты являются обязательными документами для предприятий, организаций и учреждений Советского Союза; ОСТы и РСТы — для данной отрасли или республики,



а также для всех потребителей продукции, выпускаемой по ОСТам и РСТам; СТП действуют только в пределах данного предприятия или объединения.

Отечественные стандарты и технические условия (нормативно-технические документы, устанавливающие комплекс требований к конкретным типам, маркам и артикулам продукции), а также официальные указатели по ним классифицируются в нашей стране по «Классификатору государственных стандартов СССР», состоящему из 19 разделов, обозначенных прописными буквами русского алфавита от А до Э (исключая буквы З, О и между Ф и Э). Каждый раздел делится на классы и группы.

Рассмотрим подробнее структуру разделов Е, Ж и Т.

**Раздел Е.** «Энергетическое и электротехническое оборудование» включает девять классов от Е0 до Е8 и девять групп от Е00. «Термины и обозначения» до Е89. «Методы испытания. Упаковка. Маркировка».

**Раздел Ж.** «Строительство и стройматериалы» включают девять классов от Ж0 до Ж8 и восемьдесят шесть групп от Ж00. «Термины и обозначения» до Ж85. «Канатные дороги. Фуникулеры».

**Раздел Т.** «Общетехнические и организационно-методические стандарты» включают десять классов от Т0 до Т9 и сто групп от Т00. «Общетехнические термины, обозначения и величины» до Т99. «Методы испытания».

Основные требования к схемам и чертежам сведены в стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) группы Т52. Система проектно-конструкторской документации. За индексом ГОСТов в стандартах, входящих в ЕСКД, следует цифра 2, присвоенная системе конструкторской документации, затем после точки написан номер и через дефис — год утверждения, после чего — название стандарта. Например, ГОСТ 2.702—75 входит в ЕСКД (цифра 2), имеет № 702, утвержден в 1975 г. На стандартах указывается и дата введения, которая обычно устанавливается на несколько месяцев позже утверждения.

Кроме ЕСКД следует отметить некоторые стандарты, входящие в Систему проектной документации для строительства (СПДС) группы Ж01. «Техническая документация. Строительные чертежи», в частности: ГОСТ 21.608—84 «Внутреннее электрическое освещение»; ГОСТ 21.614—88 «Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах» и ГОСТ 21.613.—88 «Слововое электрооборудование».

Ежегодно выпускается «Указатель государственных стандартов СССР», где перечислены все ГОСТы, действующие на 1 января текущего года. Кроме того, ежемесячно выходит «Информационный указатель стандартов (ИУС)», в котором приводятся сведения об изменениях в действующих стандартах, вновь утвержденных и отмененных стандартах.

В нашей стране, являющейся членом Совета экономической взаимопомощи (СЭВ), наравне с ГОСТами действуют стандарты СЭВ. Обозначения этих стандартов включают индекс СТ СЭВ,

номер стандарта и через три года утверждения на заседании ПКС. Например, СТ СЭВ 160—75 «Обозначения условных графических линий электроснабжения и связи». (Срок введения в действие в качестве государственного стандарта СССР указан с 01.01.1978 г.)

Следует помнить, что после введения нового ГОСТа ЕСКД и СПДС в монтажных организациях еще достаточно долго пользуются документацией, переданной ранее, а после сдачи объекта в эксплуатацию передается и эта документация. Поэтому на практике приходится встречаться со схемами и чертежами, на которых отдельные элементы изображены устаревшими условными графическими и буквенно-цифровыми обозначениями, что создает на первых порах некоторые дополнительные трудности при чтении схем и чертежей. Избежать этих трудностей можно, периодически знакомясь с изменениями в стандартах, публикуемых в ИУС.

В книге значительное место уделено рассмотрению общих принципов построения условных графических и буквенно-цифровых обозначений и конкретным примерам этих обозначений, наиболее часто встречающихся в схемах электроустановок. Далее рассматриваются принципиальные схемы, схемы соединений (монтажные) и подключения, планы расположения электрооборудования и прокладок электрических сетей. Затем приводятся некоторые правила выполнения чертежей электротехнических изделий, примеры установочных чертежей, чертежей распределительных устройств, подстанций, линий электропередачи и прокладки кабелей.

Настоящая книга является вторым изданием пособия (первое издание вышло в 1986 г.). Необходимость второго издания пособия вызвана тем, что за период после первого его издания внесено много изменений и дополнений в стандарты ЕСКД по правилам выполнения схем и чертежей и применяемых в них условных графических обозначений. Ряд стандартов отменен, а взамен некоторых из них выпущены новые. Во втором издании пособия учтены эти изменения и дополнения в части стандартов ЕСКД. Дополнительно приведены условные графические обозначения в схемах вычислительной техники, конструкторской документации с применением электромонтажа, чертежей электрических жгутов, изделий с электрическими обмотками и печатных плат.

Учтены замечания читателей по первому изданию книги.

Автор выражает благодарность рецензенту книги канд. техн. наук Л. И. Ильяхенко за ценные замечания, сделанные им при просмотре рукописи.

*Автор*

## § 1. ОСНОВНЫЕ СРЕДСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ УСТРОЙСТВ И УСТАНОВОК

Наиболее распространенным средством изображения различных устройств и установок, а также их частей является *метод проекций*, преимущественно на три взаимно перпендикулярные плоскости. При этом получают виды спереди, сбоку и сверху изображаемого устройства. Для отображения внутренних частей устройства используют *разрезы* и *вырывы*.

Метод проекций обеспечивает передачу на чертеже сведений о конструкции того или иного устройства, форме, взаимном расположении его частей, размерах, а также материалах, способах обработки и допусках при изготовлении. Однако при этом методе нельзя дать необходимые сведения по монтажу и эксплуатации, о принципах действия отдельных устройств и установок (например, о взаимодействии подвижных частей механизма, движении жидкости или газа в гидро- или пневматических установках, прохождении электрического тока в электроустановках). Поэтому выделяют соответствующие кинематические, гидравлические, пневматические и электрические цепи, каждая из которых имеет определенные признаки процессов, обеспечиваемых устройством или установкой. Так, электрическая цепь — это совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, в которых электромагнитные процессы могут быть описаны с помощью понятий об эдс, токе и напряжении.

Средствами отображения различных цепей устройств и установок, а также сообщениями сведений об их монтаже и эксплуатации служат специальные чертежи, называемые *схемами*. На схемах условными графическими обозначениями показывают все элементы устройства или установки и связи между ними.

В электрических цепях такими элементами являются электрические машины, аппараты и приборы или некоторые их части (обмотки, контакты, резисторы и др.), а связями между ними — проводники электрического тока (провода, кабели, шины).

## § 2. ВИДЫ И ТИПЫ СХЕМ

В зависимости от *вида элементов*, входящих в устройство, схемы разделяют на кинематические, гидравлические, пневматические, электрические и др. Бывают также комбинированные схемы, состоящие из элементов различных видов. Например, электрогидравлические схемы содержат как электрические, так и гидравлические элементы. Однако, если работа устройства определяется

преимущественно элементами одного вида, а число элементов других видов незначительно, схему называют по элементам первого вида. Так, многие схемы управления выключателями с электро-механическими аппаратами (реле, контакторами), имеющие элементы кинематики, связывающие отдельные части аппаратов, относят к электрическим; их нельзя называть комбинированными.

В зависимости от назначения различают следующие типы схем: структурные, функциональные, принципиальные, соединений, подключения, общие и расположения.

Для электрических схем энергетических установок вместо названий «принципиальные схемы и схемы соединений» установлены названия «полные и монтажные схемы», что следует иметь в виду, поскольку эти названия часто встречаются. В данной книге используются первые названия схем, являющиеся более общими.

- Структурные схемы показывают основные функциональные части устройств, их назначение и взаимосвязь, выполняются на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и используются для ознакомления с устройством.

- Функциональные схемы показывают отдельные процессы, происходящие в цепях устройств (установок), и используются при изучении их общего принципа действия.

- Принципиальные схемы служат основанием для разработки конструкторской документации. На них приводятся все элементы и связи между элементами и они дают детальное представление о принципе действия устройства.

- Схемы соединений показывают связи между элементами устройства, чем они осуществляются (провода, жгуты, трубопроводы), а также места присоединений и вводов. Схемы соединений используются при разработке конструкторской документации, в первую очередь конструкторских чертежей, определяющих расположение и способы крепления проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов, аппаратов и др.

- Схемы подключения показывают внешнее подключение устройств.

- Общие схемы показывают составные части комплексов и соединения их между собой на месте эксплуатации.

- Схемы расположения показывают расположение составных частей устройств, а если необходимо, то и проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и др.

Схемы могут быть совмещенными. Так, на схеме соединений может быть показано внешнее подключение устройства; структурная схема может быть совмещена с функциональной.

### § 3. ОСОБЕННОСТИ СХЕМ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Как известно, процессы получения, преобразования, передачи, распределения и потребления электроэнергии происходят в электрических цепях электроустановок и электрических устройств.

Поэтому основным средством изображения электроустановок или устройств служат электрические схемы, на которых показывают соответствующие цепи. Наиболее важными являются принципиальные схемы, позволяющие понять взаимодействие всех элементов электроустановки.

Наряду с несложными электрическими схемами с одной или несколькими электрическими цепями и небольшим количеством элементов (например, схема освещения с несколькими светильниками, схема управления асинхронным электродвигателем) во многих случаях выполняются сложные схемы (дистанционного управления, телемеханики, релейной защиты и автоматики), содержащие десятки цепей и соответственно множество элементов различного назначения. В простых схемах, зная смысл условных графических обозначений отдельных элементов и связей между ними, разобраться нетрудно. Для чтения сложных схем этого недостаточно, так как на них дополнительно проставляются буквенно-цифровые обозначения, указывающие вид и порядковый номер каждого элемента, а также различные обозначения (буквами, цифрами, буквами и цифрами) цепей и их участков.

Особенностью схем электроустановок является использование в них условных графических обозначений, применяемых в схемах других видов. Это обусловлено наличием в электроустановках электрических устройств с кинематическими и гидропневматическими связями элементов.

Кроме того, при выполнении электрических схем отдельные элементы одного и того же устройства (например, обмотки и контакты реле, обмотки тока и напряжения ваттметров и счетчиков, магнитных усилителей) разносят по разным цепям, иногда находящимся на разных чертежах. Этим обусловлена необходимость выполнения электрических схем двумя способами: совмещенным и разнесенным. Второй способ преимущественно применяют при выполнении принципиальных схем управления и контроля силовым электрооборудованием.

Общие требования к электрическим схемам установлены стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), в которых даны определения различных видов и типов схем, приведены правила их выполнения, условные графические и буквенно-цифровые обозначения электрических устройств и их элементов, а также обозначения электрических цепей.

## **9 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какими средствами изображают устройства и установки?
2. Для чего служат схемы и чем они отличаются от другой конструкторской документации?
3. Какие виды и типы схем вы знаете?
4. Что показывают принципиальные схемы, схемы соединений и подключения?
5. В чем отличие электрических схем от схем других видов?
6. Какие обозначения используют при выполнении электрических схем?

#### § 4. ПОСТРОЕНИЕ УСЛОВНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Для построения условных графических обозначений используют сравнительно небольшое число простейших геометрических образов (точку, отрезок прямой, окружность и ее части, прямоугольник, треугольник и др.), каждый из которых применяют отдельно или в сочетании с другими, а также буквы (обычно прописные латинского алфавита), арабские цифры и специальные знаки. Правильное сочетание этих элементов при всем разнообразии устройств, применяемых в электроустановках, позволяет в каждом конкретном случае построить условное графическое обозначение, однозначно определяющее изделие, изображенное на схеме.

Рассмотрим на конкретных примерах использование некоторых геометрических образов в условных графических обозначениях и что они означают (рис. 1, а—з).

● ○ Точка, зачерченная или незачерченная (рис. 1, а), обозначает электрическое соединение проводников (рис. 1, а<sub>1</sub>). Если необходимо различать неразборное и разборное соединение, используют соответственно зачерченную или незачерченную точку. Кроме того, точкой обозначают начало обмотки (рис. 1, а<sub>2</sub>), газовое заполнение (зачерченная точка) и холодный катод (незачерченная точка) в электровакуумных приборах, например в стабилитроне (рис. 1, а<sub>3</sub>).

Незачерченные точки используют в обозначениях контакта без самовозврата (рис. 1, а<sub>4</sub>), шарового разрядника (рис. 1, а<sub>5</sub>), инверсного статического входа (рис. 1, а<sub>11</sub>) и выхода элементов вычислительной техники. На планах прокладки электрических сетей и расположения оборудования незачерченные точки используют в обозначениях заземлителей (рис. 1, а<sub>8</sub>) и выключателей (рис. 1, а<sub>10</sub>), а зачерченные точки — в обозначениях линии напряжением 42 В и ниже (рис. 1, а<sub>7</sub>) и шинпровода на стойках (рис. 1, а<sub>9</sub>). В обозначении переменного резистора с замыкающим контактом зачерненная точка указывает положение его подвижного контакта, при котором срабатывает замыкающий контакт (рис. 1, а<sub>6</sub>).

— Прямая линия — сплошная и штриховая (рис. 1, б) и ее отрезки используются для образования различных условных обозначений. Сплошными линиями изображают электрические связи, например линию проводки (рис. 1, б<sub>1</sub>), а штриховыми — механические связи, в частности в кнопке (рис. 1, б<sub>2</sub>) и переключателе (рис. 1, б<sub>7</sub>). На планах прокладки электрических сетей и рас-



Геометрический образ	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	
$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$		
$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_8$	$b_9$	$b_{10}$	$b_{11}$	$b_{12}$	
$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_8$	$b_9$	$b_{10}$	$b_{11}$	$b_{12}$	
$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$	$c_6$	$c_7$	$c_8$	$c_9$	$c_{10}$	$c_{11}$	$c_{12}$	
$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$	$c_6$	$c_7$	$c_8$	$c_9$	$c_{10}$	$c_{11}$	$c_{12}$	
$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$d_6$	$d_7$	$d_8$	$d_9$	$d_{10}$	$d_{11}$	$d_{12}$	
$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$d_6$	$d_7$	$d_8$	$d_9$	$d_{10}$	$d_{11}$	$d_{12}$	
$e_1$	$e_2$	$e_3$	$e_4$	$e_5$	$e_6$	$e_7$	$e_8$	$e_9$	$e_{10}$	$e_{11}$	$e_{12}$	
$e_1$	$e_2$	$e_3$	$e_4$	$e_5$	$e_6$	$e_7$	$e_8$	$e_9$	$e_{10}$	$e_{11}$	$e_{12}$	
$ж_1$	$ж_2$	$ж_3$	$ж_4$	$ж_5$	$ж_6$	$ж_7$	$ж_8$	$ж_9$	$ж_{10}$			
$ж_1$	$ж_2$	$ж_3$	$ж_4$	$ж_5$	$ж_6$	$ж_7$	$ж_8$	$ж_9$	$ж_{10}$			
$з_1$	$з_2$	$з_3$	$з_4$	$з_5$	$з_6$	$з_7$	$з_8$	$з_9$	$з_{10}$	$з_{11}$	$з_{12}$	
$з_1$	$з_2$	$з_3$	$з_4$	$з_5$	$з_6$	$з_7$	$з_8$	$з_9$	$з_{10}$	$з_{11}$	$з_{12}$	

Рис. 1. Геометрические образы (а—з) и их использование для построения условных графических обозначений

положения оборудования штриховыми линиями обозначают сети аварийного, эвакуационного и охранного освещения.

Отрезки прямой используют в обозначениях зануления и заземления (рис. 1,  $b_3$ ), обмоток электроизмерительных приборов (рис. 1,  $b_4$  — вверху токовая, а внизу напряжения), коллектора с базой транзистора (рис. 1,  $b_5$ ), конденсатора (рис. 1,  $b_8$ ), химического источника тока (рис. 1,  $b_9$ ). Отрезками прямой и штриховой линий обозначают анод и сетку электровакуумного прибора (рис. 1,  $b_6$ ), а также ферромагнитный и магнитодиэлектрический магнитопроводы дросселя.

Обозначение рис. 1,  $b_{11}$  используют для указания линейного и нелинейного саморегулирования, а обозначение рис. 1,  $b_{12}$  характеризует задержку в элементах вычислительной техники. Следует помнить, что на планах прокладки электрических сетей и расположения оборудования изображение (рис. 1,  $b_{12}$ ) является обозначением светильника с люминесцентной лампой.

○ Окружность (рис. 1,  $a$ ) используют для обозначения корпусов полупроводниковых приборов и баллонов электровакуумных приборов, общего обозначения электрических машин. Кроме того, окружностью обозначают обмотки электрических машин — большей — обмотка статора, меньшей — ротора (рис. 1,  $a_1$ ); обмотки силовых трансформаторов и трансформаторов напряжения (рис. 1,  $a_2$ ); обмотки трансформатора тока (рис. 1,  $a_3$ ).

Окружность используют также в обозначениях показывающих приборов, например амперметра (рис. 1,  $a_4$ ), электрических ламп накаливания (рис. 1,  $a_5$ ), микрофона (рис. 1,  $a_6$ ), кольцевого замкнутого потенциометра (рис. 1,  $a_7$ ), контакта, скользящего по кольцевой поверхности (рис. 1,  $a_8$ ), электрической связи многожильным кабелем, например с семью жилами (рис. 1,  $a_9$ ). На планах прокладки электрических сетей и расположения оборудования окружности применяют в обозначениях реактора (рис. 1,  $a_{10}$ ), масляного выключателя напряжением 110—220 кВ (рис. 1,  $a_{11}$ ) и короткозамыкателя (рис. 1,  $a_{12}$ ).

⌒ Часть окружности (рис. 1,  $z$ ) применяют для построения обозначений обмоток электрических машин и трансформаторов по форме II, обмоток магнитных усилителей и электроизмерительных приборов разнесенным способом (рис. 1,  $z_1$ ), пересечения проводов (рис. 1,  $z_2$ ), осциллографического гальванометра тока и напряжения (рис. 1,  $z_3$ ), электрического звонка (рис. 1,  $z_4$ ). В электровакуумных приборах части окружности используют при обозначении термокатодов прямого накала (рис. 1,  $z_5$ ) и косвенного накала (рис. 1,  $z_6$ ). Кроме того, часть окружности используют в обозначениях контактора (рис. 1,  $z_7$ ), контакта, замыкающего с замедлением (рис. 1,  $z_8$ ), и шагового искателя (рис. 1,  $z_9$ ).

На планах прокладки электрических сетей и расположения оборудования часть окружности применяют в обозначениях штепсельной розетки (рис. 1,  $z_{10}$ ) и прожектора, например с лампой накаливания (рис. 1,  $z_{11}$ ).


□ Прямоугольник (рис. 1,  $d$ ) наиболее широко исполь-




зуют при построении условных графических обозначений: в большинстве структурных и функциональных схем; для всех элементов схем цифровой техники; большой группы измерительных приборов и ряда других элементов электрических схем. Прямоугольник применяют в обозначении регистрирующих измерительных приборов, например регистрирующего вольтметра (рис. 1,  $d_1$ ) и интегрирующих приборов, например электрического счетчика (рис. 1,  $d_4$ ).

На рис. 1,  $d_3$  приведено обозначение электронагревателя прямого нагрева. Заметим, что также выглядит и графическое обозначение интегрирующего прибора. Только дополнительная информация, в основном поле (рис. 1,  $d_4$  — буквы  $kWh$ ), позволяет их различать. На рис. 1,  $d_2$  приведено общее обозначение электронагревателя сопротивления. Наличие условного обозначения резистора в его поле и буквы  $V$  в поле регистрирующего прибора (см. рис. 1,  $d_1$ ) обеспечивает различие в обозначениях этих устройств.

Прямоугольник используют в обозначениях резистора (рис. 1,  $d_5$ ), плавкого предохранителя (рис. 1,  $d_6$ ), катушки электромеханического устройства (рис. 1,  $d_7$ ) и телефона (рис. 1,  $d_8$ ), на планах прокладки электрических сетей и расположения оборудования — в обозначениях электронагревательного устройства (рис. 1,  $d_9$ ), шкафа одностороннего обслуживания (рис. 1,  $d_{10}$ ), масляного трансформатора без расширительного бака (рис. 1,  $d_{11}$ ) и масляного выключателя напряжением 35 кВ (рис. 1,  $d_{12}$ ).

 Треугольник (рис. 1,  $e$ ) в обозначениях трансформаторов и электрических машин (рис. 1,  $e_1$ ) указывает на схему соединения их обмоток. Его используют в обозначениях полупроводниковых диода (рис. 1,  $e_2$ ) и тиристора, электрической сирены (рис. 1,  $e_3$ ), усилителя (рис. 1,  $e_4$ ), угольного разрядника (рис. 1,  $e_7$ ), модулятора (рис. 1,  $e_9$ ). Треугольник также применяют в обозначении контакта с самовозвратом (на рис. 1,  $e_5$  — размыкающий контакт с самовозвратом), электрода электронно-лучевого прибора с фотоэмиссией (рис. 1,  $e_6$ ), катушки электромеханического устройства, имеющего механическую блокировку (рис. 1,  $e_8$ ). В схемах сигнальной техники треугольник используют в обозначениях защитного контакта (рис. 1,  $e_{10}$ ), контроля (рис. 1,  $e_{11}$ ) и контроля со схемой защиты (рис. 1,  $e_{12}$ ).

 Геометрический образ в виде квадратной скобки (рис. 1,  $ж$ ) указывает воздействие на контакт с помощью кнопки (например, замыкающий контакт нажимного кнопочного выключателя — рис. 1,  $ж_1$ ), автоматическое срабатывание (например, замыкающий контакт аппарата с автоматическим срабатыванием при отключении — рис. 1,  $ж_2$ ), туннельный эффект полупроводниковых приборов (например, туннельный диод — рис. 1,  $ж_3$ ). Кроме того, так обозначают воспринимающую часть электротеплового реле (рис. 1,  $ж_4$ ), импульсный характер действия приборов в схемах сигнальной техники (например, оптический прибор с импульсной световой сигнализацией — рис. 1,  $ж_7$ ), способ записи показаний регистрирующего прибора печатанием (например, регистрирующий амперметр, печатающий с цифровой регистрацией, — рис. 1,  $ж_6$ ).

В обозначении элементов вычислительной техники квадратная скобка указывает группу выводов, объединенных внутри элемента (например, набор резисторов, часть выводов которых объединена, — рис. 1, ж<sub>8</sub>), а в обозначении многопозиционных переключателей — порядок замыкания цепей подвижным контактом (например, многопозиционный переключатель с подвижным контактом, замыкающим три цепи, исключая одну промежуточную, — рис. 1, ж<sub>5</sub>). На планах прокладки электрических сетей и расположения оборудования квадратную скобку используют в обозначениях проводки в лотке (рис. 1, ж<sub>9</sub>) и прокладки на тросе с его концевым креплением (рис. 1, ж<sub>10</sub>).

→ Зачерненную и незачерненную стрелки (рис. 1, з) используют при построении условных графических обозначений в основном как дополнительные к основным обозначениям для указания отдельных признаков изображаемых изделий: линейного и нелинейного саморегулирования (рис. 1, з<sub>3</sub>); элементов регулирования параметров, например подвижного контакта в переменном резисторе (рис. 1, з<sub>4</sub>); направления светового потока при изображении фоторезистора (рис. 1, з<sub>6</sub>) и светодиода (рис. 1, з<sub>7</sub>); направления потока электроэнергии, электрического сигнала (рис. 1, з<sub>9</sub>); непрерывности режима в изображении электронагревателя сопротивления (рис. 1, з<sub>8</sub>). Кроме того, стрелки применяют при построении условных графических обозначений штыря разъемного соединения (рис. 1, з<sub>1</sub>), искрового промежутка (рис. 1, з<sub>2</sub>), эмиттера полупроводниковых приборов (рис. 1, з<sub>5</sub>), магнитострикционного элемента (рис. 1, з<sub>10</sub>). На планах прокладки электрических сетей и расположения оборудования стрелки используют для обозначения перехода проводки с одной отметки на другую, например на более высокую или более низкую (рис. 1, з<sub>11</sub>) и обозначения автоматического выключателя (рис. 1, з<sub>12</sub>).

При выполнении схем следует иметь в виду не только сочетание различных геометрических образов и их взаимное расположение в одном условном обозначении, но и количество использованных в этом условном обозначении одинаковых геометрических образов. Так, низкое, высокое и сверхвысокое давление в газоразрядных лампах обозначают соответственно одной, двумя или тремя зачерненными точками. В электрических машинах одну, две, три и четыре полуокружности используют для обозначения обмоток вспомогательного полюса, компенсационной, фазы статора машины переменного тока и последовательного возбуждения машины постоянного тока, параллельного и независимого возбуждения машин постоянного тока, а в электроизмерительных приборах две и три полуокружности — для обозначения токовой обмотки и обмотки напряжения при их изображении разнесенным способом.

## § 5. ПРИМЕРЫ УСЛОВНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся условные графические обозначения различных устройств и их отдельных частей.

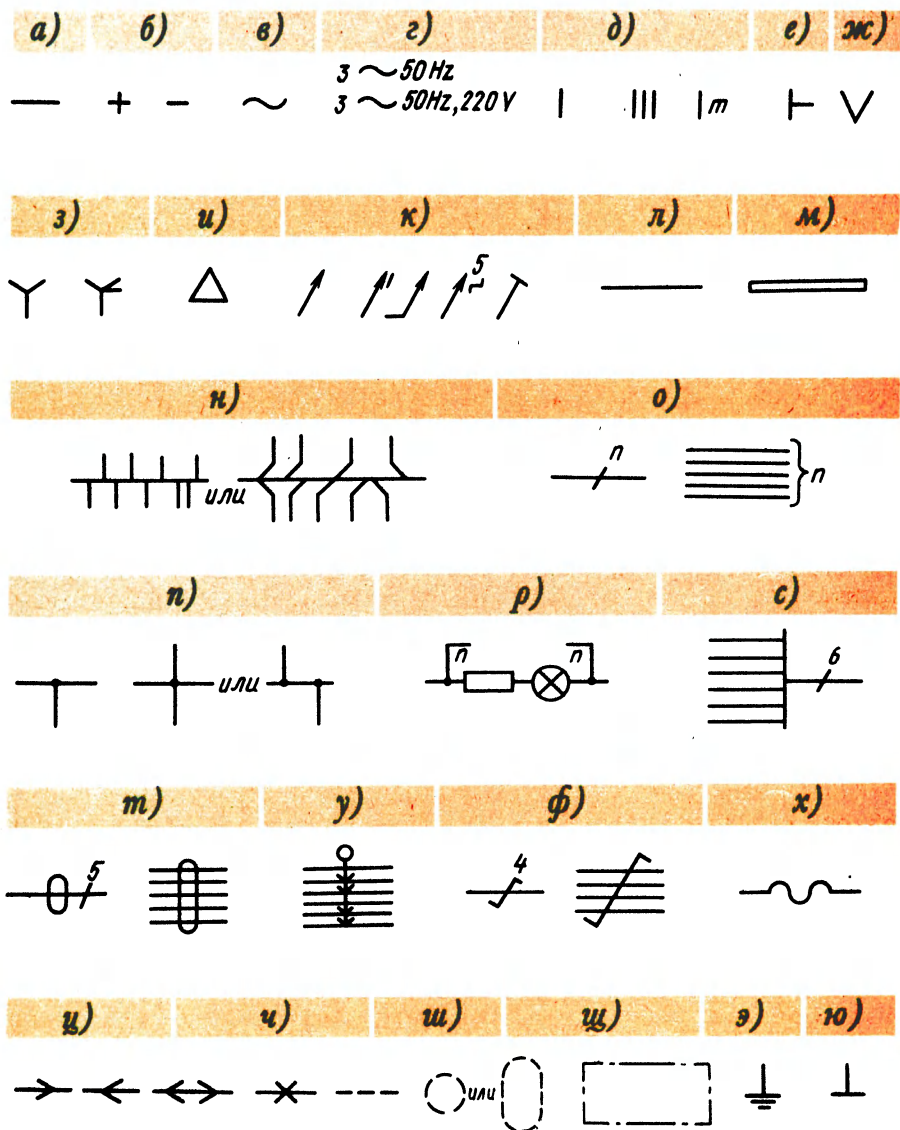


Рис. 2. Условные графические обозначения общего применения (а—ю)

**■ Обозначения общего применения.** Обозначениями общего применения являются квалификационные символы: рода тока и напряжения (рис. 2, а—г), вида соединения обмоток в изделиях (рис. 2, д—и), регулирования (рис. 2, к), формы импульса (прямоугольной, остроугольной), вида модуляции (фазовая, частотная, амплитудная). Кроме того, к ним относятся обозначения электрических связей (рис. 2, л—х), указания направления передачи тока,

сигнала, потока энергии (рис. 2, *ц—ч*) и прочие (рис. 2, *ш—ю*).

Символы, показанные на рис. 2, *а—в*, используются соответственно для обозначения постоянного тока, полярности (положительной и отрицательной) и переменного тока. При обозначении переменного тока допускается указывать число фаз, частоту и напряжение (рис. 2, *г*). Символы одной, трех и *т* электрически не соединенных обмоток показаны на рис. 2, *д*, а символы одной обмотки с выводом от средней точки, двух обмоток, соединенных в открытый треугольник, трех обмоток, соединенных в звезду (без вывода от нулевой точки и с выводом от нее) и в треугольник, — на рис. 2, *е—и*. Символы (рис. 2, *к*), указывают на виды регулирования: первый — общее обозначение, остальные — плавное, нелинейное, ступенчатое (например, пять ступеней) и подстроечное. Отсутствие стрелки вверх указывает на саморегулирование.

Линии электрической связи, провода, кабели, шины и линии групповой связи изображают сплошной линией (рис. 2, *л*). Если необходимо, допускается линии групповой связи изображать утолщенными линиями, а шины — двойными (рис. 2, *м*). Графическое слияние линий электрической связи в линию групповой связи показано на рис. 2, *н*, а группа из *n* линий, имеющих общее функциональное назначение, в одно- и многолинейном изображении дана на рис. 2, *о*. Линии с ответвлениями, например с одним и двумя, показаны на рис. 2, *п*. Линии с разветвлениями на несколько идентичных цепей с одинаковыми элементами (например, *n* цепей с последовательно соединенными резистором и лампой накаливания) можно изображать упрощенно (рис. 2, *р*).

На рис. 2, *с—х* соответственно показаны: переход от многолинейного к однолинейному изображению группы, например из шести линий, кабельная линия в одно- и многолинейном изображении (цифра 5 указывает число жил в кабеле); группа линий электрической связи, четыре из которых выполнены многожильным кабелем; линия электрической связи, выполненная четырьмя скрученными проводами в одно- и многолинейном изображении; линия электрической связи, выполненная гибким проводом.

Направление тока, сигнала или потока энергии в одну сторону (слева направо либо справа налево) показано на рис. 2, *ц*, а в две стороны (неодновременно и одновременно) — на рис. 2, *ч*.

Штриховой линией показывают экранирование группы линий электрической связи контуром (рис. 2, *ш*), группы элементов контуром (рис. 2, *щ*). Заземление и корпус (машины, аппарата, прибора) обозначают, как показано на рис. 2, *э*, *ю*.

■ **Обозначения электрических машин.** Установлено три способа построения условных графических обозначений электрических машин: упрощенный однолинейный, упрощенный многолинейный (форма I) и развернутый (форма II).

● В упрощенных однолинейных обозначениях обмотки статора и ротора изображают окружностями, а их выводы одной линией, но с указанием на ней наклонными штрихами их количества. Общее обозначение электрической машины — это ок-

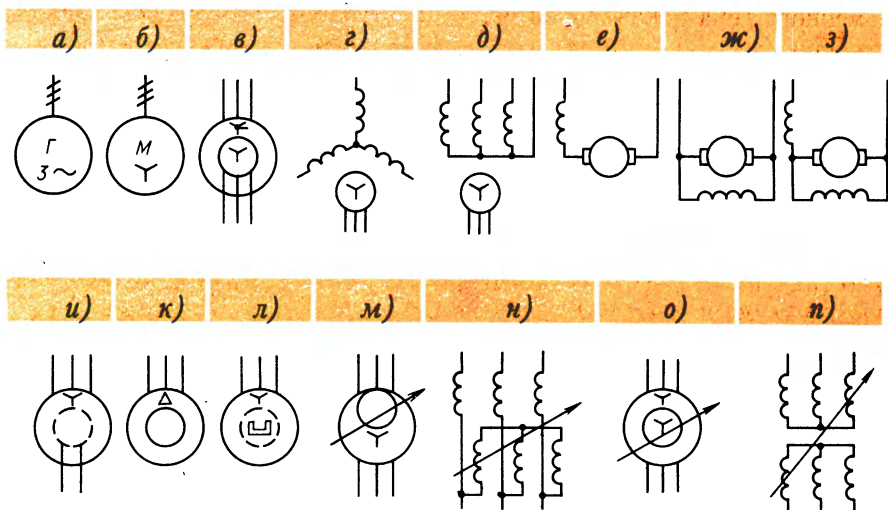


Рис. 3. Условные графические обозначения электрических машин (а—п)

ружность, внутри которой допускается указывать вид машины (генератор Г, двигатель М, возбудитель В, газотурбогенератор ГТ, гидротурбогенератор ГТГ, дизель-генератор ДГ), род тока, число фаз (рис. 3, а) или вид соединения обмоток (рис. 3, б).

В упрощенных многолинейных обозначениях обмотки статора и ротора изображают в виде двух concentric окружностей, но показывают все их выводы. Для примера на рис. 3, в дано условное графическое обозначение трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором, обмотка которого соединена звездой с обмоткой статора, соединенной звездой с выведенной нейтральной (средней) точкой.

В развернутых обозначениях обмотку статора изображают в виде цепочек полуокружностей, а обмотку ротора — в виде окружности (или наоборот). Взаимное расположение обмоток в виде цепочек полуокружностей показывают с учетом сдвига фаз (например, на 120 эл. град. — рис. 3, г и без него — рис. 3, д). При изображении обмоток электрических машин в виде цепочек полуокружностей принято двумя полуокружностями показывать обмотки добавочных полюсов и компенсационные, тремя — обмотки статора машин переменного тока и последовательного возбуждения машин постоянного тока, четырьмя — обмотки параллельного и независимого возбуждения машин постоянного тока.

Рассмотрим примеры построения условных графических обозначений электрических машин (рис. 3, е—п). Обозначения машин постоянного тока с последовательным, параллельным и смешанным возбуждением показаны на рис. 3, е—з. Окружность с соприкасающимися с ней прямоугольниками означает якорь с коллекторами и щетками.


Упрощенные многолинейные обозначения (форма I) машин пе-

ременного тока показаны на рис. 3, *и—л*. На этих рисунках соответственно даны: синхронная трехфазная машина с обмоткой возбуждения на явнополюсном роторе и обмоткой статора, соединенной в звезду; асинхронная трехфазная машина с короткозамкнутым ротором и обмоткой статора, соединенной в треугольник; синхронная трехфазная машина с возбуждением от постоянных магнитов и обмоткой статора, соединенной в звезду.

На рис. 3, *к* и *н* упрощенным многолинейным (форма I) и развернутым (форма II) способами показан трехфазный поворотный автотрансформатор (потенциал-регулятор). Касание двух окружностей, изображающих обмотки статора и ротора, указывает на их электрическое соединение. На рис. 3, *о, п* упрощенным многолинейным (форма I) и развернутым (форма II) способами показан трехфазный поворотный трансформатор (фазорегулятор). Стрелки на рис. 3, *м—п* указывают на возможность регулирования (напряжения потенциал-регулятором и фазы фазорегулятором).


■ **Обозначения трансформаторов, автотрансформаторов, магнитных усилителей.** Для трансформаторов и автотрансформаторов, как и для электрических машин, установлено три способа построения условных графических обозначений. На рис. 4, *а, б* упрощенным однолинейным способом показаны трехфазные двухобмоточные трансформатор и автотрансформатор (в автотрансформаторе обмотка высшего напряжения дана в виде дуги). На рис. 4, *в* упрощенным многолинейным (форма I) и развернутым (форма II) способами показан однофазный двухобмоточный трансформатор. В развернутых обозначениях обмотки трансформаторов и автотрансформаторов изображают в виде цепочек полуокружностей.

На рис. 4, *г—е* упрощенным многолинейным и развернутым способами показаны трехфазные двухобмоточные трансформатор и автотрансформатор, а также трехфазный трехобмоточный трансформатор, снабженный устройством для регулирования напряжения под нагрузкой, на что указывает стрелка в его обозначении.

На рис. 4, *ж—и* упрощенным и развернутым способами показаны измерительные трансформаторы тока соответственно с одной вторичной обмоткой, с двумя вторичными обмотками на одном сердечнике и быстронасыщающийся, на что указывает -образная линия, пересекающая изображение обмоток.

На рис. 4, *к* показан однофазный трансформатор с подмагничивающей обмоткой, на что указывает ее пересечение ферромагнитным сердечником.

Обозначения магнитных усилителей с двумя рабочими и общей управляющей обмоткой, двумя последовательно включенными рабочими обмотками и двумя встречно включенными секциями управляющей обмотки приведены на рис. 4, *л, м*. Точками показаны начала обмоток.

Обозначение ферромагнитного элемента памяти (запоминающего трансформатора) приведено на рис. 4, *н*; значок  вверх показывает, что сердечник имеет прямоугольную форму кривой намагничивания.



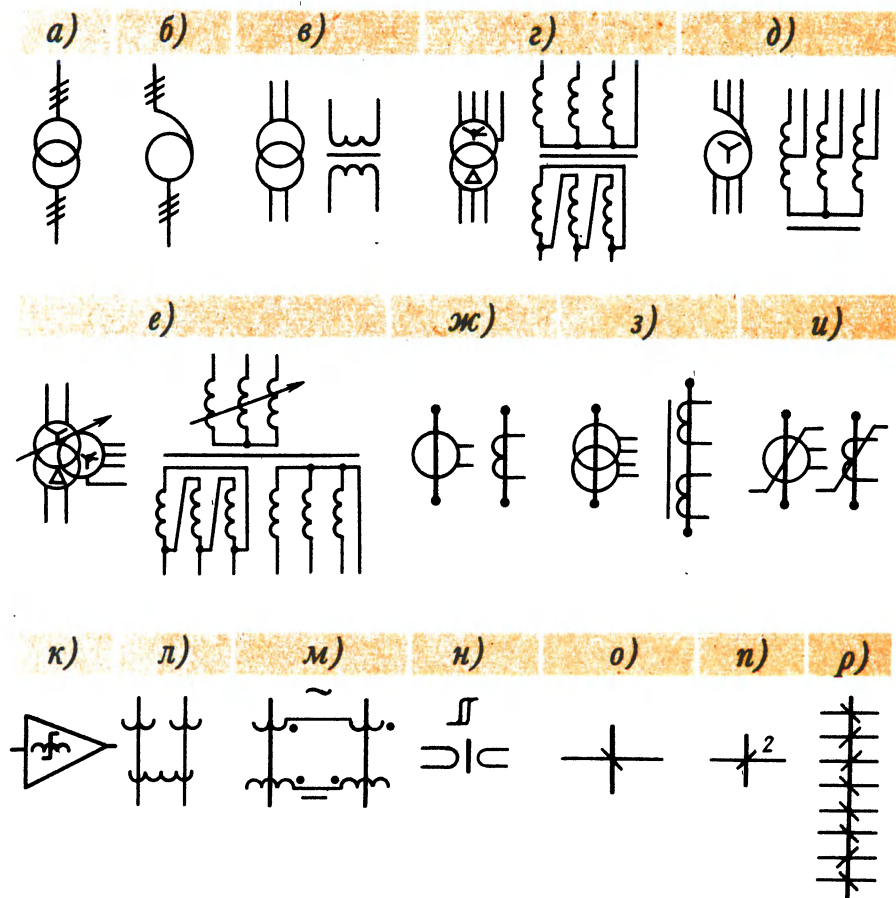


Рис. 4. Условные графические обозначения трансформаторов, автотрансформаторов, магнитных усилителей (а—р)

При большом числе обмоток на сердечнике, а также большом количестве сердечников допускается на схемах обозначение, показанное на рис. 4, о, где вертикальная линия означает сердечник, горизонтальная — линию электрической связи между обмотками, а наклонная — наличие обмотки на данном сердечнике. Конец наклонной линии под линией электрической связи указывает, что соединение выполнено с началом обмотки. При прохождении положительного импульса тока слева направо и справа налево сердечник соответственно перемagnичивается в состояние «1» и «0». Допускается около обозначения обмотки указывать число витков, например 2 (рис. 4, п).

В качестве примера на рис. 4, р приведено обозначение запоминающего трансформатора с восемью обмотками, из которых 2-,

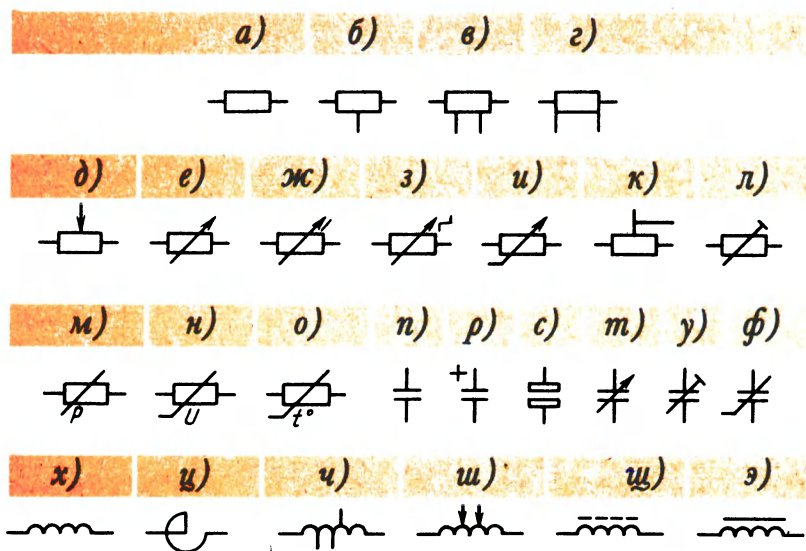


Рис. 5. Условные графические обозначения резисторов, конденсаторов и катушек индуктивностей (а—э)

3- и 7-я перемагничивают сердечник в состояние «1», а 1-, 4-, 5-, 6- и 8-я — в состояние «0».

■ **Обозначения резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности.** Обозначения постоянных резисторов — общее, с одним и двумя дополнительными отводами и измерительного шунта — показаны на рис. 5, а—г. Используя знаки регулирования, образуют обозначения переменных резисторов — общее (рис. 5, д, е), с плавным (рис. 5, ж), ступенчатым (рис. 5, з), нелинейным (рис. 5, и) и подстроечным (рис. 5, к, л) регулированием, с саморегулированием — линейным (например, тензорезисторов — рис. 5, м) и нелинейным (например, варисторов — рис. 5, н, а также терморезисторов — рис. 5, о).

Обозначения конденсаторов — общее поляризованного электролитического, переменной емкости, подстроечного и варикапа — показаны на рис. 5, п—ф. Обозначения катушки индуктивности, реактора, катушек индуктивности с дополнительными (например, тремя) отводами, со скользящими (например, двумя) контактами и магнитодиэлектрическим сердечником, а также дросселя с ферромагнитным сердечником показаны на рис. 5, х—э.

■ **Обозначения электронагревателей, электротермических устройств и установок.** Обозначения электронагревателей — общее, прямого и косвенного нагрева, электротермического устройства (электропечи) и установок — показаны на рис. 6, а—д.

Для характеристики способа нагрева, режима и назначения электронагревателей и электротермических устройств и установок используют специальные знаки. Показанные на рис. 6, е—л знаки



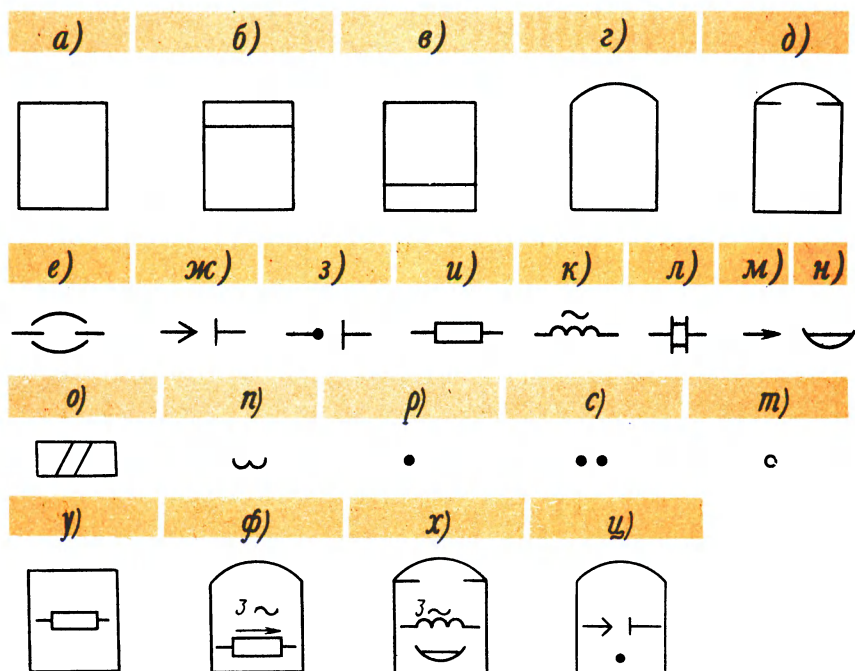


Рис. 6. Условные графические обозначения электронагревателей, электротермических устройств и установок (а—ц)

соответствуют дуговому, плазменному, электронному, сопротивлению, индукционному (током промышленной частоты), в высокочастотном поле конденсатора — диэлектрическому способам нагрева. Стрелка (рис. 6, м) указывает на непрерывный режим, а знак, показанный на рис. 6, н, — признак устройства (установки) для плавки.

Обозначения среды камеры нагрева (твердая, жидкая, искусственная и защитная атмосфера, вакуум) показаны соответственно на рис. 6, о—т, а электронагревателя сопротивления, трехфазной электропечи сопротивления непрерывного режима работы, плавильной установки с индукционным нагревом током промышленной частоты и плазменной электропечи с искусственной атмосферой показаны на рис. 6, у—ц.

**Обозначения устройств защиты электроустановок от сверхтоков и перенапряжений.** Пробивной и плавкий предохранители, выключатели-предохранители и разъединители-предохранители обозначают, как показано на рис. 7, а—г. Обозначения разрядников — общее, трубчатого, вентильного, шарового и рогового — показаны на рис. 7, д—и, а защитного искрового промежутка — на рис. 7, к.

**Обозначения электроизмерительных приборов.** Общие обозначения показывающего, регистрирующего, интегрирующего (например,

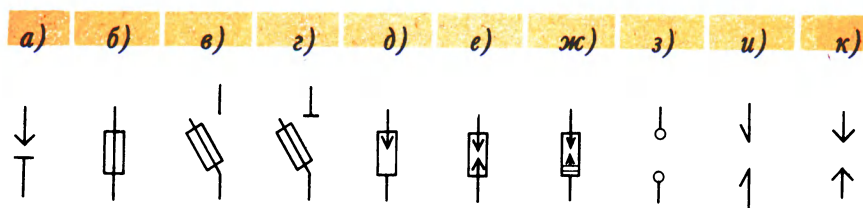


Рис. 7. Условные графические обозначения предохранителей и разрядников (а—к)

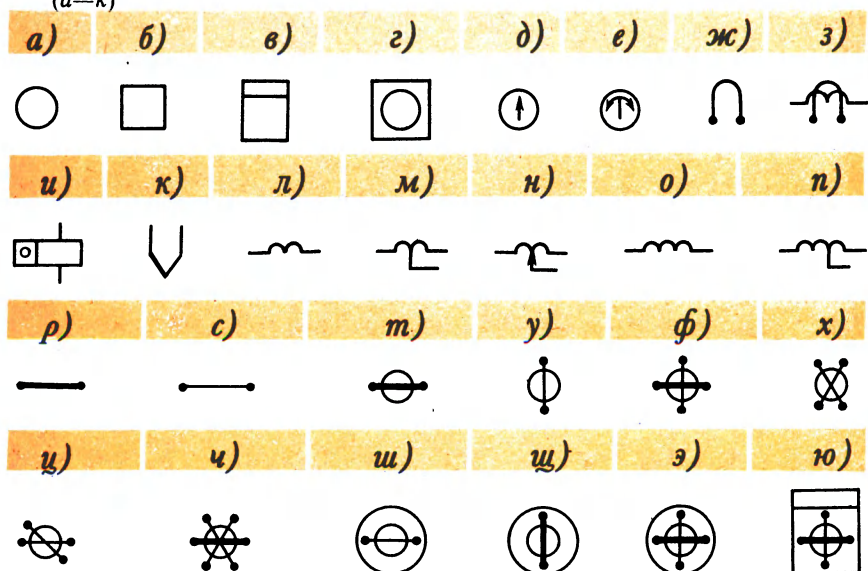


Рис. 8. Условные графические обозначения электроизмерительных приборов (а—ю)

электросчетчика) и комбинированного (например, показывающего и регистрирующего) приборов приведены на рис. 8, а—г.

Для указания назначения приборов в их обозначения вписывают буквенное обозначение единицы измерения (или измеряемой величины):  $A$  — амперметр (см. рис. 1, в<sub>4</sub>),  $mA$  — миллиамперметр,  $\mu A$  — микроамперметр,  $V$  — вольтметр,  $kV$  — киловольтметр,  $W$  — ваттметр,  $\Omega$  — омметр,  $Hz$  — частотомер,  $\varphi$  или  $\cos \varphi$  — фазометр,  $Wh$  — электрический счетчик и др.

Допускается, если необходимо, вводить соответствующие графические обозначения, характеризующие отсчетное устройство. Так, стрелка, наклоненная вправо, влево или расположенная вертикально, показывает, что подвижная часть прибора может соответственно отклоняться вправо, влево или в обе стороны от нулевой отметки.

Обозначения гальванометра, синхроскопа, осциллографичес-

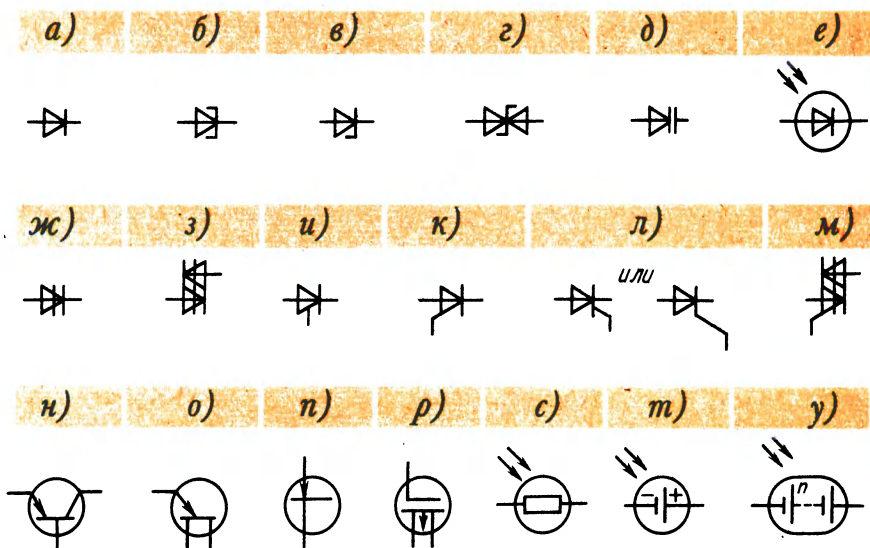


Рис. 9. Условные графические обозначения полупроводниковых приборов (а—у)

ких гальванометров тока (напряжения) и мощности, счетчика импульсов и термопары показаны на рис. 8, д — к.

При разнесенном способе выполнения схем обмотки приборов — токовую, токовые секционированную с отводом и переключаемую, а также напряжения без отвода и с отводом — обозначают, как показано на рис. 8, л — п. Если необходимо отразить взаимное расположение токовых обмоток и обмоток напряжения в измерительных механизмах, используют обозначения, приведенные на рис. 8, р, с. Примеры обозначения измерительных механизмов амперметра, вольтметра, ваттметра, магнитоэлектрического логометра (например, омметра) и ферродинамического (например, частотомера), а также электродинамического (например, однофазного фазометра) показаны на рис. 8, т — ч, а самих приборов — амперметра, вольтметра, ваттметра и счетчика — на рис. 8, ш — ю. Выводные контакты обмоток в виде точек (рис. 8, р — ю) можно не показывать.

**Обозначения полупроводниковых приборов.** Обозначения диода общее, туннельного, одно- и двустороннего стабилизаторов, варикапа и фотодиода показаны на рис. 9, а — е, а тиристоров — диодного, запираемого в обратном направлении, симметричного и триодных (общее обозначение) — запираемого в обратном направлении, управляемого по аноду, по катоду и симметричного, — на рис. 9, ж — м. Обозначения транзисторов  $p-n-p$ -типа, однопереходного с  $n$ -базой, а также полевых с каналом  $n$ -типа и с изолированным затвором обедненного типа с  $p$ -каналом даны на рис. 9, н — р. Обозначения фоторезистора, солнечного фотозлемента (знаки по-

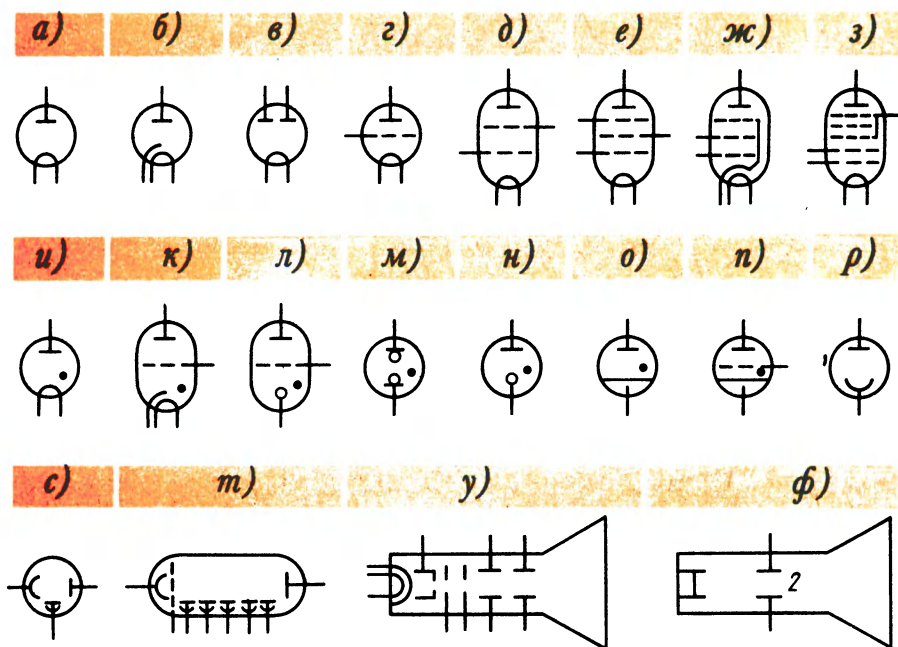


Рис. 10. Условные графические обозначения электровакуумных приборов (а—ф)

лярности допускается не указывать) и солнечной фотобатарей с  $n$  солнечных элементов приведены на рис. 9, с — у.

■ **Обозначения электровакуумных приборов.** Обозначения электронных ламп — диодов прямого и косвенного накала, двойного диода с общим катодом, триода, тетрода, пентода с выводом от каждой сетки и катодом прямого накала, пентода с внутренним соединением между катодом и антидинатронной сеткой, с катодом косвенного накала, гептода с катодом прямого накала — показаны на рис. 10, а — з.

Ионные приборы — газотрон, тиратроны с термокатодом косвенного накала и с холодным (тиратрон тлеющего разряда), лампы тлеющего разряда (например, неоновая), стабилитрон и ртутные неуправляемый и управляемый вентили — обозначают, как показано на рис. 10, и — п. Обозначение электронного фотоэлемента показано на рис. 10, р, а фотоэлектронных умножителей с одним анодом вторичной эмиссии, а также с пятью анодами и управляющим электродом — на рис. 10, с, т. Двуханодная электронно-лучевая трубка с электростатической фокусировкой и электростатическим отклонением луча имеет обозначение, показанное на рис. 10, у; ее упрощенное обозначение приведено на рис. 10, ф.

■ **Обозначение источников света и акустических приборов.** Общее обозначение осветительных и сигнальных ламп накаливания приведено на рис. 11, а. Для указания цвета лампы допускаются следующие

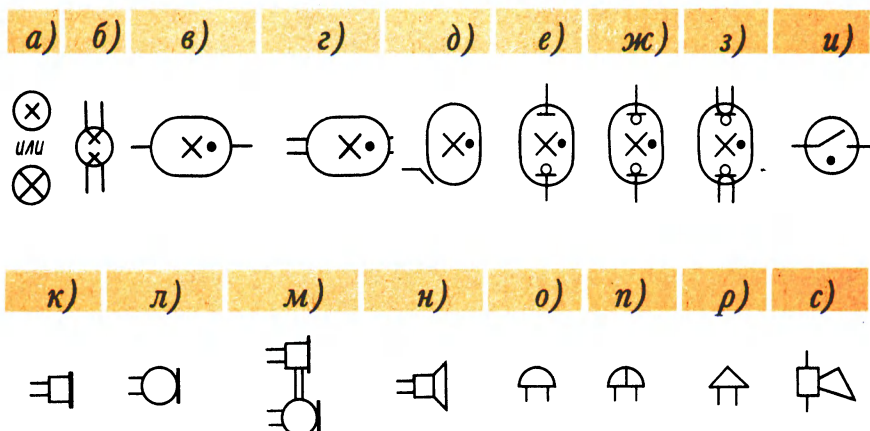


Рис. 11. Условные графические обозначения источников света и акустических приборов (а—с)

щие обозначения: С2 — красный; С4 — желтый; С5 — зеленый; С6 — синий; С9 — белый. Обозначение двухнитевой лампы накаливания, в частности, с четырьмя выводами приведено на рис. 11, б, а газоразрядных осветительных и сигнальных ламп с двумя и четырьмя выводами — на рис. 11, в, г.

На рис. 11, д — з показаны обозначения газоразрядных ламп: безэлектродной, с простыми и комбинированными (анод — холодный катод) электродами, с комбинированными электродами и подогревателем.

Знак X внутри баллона люминесцентной лампы указывает на видимое излучение. Обозначения ламп ультрафиолетового, инфракрасного излучения и с восстановительным иодным циклом дополняются соответственно буквами *UV*, *IR* или *I*. Одна зачерненная точка внутри баллона указывает на низкое давление, а две и три — соответственно высокое и сверхвысокое.

На рис. 11, и приведено обозначение пускателя люминесцентных ламп.

Обозначения акустических приборов — телефона, микрофона, микротелефона, громкоговорителя (репродуктора), электрического звонка (общее), гонга, сирены и гудка — даны на рис. 11, к — с.

**Обозначения коммутационных устройств и контактных соединений.** Коммутационные устройства на схемах должны быть изображены в положении, принятом за начальное. При изображении контактов показывают их подвижные и неподвижные контакт-детали. Для изображения основных функциональных признаков коммутационных устройств применяют условные графические обозначения контактов: замыкающих (рис. 12, а), размыкающих (рис. 12, б), переключающих (рис. 12, в), переключающих с нейтральным центральным положением подвижной контакт-детали (рис. 12, г). Для пояснения принципа действия коммутационных устройств при необходимости дополнительно изображают квалифицирующие символы

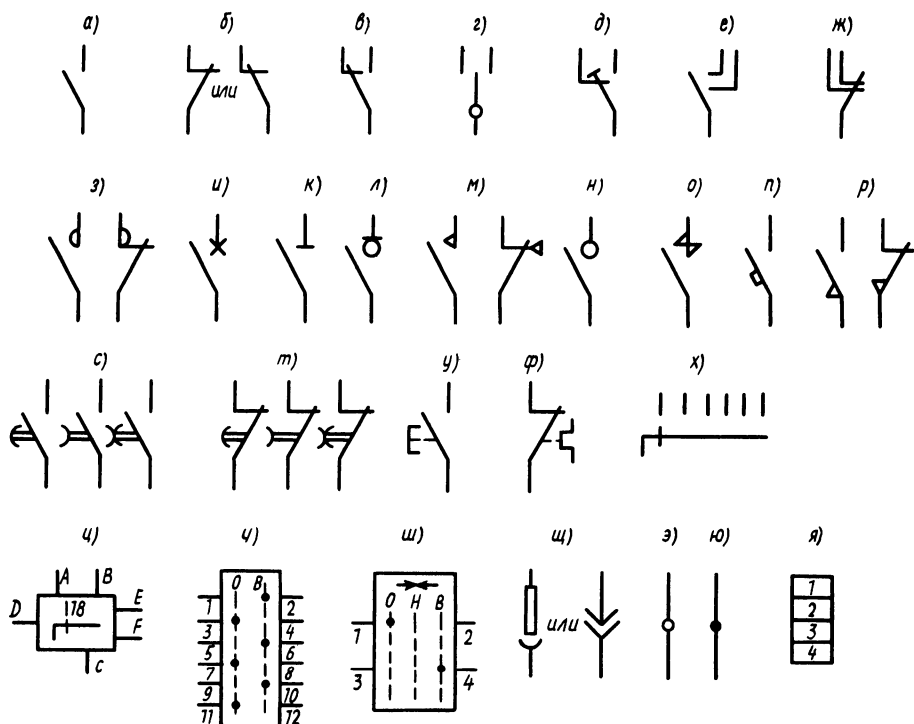


Рис. 12. Условные графические обозначения коммутационных устройств и контактных соединений (а—я)

на неподвижных контакт-деталях при отображении функций контактора  $\text{д}$ , выключателя  $\times$ , разъединителя  $\perp$ , выключателя-разъединителя  $\text{д}$  с кружком, самовозврата  $\text{д}$  с диагональной чертой, отсутствия самовозврата  $\text{д}$  с пустым кружком, дугогашения  $\text{д}$  с молнией, а также на подвижных контакт-деталях для обозначения функций путевого или концевого выключателя  $\text{д}$  с диагональной чертой, автоматического срабатывания  $\text{д}$  с диагональной чертой и переключения без разрыва цепи  $\text{д}$  с вертикальной чертой. В качестве примеров построения обозначений с этими квалифицирующими символами на рис. 12, д, з — р показаны: переключающий контакт без разрыва цепи; замыкающий и размыкающий контакты контактора; контакты выключателя, разъединителя и выключателя-разъединителя; замыкающий и размыкающий контакты с самовозвратом; замыкающие контакты без самовозврата; дугогасительный и с автоматическим срабатыванием при отключении цепи; замыкающий и размыкающий контакты конечных выключателей.

Самовозврат или отсутствие его следует указывать только в том случае, если необходимо подчеркнуть эту особенность в контактном



узле, как правило, не обладающем им. Если необходимо, рядом с обозначением контакта с автоматическим срабатыванием можно проставлять знаки, указывающие величину, при которой оно происходит: максимальный  $I >$ , минимальный  $I <$  и обратный  $I \leftarrow$  токи; максимальное  $U >$  и минимальное  $U <$  напряжение; максимальную температуру  $T^\circ >$ . Обозначения замыкающих и размыкающих контактов с двойным замыканием и размыканием приведены на рис. 12, *е, ж*, а замыкающих и размыкающих контактов, работающих с замедлением при срабатывании, возврате и при срабатывании и возврате, — на рис. 12, *с, т*. Изображения контактов кнопочного выключателя и термореле приведены на рис. 12, *у, ф*.

Обозначение однополюсного шестипозиционного переключателя приведено на рис. 12, *х*. Переключатели со сложной коммутацией, например восемнадцатипозиционный роторный переключатель с шестью зажимами, обозначенными от *A* до *F*, на схемах представляют общим обозначением (рис. 12, *ц*), а если потребуются, приводят диаграмму работы контактов. Встречаются обозначения переключателей, как показано на рис. 12, *ч*, — двухпозиционного (позиции 0 и *B*) на шесть цепей, и рис. 12, *ш* — трехпозиционного (позиции 0, *B* и *H*) на две цепи с самовозвратом в позицию *H* (на это указывают стрелки). О работе контактов можно судить по зачерненным точкам, указывающим, какие контакты замкнуты в позициях 0 и *B*. Обозначения электрического соединителя, разборного и неразборного соединений и колодки зажимов приведены на рис. 12, *щ — я*.

**Обозначения воспринимающих частей электромеханических устройств.** Общее обозначение катушек электромеханических устройств (реле, пускателей, контакторов), а также катушек с двумя обмотками, с двумя встречными обмотками, с одним отводом и трехфазного тока приведены на рис. 13, *а — д*.

Дополнительное поле (рис. 13, *е*) в обозначении катушек электромеханических устройств служит для помещения в нем уточняю-

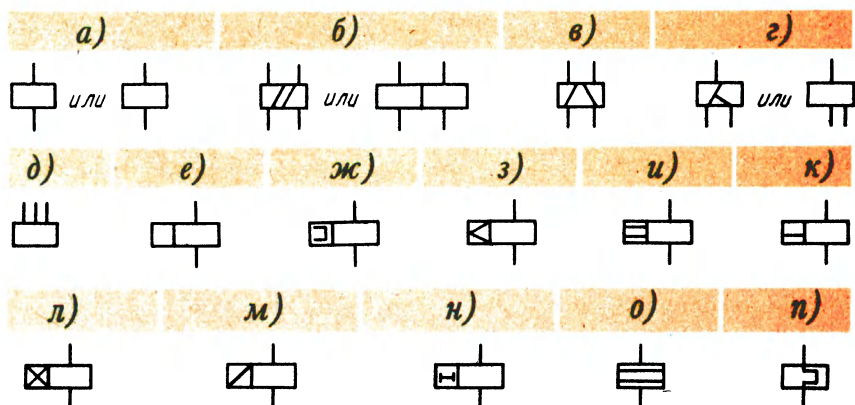


Рис. 13. Условные графические обозначения воспринимающей части электромеханических устройств (*а—п*)

щих данных, например знаков  $\sim$ ,  $I$ ,  $U$ ,  $I >$ ,  $U <$ , соответственно указывающих, что это электромагнит переменного тока, обмотка тока, напряжения, максимального тока или минимального напряжения. Эти же знаки допускается помещать в основном поле при отсутствии в нём дополнительной информации.

Катушки поляризованных электромеханических устройств, обозначаемые в дополнительном поле буквой Р, допускается также обозначать, как показано на рис. 13, ж.

Обозначения, приведенные на рис. 13, з — о, относятся к катушкам устройств, имеющих механическую блокировку и работающих с ускорением при срабатывании, срабатывании и отпускании, с замедлением при срабатывании, отпускании, срабатывании и отпускании, а также не чувствительных к переменному току.

Обозначение воспринимающей части электротеплового реле показано на рис. 13, п.

■ **Обозначение элементов вычислительной техники.** В схемах вычислительной техники ее элементы представляют в виде прямоугольника, внутри которого приводятся необходимые сведения. Этот прямоугольник может иметь дополнительные поля: одно левое, одно правое или левое и правое. Графическое обозначение, содержащее три поля; основное 4 и два дополнительных 3, 5, отделенных от основного вертикальными линиями, приведено на рис. 14. Допускается разделение дополнительного поля на зоны, отделяемые горизонтальными линиями.

В первой строчке основного поля 4 помещают сведения о функции элемента, а в последующих строках, если это требуется, — другие сведения, предусмотренные ГОСТ 2.708—81, например полное или сокращенное наименование или тип элемента.

В дополнительных полях даются сведения о функциональном назначении вывода в виде меток. Выводы делятся на входы и выходы, двунаправленные выходы и выходы, не несущие информации. Входы изображают с левой стороны, выходы — с правой, а выходы, не несущие информации и двунаправленные, можно изображать и с левой, и с правой сторон. Допускается другая ориентация условного графического изображения, при которой входы располагаются сверху, а выходы — снизу.


Функции или совокупности функций элемента обозначают прописными буквами латинского алфавита, арабскими цифрами и специальными знаками без пробелов. Примеры обозначений функций элементов и их производных приведены в табл. 1.

Допускается справа к обозначению функции добавлять технические характеристики элемента, например:  $\ast R47$  — резистор 47 Ом,  $RAM\ 16K$  — оперативная память 16 Кбит.

Сложную функцию элемента можно указывать составным обозначением, образованным из более простых обозначений, например: арифметическое устройство —  $AU$ , логическое устройство —  $LU$ , арифметическо-логическое устройство —  $ALU$ , управление памятью —  $COM$ . В обозначении сложной функции символы основных функций располагают, как правило, в порядке прохождения сигнала



Таблица 1. Функции элементов и их производных

Наименование функции	Обозначение	Наименование функции	Обозначение
Вычислитель	$CP$	Преобразователь полярных координат в прямоугольные	$r, \theta/X, Y$
Процессор	$P$	Генератор	$G$
Память	$M$	Генератор с непрерывной последовательностью импульсов	$GN$
Устройство запоминающее оперативное:		Генератор одиночного импульса (одновибратор)	 или $G1$
с произвольным доступом	$RAM$	Пороговый элемент	 или $TH$
с последовательным доступом	$SAM$	Триггер	$T$
Устройство запоминающее постоянное	$ROM$	Формирователь	$F$
Ввод — вывод	$IO$	Формирователь логического состояния	$FL$
Арифметика	$A$	Усилитель	$\Delta$ или $>$
Суммирование	$SM$ или $\Sigma$	Ключ	$S\ W$
Умножение	$MPL$	Модулятор	$MD$
Деление	$DIV$	Демодулятор	$DM$
Вычитание	$SUB$	Задержка	$\dashv$ или $DL$
Логика	$L$	Нелогический элемент	$*$
Логическое ИЛИ	$\geq 1$ допускается 1	Наборы нелогических элементов:	
Логическое И	$\&$ или $I$	резисторов	$*R$
Регистр	$RG$	конденсаторов	$*C$
Счетчик	$CT$	индуктивностей	$*L$
Шифратор	$CD$	транзисторов	$*T$
Дешифратор	$DC$	трансформаторов	$*TR$
Преобразователь аналого-цифровой	$\wedge/\#$		

через элемент, например двоичный счетчик с дешифратором на выходе  $CT2DC$ .

Выводы элементов подразделяют на *статические* и *динамические*, несущие логическую информацию и не несущие ее. Статические и динамические выводы могут быть прямые и инверсные. Эти свойства выводов обозначают указателями, которые предпочтительнее проставлять на линии контура условного графического обозначения (рис. 15, *a — д*), где отражены входы: статические прямой (рис. 15, *a*) и инверсный (рис. 15, *б*), динамические прямой (рис. 15, *в*) и инверсный (рис. 15, *г*), не несущий логической информации (рис. 15, *д*). Для выходов применяют те же указатели, проставленные справа на линии контура условного графического обозначения.

Для указания воздействия группы сигналов допускается про-

ставлять указатели на линии, разделяющей основное и дополнительное поля. Указатель нелогических выводов не представляют на выводах условного графического обозначения элемента, если он представлен перед символом функции.

Метки выводов образуют из прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и специальных знаков в одной строке без пробелов. Количество знаков в метке не ограничивается. Примеры обозначений меток выводов элементов приведены в табл. 2.

При необходимости указания сложной функции выводов допускается построение составной метки, образованной из основных меток, например: *SEA* — выбор адреса, *SED* — выбор данных, *ERD* — разрешение считывания  $E \diamond$  или *EZ* — разрешение состояния высокого импеданса.

В качестве меток выводов допускают обозначения функций, порядкового номера, а также весовых коэффициентов разрядов.

Метки выводов можно добавлять к обозначению функций элемента, например, если все его выходы имеют состояние высокого импеданса, нецелесообразно специально для метки  $\diamond$  строить дополнительное поле и ставить эту метку у каждого выхода, а достаточно добавить ее к обозначению функции элемента.

■ **Обозначение групп выводов.** Логически равнозначные выводы (рис. 16, а), взаимозаменяемые без изменения функции элемента, могут графически объединяться в группу, которой присваивают

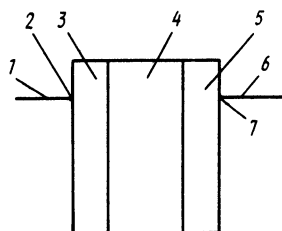


Рис. 14. Условное графическое обозначение элемента вычислительной техники:

1, 6 — линии выводов, 2, 7 — места указателей выводов, 3, 5 — дополнительные поля, 4 — основное поле

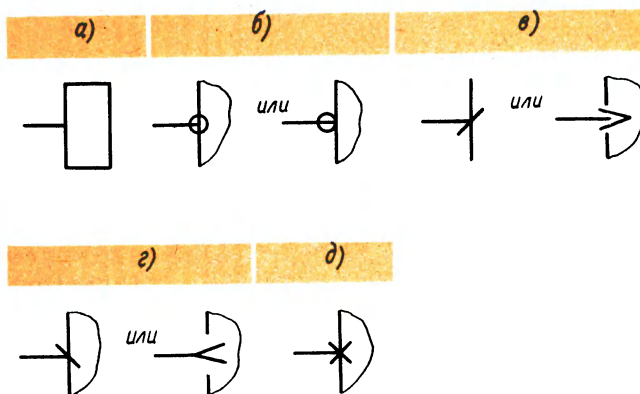


Рис. 15. Указатели выводов (входов):

а — прямой статический, б — инверсный статический, в — прямой динамический, г — инверсный динамический, д — не несущий логической информации

Т а б л и ц а 2. Метки выводов элементов

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Установка в состояние: «логическая 1» «логический 0» исходное (сброс)	$S$ $R$ $SR$	Вывод с состоянием высокого импеданса Разрешение Строб, такт	$\Diamond$ или $Z$ $E$ $C$
Вывод двунаправ- ленный	$\leftrightarrow$ или $< >$	Группа выводов, объ- единенных внутри эле- мента	$\sqsupset$
Адрес	$A$	Вывод питания от ис- точника напряжения	$U$
Данные	$D$	Общий вывод (общее обозначение)	$OV$
Запись (команда за- писи)	$WR$	Эмиттер (общее обо- значение)	$E$
Исполнение (конец)	$END$	Коллектор	$K$
Инструкция (команда)	$INS$	База	$B$
Контроль	$CH$		

метку, условно обозначающую взаимосвязь между выводами внутри группы и (или) функциональное назначение всей группы. Данную метку проставляют на уровне первого вывода (рис. 16, б).

Если в нескольких последовательно расположенных метках имеется часть, отражающая одинаковую функцию, например обозначенная  $X$  в метках  $XY$ ,  $XZ$  и  $XV$  (рис. 17, а), то ее можно вынести в групповую метку и расположить над группой меток, к которой она относится (рис. 17, б). Метки внутри группы записывают без интервала между строками, а группы меток И (ИЛИ) выводов разделяют интервалами (рис. 17, б) или зонами (рис. 17, в). Групповая метка распространяется на все метки группы и, будучи добавлена к любой из них слева, обозначает полную метку вывода.

**Сокращенное обозначение групп условных графических обозначений.** Для уменьшения объема документации и улучшения ее наглядности допускается сокращенное обозначение групп условных графических обозначений. В группе элементов, изображенных совмещенно и содержащих частично или полностью одинаковую информацию (рис. 18, а), последнюю можно помещать в первом элементе условного графического обозначения, отделяя элементы друг от друга штриховыми линиями (рис. 18, б).

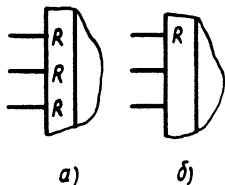


Рис. 16. Обозначения группы выводов (а, б)

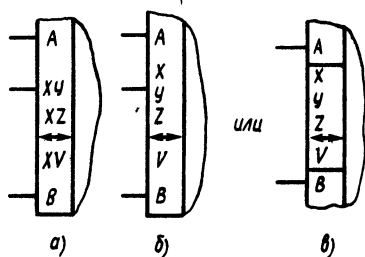


Рис. 17. Обозначение нескольких групп выводов (а—в)

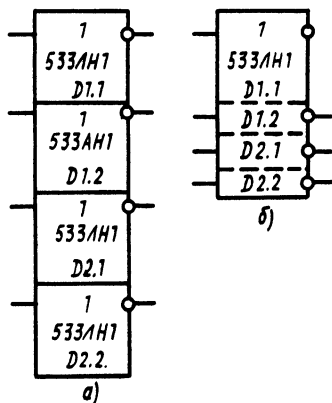


Рис. 18. Группа элементов, изображенных совмещенно и несущих одинаковую информацию (а), сокращенное обозначение (б)

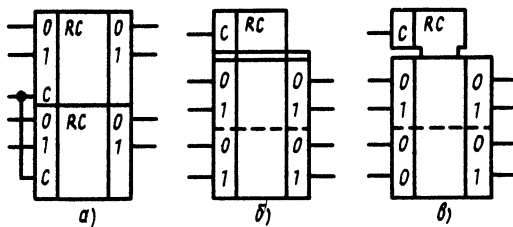


Рис. 19. Группа элементов, изображенных совмещенно, несущих одинаковую информацию и имеющих общие выходы (а), сокращенное обозначение (б, в)

Условное графическое обозначение группы элементов, изображенных совмещенно и имеющих частично или полностью одинаковую информацию, а также и общие выходы (рис. 19, а), можно изображать, выделяя общий блок и располагая его над группой совмещенно изображенных элементов и отделяя двойной линией (рис. 19, б) или применяя для его изображения специальное обозначение (рис. 19, в).

В схемах с повторяющимися однотипными элементами допускается пакетный метод сжатия информации, т. е. пакетное изображение элементов и их связей. Пакет элементов — это условное графическое изображение группы однотипных элементов. Пакет выводов — это группа выводов, изображенных одной линией. На рис. 20 показано изображение четырех элементов функции 2И — НЕ (рис. 20, а) в виде пакета элементов (рис. 20, б).

В качестве примеров рассмотрим условные графические обозначения логических элементов и триггеров, являющихся простейшими элементами средств вычислительной техники. Логическими элементами называют устройства для обработки цифровых сигналов.

В табл. 3 приведены условные графические обозначения шести основных логических элементов и таблицы их истинности, характеризующие выполняемые ими функции. В таблице истинности 0 означает низкий уровень напряжения, а 1 — высокий. Буквами *A* и *B* обозначены входы, а *X* — выход. Логический элемент И характеризуется тем, что только при одной комбинации сигналов 1 на входе *A* и 1 на входе *B* на выходе *X* появится сигнал 1. Элемент НЕ обеспечивает инверсию, т. е. при сигнале 1 на входе *A* на выходе *X* будет сигнал 0 и, наоборот, при сигнале 0 на входе *A* на выходе *X* образуется сигнал 1. Пользуясь таблицами истинности, нетрудно установить прохождение сигналов и через оставшиеся четыре логических элемента.

Триггер — устройство, обладающее двумя устойчивыми состояниями, что позволяет использовать его для запоминания информации.

Таблица 3. Логические элементы

Условное графическое обозначение по ЕСКД	Логическая функция	Таблица истинности			Условное графическое обозначение по ЕСКД	Логическая функция	Таблица истинности		
		A	B	X			A	B	X
	НЕ	0		1		ИЛИ	0	0	0
		1		0			0	1	1
							1	0	1
							1	1	1
	И	0	0	0		ИЛИ—НЕ	0	0	1
		0	1	0			0	1	0
		1	0	0			1	0	0
		1	1	1			1	1	0
	И — НЕ	0	0	1		ИЛИ ИС КЛЮЧА- ЮЩЕЕ	0	0	0
		0	1	1			0	1	1
		1	0	1			1	0	1
		1	1	0			1	1	0

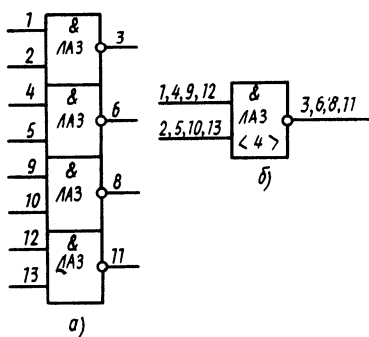


Рис. 20. Совмещенное изображение группы однотипных элементов с однотипными входными и выходными сигналами (а), пакетное изображение (б)

Известно несколько видов триггеров, из которых наиболее распространены *R*-триггер с раздельной установкой 0 и 1, *T*-триггер счетный, *D*-триггер задержки и универсальный *JK*-триггер; их условные графические обозначения приведены на рис. 21. Название триггеров определяется первыми буквами английских слов: *S* (*set* — установить); *R* (*reset* — выключить); *T* (*toggle* — релаксатор); *I* (*ierk* — резко включить); *K* (*kill* — резко выключить). Все эти триггеры могут быть реализованы на основе логических элементов по схемам, рассмотренным ниже.

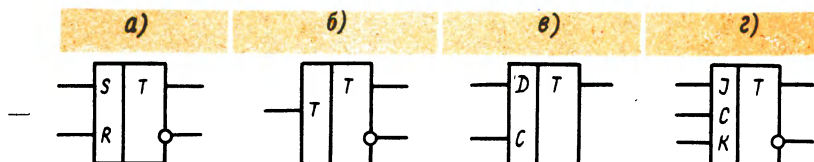


Рис. 21. Условные графические обозначения *RS*-триггера (а), *T*-триггера (б), *D*-триггера (в) и *JK*-триггера (г)



и воспринимающая часть электротеплового реле — на рис. 22,  $n - c$ .

Размеры условных графических обозначений элементов вычислительной техники определяются: по высоте — количеством линий выводов, интервалов, строк информации в основном и дополнительных полях и размером шрифта; по ширине — дополнительными полями, количеством знаков в одной строке, размером шрифта. При этом, приняв за единицу измерения величину  $C$  не менее 5 мм (при выполнении схем вручную), устанавливают следующие размеры: расстояние между выводами не менее и кратным  $C$ ; интервал между группами выводов не менее  $2C$  и кратным  $C$ ; ширину дополнительного поля не менее 5 мм; расстояние между горизонтальной стороной условного графического обозначения, границей зоны и линией вывода не менее и кратным  $C/2$ ; размер указателя — не более 3 мм.

Все геометрические элементы условных графических обозначений выполняют линиями той же толщины, что и линии электрической связи.

## 2 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие геометрические образы используют для построения условных графических обозначений?

2. Что означает точка при изображении линий электрической связи, обмотки магнитного усилителя и в баллоне газоразрядной лампы?

3. Для обозначения каких устройств используют две концентрические, пересекающиеся и соприкасающиеся окружности?

4. Как строятся условные графические обозначения резистора, предохранителя, полупроводниковых диода и транзистора?

5. Как изображают условное графическое обозначение элемента вычислительной техники и что подразумевается под этим элементом?

6. Что обозначают стрелки в условном графическом обозначении резистора и конденсатора, фоторезистора и электронагревателя?

7. Чем определяются требования к размерам условных графических обозначений?

## § 7. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Буквенно-цифровые обозначения (далее — обозначения) предназначены для записи в сокращенной форме сведений об объекте и его частях (устройствах, функциональных группах, элементах), ссылок на соответствующие части объекта в текстовых документах и нанесения непосредственно на объект и его части (маркировка).

В общем случае используют составные обозначения, дающие сведения об устройстве, функциональной группе, конструктивном расположении (конструктивное обозначение), элементе (позиционное обозначение), электрическом контакте, документе, с которым сопрягается данный документ, и номере его листа (адресное обозначение). Для построения таких обозначений применяют прописные буквы латинского алфавита и арабские цифры, а также следующие знаки (классифицирующие символы): «=» для устройства; «≠» для функциональной группы; «+» для конструктивного обозначения; «—» для позиционного обозначения; «:» для обозначения контакта. Адресное обозначение заключают в круглые скобки. Только позиционные обозначения являются обязательными, остальные — дополнительными.

Так, составное обозначение  $A12 \neq T8 + 204 - K4H:7$  (201L6 + 15:2) относится к контакту 7 реле  $K4$  сигнализации ( $H$ ), которое расположено на месте 204 в функциональной группе  $T8$ , входящей в устройство  $A12$ , причем указанный контакт 7 соединен с контактом 2, расположенным на месте 15 и изображенным на листе 6 принципиальной схемы 201. В этом примере обязательными являются буква  $K$  и цифра 4, определяющие соответственно вид элемента (реле) и его номер, а буква  $H$ , указывающая функцию реле, хотя и входит в позиционное обозначение, является дополнительной, как и другие буквы и цифры, не относящиеся к нему.

Для обозначения электрических цепей и участков, соединяющих между собой отдельные элементы каждой цепи, также используют буквенно-цифровые обозначения, состоящие из прописных букв латинского алфавита и арабских цифр.

Ниже подробно рассматриваются только позиционные обозначения элементов и обозначения электрических цепей, преимущественно применяемые в электрических схемах.

Перед составным обозначением устройства, функциональной группы или элемента допускается не указывать квалифицирующий символ, если это не приводит к неправильному пониманию обозна-



чения (например,  $K1:2$  — второй контакт реле  $K1$ ), но перед следующими типами обозначений квалификационные символы необходимы. Так, один из вспомогательных контактов (в частности, третий) первого силового выключателя можно обозначить  $Q1:3$ , где выключатель представлен как элемент ( $Q1$  — позиционные обозначения выключателя, а  $3$  — обозначение его третьего вспомогательного контакта). В обозначении  $Q-S:3$  выключатель  $Q$  представлен как устройство, вспомогательные контакты  $S$  — его элемент, а  $3$  — обозначение третьего контакта этого элемента. Если классифицирующий символ будет опущен, обозначение, записанное в виде  $QS:3$ , может быть понято неправильно;  $QS$  — разъединитель (по двухбуквенному коду);  $3$  — его третий контакт; или  $Q1S:3$  — выключатель № 1 выполняющий функцию запоминания (буква  $S$  в данном случае указывает функциональное назначение — запоминание, запись), а  $3$  — его контакт.

## § 8. ПОЗИЦИОННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Обязательной частью позиционного обозначения являются буквенное обозначение вида элемента на первом месте и цифровое обозначение его номера на втором. Дополнительная часть позиционного обозначения — это буква, указывающая функцию элемента. Так, позиционное обозначение  $M2M$  указывает, что это электродвигатель (буква  $M$  на первом месте), имеющий номер 2 (цифра 2 на втором месте) и выполняющий функцию главного (дополнительная часть — буква  $M$  в конце позиционного обозначения); позиционное обозначение  $K4H$  указывает, что это реле, которое имеет порядковый номер 4 и используется для сигнализации.

При разнесенном способе представления элемента допускается к его номеру добавлять условный номер изображения части. Условное обозначение части элемента отделяется от основного обозначения элемента точкой. Например, для двух частей устройства  $A4$  позиционные обозначения следует записать  $A4.1$  и  $A4.2$ . Классифицирующий символ (знак «—») перед позиционным обозначением не ставят, поскольку других типов обозначений перед ним нет.

Если необходимо обозначить контакт какого-либо элемента, следует после позиционного обозначения этого элемента поставить знак «:» и цифру, указывающую номер контакта. Так, обозначение  $K4H:3$  указывает, что это третий контакт сигнального реле  $K4$ .

Элементы можно обозначать одной буквой — обязательной первой буквой кода. Для уточнения вида элемента применяется многобуквенный код. Так, в трехбуквенном коде  $HLR$  первая (обязательная) буква  $H$  означает сигнальный элемент, вторая буква  $L$  уточняет, что это сигнальная лампа, а третья буква  $R$  точно указывает, какой прибор применен в качестве сигнального элемента — лампа с красной линзой. Первой буквой  $S$  обозначают выключатель в цепи управления, двухбуквенный код  $SB$  указывает, что это кнопочный выключатель (кнопка), а трехбуквенные коды

Т а б л и ц а 4. Буквенные коды наиболее распространенных кодов элементов

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Двух- и трехбуквенный код	Виды элементов
<i>A</i>	Устройство	<i>AA</i> <i>AK</i> <i>AKS</i>	Регулятор тока Блок реле Устройство АПВ
<i>B</i>	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот	<i>BA</i> <i>BF</i> <i>BK</i> <i>BL</i> <i>BM</i> <i>BS</i>	Громкоговоритель Телефон (капсюль) Тепловой датчик Фотоэлемент Микрофон Звукосниматель
<i>C</i>	Конденсаторы	<i>CB</i> <i>CG</i>	Силовая батарея конденсаторов Блок конденсаторов зарядный
<i>D</i>	Интегральные схемы, микросборки	<i>DA</i> <i>DD</i>	Интегральная схема аналоговая Интегральная схема цифровая, логический элемент
<i>E</i>	Элементы разные	<i>EK</i> <i>EL</i>	Нагревательный элемент Лампа осветительная
<i>F</i>	Разрядники, предохранители, устройства защитные	<i>FA</i> <i>FP</i> <i>FU</i> <i>FV</i>	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия То же, но инерционного действия Предохранитель плавкий Разрядник
<i>G</i>	Генераторы, источники питания	<i>GB</i> <i>GC</i> <i>GE</i>	Батарея аккумуляторов Синхронный компенсатор Возбудитель генератора
<i>H</i>	Устройства индикационные и сигнальные	<i>HA</i> <i>HG</i> <i>HL</i> <i>HLA</i> <i>HLG</i> <i>HLR</i> <i>HLW</i> <i>HV</i>	Прибор звуковой сигнализации Индикатор символьный Прибор световой сигнализации Табло сигнальное Лампа сигнальная с зеленой линзой Лампа сигнальная с красной линзой Лампа сигнальная с белой линзой Индикаторы ионные и полупроводниковые
<i>K</i>	Реле, контакторы, пускатели	<i>KA</i> <i>KH</i> <i>KK</i> <i>KM</i>	Реле токовое Реле указательное Реле электротепловое Контактор, магнитный пускатель

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Двух- и трехбуквенный код	Виды элементов
		<i>KT</i> <i>KV</i> <i>KCC</i> <i>KCT</i> <i>KL</i> <i>KQ</i> <i>KQC</i>  <i>KQT</i> <i>KQQ</i> <i>KQS</i>	Реле времени Реле напряжения Реле команды включения Реле команды отключения Реле промежуточное Реле фиксации положения выключателя Реле фиксации включенного положения выключателя Реле фиксации отключенного положения выключателя Реле фиксации команды на включение или отключение выключателя Реле фиксации положения разъединителя
<i>L</i>	Катушки индуктивности, дроссели	<i>LL</i> <i>LR</i> <i>LG</i> <i>LE</i> <i>LM</i>	Дроссель люминесцентного освещения Реактор Обмотка возбуждения генератора Обмотка возбуждения возбuditеля Обмотка возбуждения электродвигателя
<i>P</i>	Приборы, измерительное оборудование	<i>PA</i> <i>PF</i> <i>PI</i> <i>PK</i> <i>PR</i> <i>PT</i> <i>PS</i> <i>PV</i> <i>PW</i> <i>PC</i> <i>PG</i>	Амперметр Частотомер Счетчик активной энергии Счетчик реактивной энергии Омметр Часы, измеритель времени Регистрирующий прибор Вольтметр Ваттметр Счетчик импульсов Осциллограф
<i>Q</i>	Выключатели и разъединители в силовых цепях (электрооборудования, питания оборудования и т. д.)	<i>QF</i> <i>QK</i> <i>QS</i> <i>QR</i> <i>QW</i> <i>QSG</i>	Выключатель автоматический Короткозамыкатель Разъединитель Отделитель Выключатель нагрузки Заземляющий разъединитель
<i>R</i>	Резисторы	<i>RK</i> <i>RP</i> <i>RS</i> <i>RU</i> <i>RR</i>	Терморезистор Потенциометр Шунт измерительный Варистор Реостат
<i>S</i>	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализа-	<i>SA</i> <i>SF</i> <i>SB</i> <i>SBC</i>	Выключатель или переключатель Выключатель автоматический Выключатель кнопочный То же, на включение

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Двух- и трехбуквенный код	Виды элементов
	ции и измерительных Примечание. Обозначение применяют для аппаратов, не имеющих контактов в силовых цепях	<i>SBT</i> <i>SL</i> <i>SP</i> <i>SQ</i> <i>SR</i> <i>SK</i>	То же, на отключение Выключатель, срабатывающий от уровня То же, срабатывающий от давления То же, срабатывающий от положения (путевой) То же, срабатывающий от частоты вращения То же, срабатывающий от температуры
<i>T</i>	Трансформаторы, автотрансформаторы	<i>TA</i> <i>TS</i> <i>TV</i> <i>TL</i>	Трансформатор тока Электромагнитный стабилизатор Трансформаторы: напряжения промежуточный
<i>U</i>	Преобразователи электрических величин в электрические, устройства связи (кроме трансформаторов)	<i>UB</i> <i>UR</i> <i>UD</i> <i>UZ</i> <i>UG</i> <i>UF</i>	Модулятор Демодулятор Преобразователи: выпрямительный инверторный Блок питания Преобразователь частоты
<i>V</i>	Приборы электровакуумные, полупроводниковые	<i>VD</i> <i>VL</i> <i>VT</i> <i>VS</i>	Диод, стабилитрон Прибор электровакуумный Транзистор Тиристор
<i>W</i>	Линии и элементы СВЧ, антенны, линии электропередачи	—	—
<i>X</i>	Соединения контактные	<i>XA</i> <i>XP</i> <i>XS</i> <i>XW</i> <i>XT</i> <i>XB</i> <i>XG</i> <i>XN</i>	Токоъемник, контакт скользящий Штырь Гнездо Соединитель высокочастотный Соединение разборное Накладка, перемычка контактная Испытательный зажим Соединение неразборное
<i>Y</i>	Устройства механические с электромагнитным приводом	<i>YA</i> <i>YAB</i> <i>YAC</i> <i>YAT</i> <i>YB</i> <i>YC</i> <i>YN</i>	Электромагнит Замок электромагнитной блокировки Электромагнит включения Электромагнит отключения Тормоз с электромагнитным приводом Муфта с электромагнитным приводом Электромагнитный патрон или плита

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Двух- и трехбуквенный код	Виды элементов
Z	Устройства оконечные	ZL ZQ ZA ZV ZF	Ограничитель Фильтр кварцевый » тока » напряжения » частоты

*SBT* и *SBC* показывают, что это соответственно кнопки отключения и включения.

Буквенные коды наиболее распространенных видов элементов приведены в табл. 4.

В ряде случаев может показаться ненужным проставлять на схемах позиционные обозначения ввиду того, что условные графические обозначения элементов дают о них ясное представление. Зачем, казалось бы, проставлять позиционные обозначения *PA1*, *PA2*, *PA3* и *PW* на схеме, показанной на рис. 23, а, если графические обозначения говорят о том, что это амперметры и ваттметр. При этом не учитывают, что позиционные обозначения используются не только в схемах, но и при маркировке и описании изделий.

Между тем буквы *A* и *W*, использованные в условных графических обозначениях, являются буквенными обозначениями единиц измерения — соответственно тока (ампер) и мощности (ватт), а не буквенными обозначениями измерительных приборов. Следова-

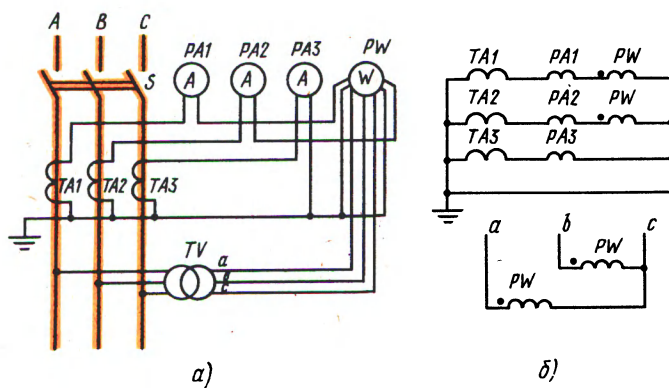


Рис. 23. Примеры позиционных обозначений в измерительных цепях при совмещенном (а) и разнесенном (б) способах изображения

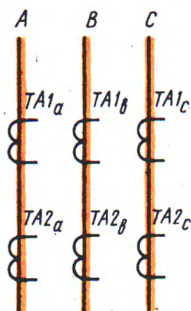


Рис. 24. Позиционные обозначения трансформаторов тока с указанием фаз трехфазной сети, к которым они относятся

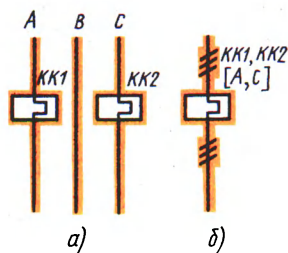


Рис. 25. Позиционные обозначения элементов, включенных в две фазы трехфазной сети при многолинейном (а) и однолинейном (б) выполнении схемы

тельно, нельзя записать, что на схеме, приведенной на рис. 23, а, показаны амперметр  $A$  и ваттметр  $W$ , поскольку это равносильно выражению «амперметр ампер и ваттметр ватт».

Таким образом, позиционные обозначения, проставленные на схеме, позволяют однозначно и четко сослаться на эти приборы в тексте и найти их по соответствующим надписям (маркировке) в изделии. Кроме того, при разнесенном способе изображения обмоток приборов в виде цепочек полуокружностей (рис. 23, б) позиционные обозначения позволяют определить, к каким приборам эти обмотки относятся.

В схемах цепей трехфазного тока в отдельных случаях, чтобы отличить трансформаторы тока одной группы, например с номерами 1 и 2 (рис. 24), в позиционных обозначениях после цифры в индексе проставляют строчную букву в соответствии с фазой. Так, позиционные обозначения трансформаторов тока группы 1 и 2 будут:  $TA1_a$ ,  $TA1_b$ ,  $TA1_c$  и  $TA2_a$ ,  $TA2_b$ ,  $TA2_c$ . Если какие-либо элементы имеются не во всех фазах, например электротепловые реле  $KA1$  и  $KA2$  включены только в фазы  $A$  и  $C$  (рис. 25, а), то при однолинейном способе выполнения схемы необходимо указать в квадратных скобках фазы, в которые эти элементы включены (рис. 25, б).

## § 9. ОБОЗНАЧЕНИЯ ЦЕПЕЙ

Как уже отмечалось, электроустановки представляют собой множество цепей, каждая из которых имеет большое количество участков, обеспечивающих электрические связи между входящими в них элементами (контактами аппаратов, обмотками реле, приборов и машин, резисторами и др.). Для опознавания участков пользуются обозначениями, которые могут также отражать функциональное назначение цепей.

ГОСТ 2.709—72 предусматривает три способа обозначения участков цепей: присвоением каждому из них отдельного номера; использованием адресов присоединения; смешанного.

● При первом способе участки цепей последовательно обозначают от ввода источника питания до приемника, а разветвленные — сверху вниз и слева направо. При любом способе участки цепей, разделенные контактами аппаратов, обмотками реле, приборов, машин, резисторами и другими элементами, должны иметь разные обозначения. Участки цепей, проходящие через разъемные, разборные и неразборные контактные соединения, должны иметь одинаковые обозначения.

На схемах обозначения проставляют около концов или в середине участков цепей (при вертикальном расположении — слева от них, а при горизонтальном — над ними). При этом используют арабские цифры и прописные буквы латинского алфавита.

Цепи обозначают независимо от нумерации выводов аппаратов и приборов, присвоенной заводами-изготовителями. Если необходимо, нумерацию, присвоенную заводами-изготовителями, наносят на схемах около соответствующих элементов электрической цепи, но с противоположной стороны, т. е. справа при вертикальном расположении цепей и снизу при горизонтальном.

На схемах силовых цепей переменного тока ввод источников питания обозначают  $L1$ ,  $L2$ ,  $L3$  или  $A$ ,  $B$ ,  $C$  (фазовые провода) и  $N$  (нулевой провод), а последующие участки цепей:

первая фаза —  $L11$ ,  $L12$ ,  $L13$  и т. д. или  $A1$ ,  $A2$ ,  $A3$ ;

вторая фаза —  $L21$ ,  $L22$ ,  $L23$  и т. д. или  $B1$ ,  $B2$ ,  $B3$ ;

третья фаза —  $L31$ ,  $L32$ ,  $L33$  и т. д. или  $C1$ ,  $C2$ ,  $C3$ .

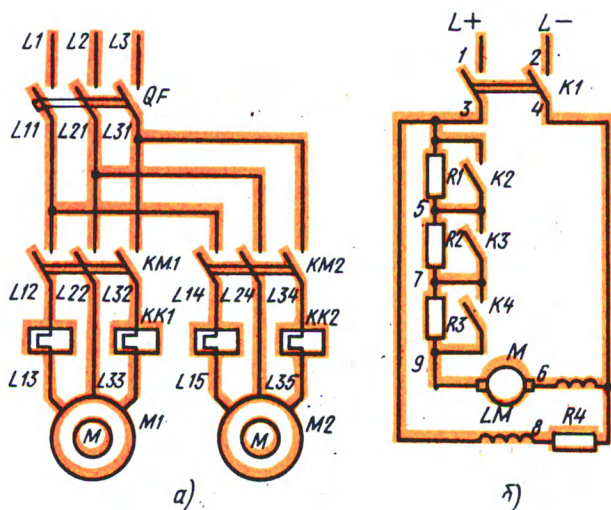


Рис. 26. Схемы силовых цепей электродвигателей трех- фазного (а) и постоянного (б) тока



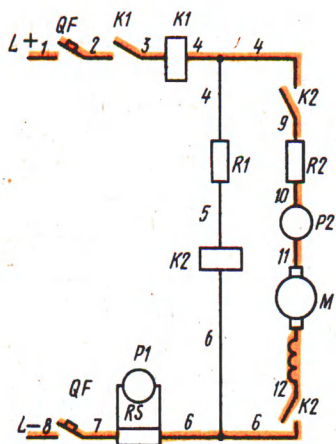


Рис. 27. Схема электрических цепей электродвигателя постоянного тока с обозначением участков последовательным рядом чисел

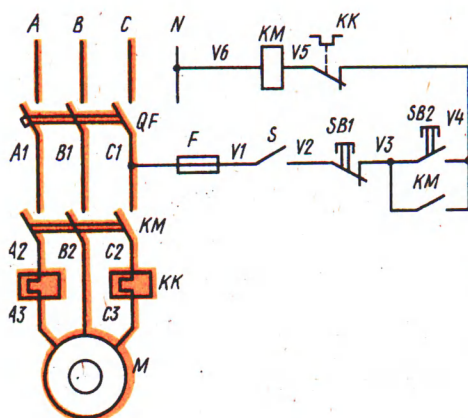


Рис. 28. Обозначение электрических цепей с указанием их функционального назначения

Схема силовых цепей электродвигателей  $M1$  и  $M2$  переменного трехфазного тока, на которой использованы обозначения фаз  $L1$ ,  $L2$  и  $L3$ , показаны на рис. 26, а. Для удобства чтения схемы пропущено обозначение  $L23$ . Эта схема может быть выполнена с обозначениями фаз  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Тогда на вводе источника питания вместо  $L1$ ,  $L2$  и  $L3$  будут соответственно обозначения  $A$ ,  $B$  и  $C$ , а на участках вместо  $L11$ ,  $L21$  и  $L31$ ;  $L12$ ,  $L22$  и  $L32$ ;  $L13$  и  $L33$ ;  $L14$ ,  $L24$  и  $L34$ ;  $L15$  и  $L35$  — соответственно обозначения  $A1$ ,  $B1$  и  $C1$ ;  $A2$ ,  $B2$  и  $C2$ ;  $A3$  и  $C3$ ,  $A4$ ,  $B4$  и  $C4$ ;  $A5$  и  $C5$ .

На схемах силовых цепей постоянного тока участки цепей положительной полярности обозначают нечетными числами, а отрицательной — четными (рис. 26, б). Полярность входных участков обозначают  $L+$  и  $L-$  или «+» и «-», а средний провод трехпроводных сетей постоянного тока — буквой  $M$ .

Допускается обозначение цепей последовательным рядом чисел (рис. 27). Последовательным рядом чисел обозначают также несиловые цепи (управления, защиты, автоматики, измерения и др.) в пределах изделия.

Участки нулевого провода однофазных (фаза — нуль) и второй фазы двухфазных (фаза — фаза) несиловых цепей переменного тока допускается обозначать четными числами, а участки фазы однофазных и первой фазы двухфазных цепей — нечетными числами.

В обозначение цепей можно вводить букву, характеризующую их функциональное назначение. В этом случае последовательность чисел устанавливают в пределах функциональной цепи. В приведенной на рис. 28 схеме управления асинхронным двигателем буква  $V$  показывает, что это цепь управления.

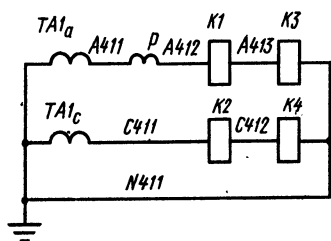


Рис. 29. Схема вторичных цепей трансформаторов тока

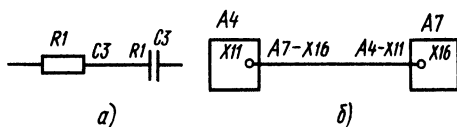


Рис. 30. Адресное обозначение участков цепей (а, б)

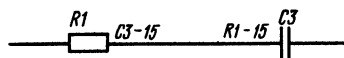


Рис. 31. Смешанное обозначение участков цепей

Допускается в обозначение несиловых цепей включать обозначение фаз, как это показано на рис. 29, где  $A411$ ,  $A412$  и  $A413$  — участники вторичной цепи трансформатора тока  $TA1$  фазы  $A$ ;  $C411$  и  $C412$  — участки вторичной цепи трансформатора тока фазы  $C$ ,  $N411$  — нулевой провод.

При втором способе — использовании адресов присоединений — у начала участка указывается адрес присоединения его конца, а у конца — адрес присоединения начала. В качестве адресов применяют позиционные обозначения элементов электрической цепи. Адресные обозначения участков цепей между резистором  $R1$  и конденсатором  $C3$  и между зажимом  $X11$  устройства  $A4$  и зажимом  $X16$  устройства  $A7$  показаны на рис. 30, а, б.

Третий способ — смешанное обозначение участков цепей — состоит из адресов участков присоединений и чисел (рис. 31).

Рассмотрим более подробно обозначения на электрических схемах вторичных цепей, отличающихся большим разнообразием и значительной сложностью. Эти обозначения даны в Руководящих материалах 10260тм-Т1 Минэнерго, разработанных производственно-техническим отделом института «Энергосетьпроект» (срок введения 01.04.1981 г.).

Для обозначения цепей, питающихся через отдельные защитные аппараты (автоматы, предохранители), рекомендуется использовать различные группы чисел. Числа, отведенные для обозначения оперативных цепей, цепей управления и защиты, разделяют на сотни в каждой группе (одна группа чисел от 1 до 99, другая — от 101 до 199 и т. д.). В цепях постоянного тока участки положительной полярности обозначают нечетными числами, а отрицательной — четными. При этом начальный участок цепи, связанный с положительным полюсом источника, обозначают первым числом каждой группы (1, 101, 201 и т. д.), а конечный, связанный с отрицательным полюсом, — вторым числом каждой группы (2, 102, 202 и т. д.). Если перед числом стоит буква, характеризующая функциональное назначение цепи, последовательность чисел устанавливают в пределах этой цепи. Так, цепи телемеханики

обозначают буквой *T* (от *T1* до *T99*), а цепи связи — буквой *U* (от *U1* до *U99*).

Для обозначения вторичных цепей измерительных трансформаторов тока можно использовать числа четвертой (400—499) и пятой (500—599) сотен, отводя для каждого трансформатора (или их групп, обозначенных одним номером) десять чисел. При этом второй знак числа означает номер трансформатора тока (или их группы). В качестве примера приведем обозначения вторичных цепей (фазы *A*, *B*, *C* и нулевой провод *N*) трансформаторов тока *TA1* и *TA* :

*A411—A419, B411—B419, C411—C419, N411—N419*

*A491—A499, B491—B499, C491—C499, N491—N499;*

*A501—A509, B501—B509, C501—C509, N501—N509.*

Вторичные цепи трансформаторов напряжения обозначают аналогично, используя числа от 600 до 699. В качестве примера приведем обозначения вторичных цепей трансформаторов напряжения *TV1* и *TV2*;

*A611—A619, B611—B619, C611—C619, N611—N619;*

*A621—A629, B621—B629, C621—C629, N621—N629.*

Особо обозначают шинки, от которых отходят вторичные цепи разного функционального назначения. Приведем некоторые из них, указав в скобках обозначения, применявшиеся ранее и встречающиеся на схемах вторичных цепей:

шинки питания включающих электромагнитов масляных выключателей  $+EY(+ШП)$  и  $-EY(-ШП)$ ;

шинки управления  $+ЕС (+ШУ)$  и  $-ЕС (-ШУ)$ ;

шинка «мигания» ламп сигнализации положения выключателей  $(+)EP[(+)ШМ]$ ,

шинки питания цепей сигнализации  $+ЕН (+ШС)$  и  $-ЕН (-ШС)$ ;

шинка, на которую подается напряжение при проверке целости ламп («темный» плюс) при питании их от цепей управления  $\oplus ЕС (\oplus ШУ)$  и от цепей сигнализации  $\oplus ЕН (\oplus ШС)$ ;

шинка проверки исправности ламп сигнальных табло *ЕНL (ШПЛ)*;

шинка звуковой сигнализации аварийного отключения *ЕНA (ШЗА)*;

шинка звуковой предупреждающей сигнализации, действующей без выдержки времени *ЕНP1 (1ШЗП)* и с выдержкой времени *ЕНP2 (2ШЗП)*;

шинка съема «мигания» ламп сигнализации *ЕНD (ШСМ)*.

Для удобства чтения электрических схем наиболее часто встречающимся цепям и их участкам присваивают характеризующие их обозначения. Приведем некоторые из этих обозначений; цепь включения 3—19, 103—119, 203—219 и т. д.;

участок, подходящий к включающему элементу, например к катушке контактора включения масляного выключателя 3, 103, 203 и т. д.;

цепь отключения 30—49, 130—149, 230—249 и т. д.;

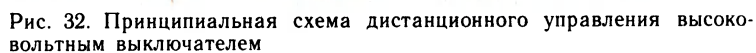


Рис. 32. Принципиальная схема дистанционного управления высоковольтным выключателем

участок, подходящий к отключающему элементу, например к отключающему электромагниту выключателя, 33, 133, 233 и т. д.;

участок цепи, подходящий к элементу контроля цепи включения (лампе или реле), 5, 105, 205 и т. д.;

участок цепи, подходящий к элементу контроля цепи отключения (лампе или реле), 35, 135, 235 и т. д.;

цепь ламп сигнализации положения выключателя, контроль целости цепей управления которого осуществляется реле, 70—79;

цепи аварийной звуковой сигнализации 90—99, 190—199, 290—299 и т. д.;

цепи катушек реле фиксации команд дистанционного управления 80—89, 180—189, 280—289 и т. д.;

цепи электромагнитов включения выключателя 871—874.

Принципиальная схема дистанционного управления высоковольтным выключателем *Q* (показаны только его вспомогательные контакты *Q:1—Q:5*) с нанесенными позиционными обозначениями всех элементов и обозначениями цепей приведена на рис. 32. Так как на схеме дана нумерация выводов аппаратов, присвоенная заводами-изготовителями, то можно обойтись без указания номеров контактов в позиционных обозначениях (эти контакты однозначно определяются по номерам их выводов). Так, если при чтении схемы сказать «контакты 6—8 реле *KQQ* фиксации команд или контакты 1—2 реле *KCC* команды включения», этого будет достаточно, чтобы найти соответствующие контакты этих реле на схеме и в самих приборах.

Однако, если аппараты не имеют заводской нумерации выводов, следует в позиционном обозначении после двоеточия («:») давать номера контактов, как это сделано для вспомогательных контактов 1—5 выключателя *Q*.

Двух- и трехбуквенные позиционные обозначения определяют как элементы, так и их функциональные назначения. Так, обозначения *KN*, *KM*, *KQT*, *YAT* и *HLG* соответствуют указательному реле, контактору, реле положения выключателя «Отключено», отключающему электромагниту и сигнальной лампе с зеленой линзой. При обозначении всех элементов только одной буквой (например, всех реле и контактора буквой *K*) с цифрами соответственно от 1 до 7 придется дополнять схему указанием названий или назначений этих элементов.

Следует отметить, что нанесенные на рассматриваемую схему обозначения участков цепей позволяют определить их функциональное назначение. Так, числа 3, 33, 91 и 871 соответственно указывают участки цепей контактора *KM* включающего электромагнита, отключающего электромагнита *YAT*, аварийной звуковой сигнализации и включающего электромагнита *YAC*.

Таким образом, позиционные обозначения и обозначения цепей позволяют определить все элементы и цепи данной схемы и их функциональное назначение, а следовательно, понять принцип действия изображенного на ней устройства и найти все элементы и цепи.

## 9 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких элементов состоят позиционные обозначения и для чего их применяют?
2. Каковы одно-, двух- и трехбуквенные позиционные обозначения?
3. Какие способы обозначения на схемах электрических цепей и их участков вы знаете?
4. Как обозначают на схемах силовые цепи переменного и постоянного тока?
5. Где наносят на схемах позиционные обозначения и обозначения цепей?
6. Где наносят на схемах нумерацию выводов элементов?
7. Как обозначают вторичные цепи постоянного и переменного тока?

§ 10. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ  
И ЧТЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ

На принципиальной схеме изображают все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи (соединители, зажимы и т. п.). Допускается изображать соединительные и монтажные элементы, устанавливаемые по конструктивным соображениям.

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии, только в отдельных технически обоснованных случаях допускается некоторые элементы схемы изображать в выбранном рабочем положении с указанием на поле схемы режима, для которого эти элементы изображены.

Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений. Для элементов, используемых в изделии частично, допускается ограничиваться только изображением использованных частей.

Элементы и устройства на схеме изображают совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают в непосредственной близости друг от друга, а при разнесенном способе составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают в разных местах таким образом, чтобы более наглядно представить отдельные цепи изделия.

При разнесенном способе выполнения схем рекомендуется пользоваться строчным методом, изображая условные графические обозначения элементов или их составных частей, входящих в одну цепь, последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи рядом, образуя параллельные горизонтальные или вертикальные строки. Для удобства чтения допускается строки нумеровать арабскими цифрами (рис. 33).

На свободном поле схемы допускается помещать условные обозначения отдельных элементов или устройств, выполненных совмещен-

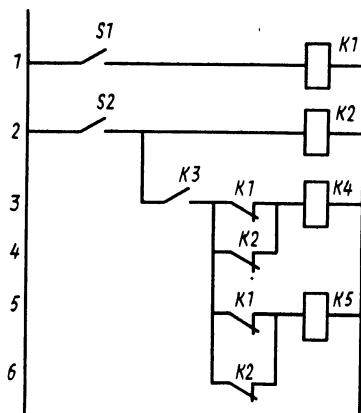


Рис. 33. Строчный метод при выполнении схем разнесенным способом



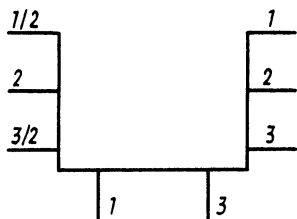


Рис. 34. Слияние линий электрических связей в линии групповой связи

ным способом. При этом элементы, используемые в изделии частично, показывают с указанием используемых и неиспользуемых частей, изображая выводы неиспользуемых частей короче выводов используемых.

При изображении на одной схеме различных функциональных цепей допускается различать их толщиной линий. Рекомендуется применять не более трех размеров линий по толщине. Для упрощения схемы возможно несколько элек-

трически не связанных линий сливать в линию групповой связи, но при подходе к контактам (элементам) каждую из них следует изображать отдельно. Линии электрической связи, сливаемые в линию групповой связи, как правило, не должны иметь разветвлений, т. е. каждый условный номер должен встречаться на линии групповой связи два раза. При необходимости разветвлений их количество указывается после порядкового номера через дробную черту (рис. 34).

Все элементы должны иметь позиционные обозначения, представляемые рядом — справа или сверху. Дополнительно около основных позиционных обозначений элементов можно в скобках представлять обозначения, присвоенные предприятиями-изготовителями. Так, если *КМ* — основное позиционное обозначение магнитного контактора, а в щитке, изготовленном для данной электроустановки предприятием, ему присвоено обозначение *КП*, то на схеме можно проставить оба обозначения *КМ* (*КП*). Если необходимо, на схеме наносят обозначения электрических цепей, которые должны соответствовать ГОСТ 2.709—72 или другим нормативно-техническим документам, действующим в отраслях. Все элементы, входящие в изделие, должны быть однозначно определены на принципиальной схеме. Данные об элементах записывают в перечне, выполненном в форме табл. 5. При этом связь перечня с условными

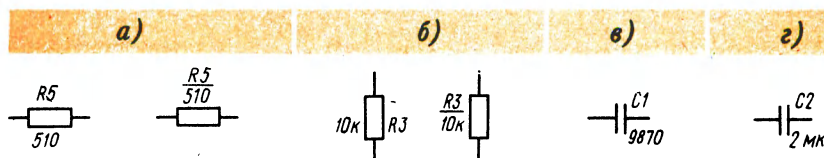


Рис. 35. Дополнительные обозначения резисторов при горизонтальном (а) и вертикальном (б) расположении цепей и конденсаторов (в, г)

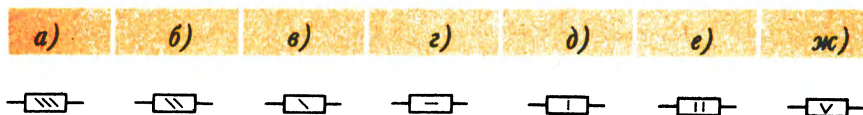


Рис. 36. Обозначение резисторов со знаками указания мощности рассеивания (а—ж)

Таблица 5. Перечень элементов и устройств

Позиционное обозначение	Наименование	Количество	Примечание
A1	Дешифратор АБВГ.××××××.032	1	
D1	Микросхема К155ЛА3.6ка.348.006 ТУ1	1	
	Резисторы		
R1, R2	МЛТ—0,25—430 Ом ± 10 % ГОСТ	2	
R3	МЛТ—0,25—13 Ом ± 10 % ГОСТ	1	
R4	ППЗ—43—60 Ом ± 10 % ТУ	1	
SA1	Переключатель АБВГ.××××××.154	1	
A2	1. Блок включения ФЗУ. АБВГ.××××××.249	1	
AB1	Блок индикации АБВГ.××××××.122	1	
	Резисторы ГОСТ		
R1, R2	МЛТ—0,25—120 Ом ± 10 %	2	
R3	МЛТ—0,25—220 Ом ± 10 %	1	
R4...R6	МЛТ—0,25—120 Ом ± 10 %	3	
LPM1	1.1. Измеритель		
AC1	Блок сигнализации АБВГ.××××××.021.	1	
C1, C2	Конденсатор КМ—3А—Н—30—0,22...ТУ	2	
R7	Резистор МЛТ—0,25—470 Ом ± 10 % ГОСТ	1	
KAB1 — KAB4	2. Переключатель тока	4	
A3	Блок индикации АБВГ.××××××.020	1	
R5	Резистор МЛТ—0,25—4,7 кОм ± 10 % ГОСТ	1	
R6, R7	Резистор МЛТ—0,25—4,7 кОм ± 10 % ГОСТ	2	

графическими обозначениями элементов осуществляется через позиционные обозначения. Допускается в отдельных случаях все сведения об элементах помещать около условных графических обозначений, например параметры резисторов и конденсаторов. Сопротивление резисторов от 0 до 999 Ом проставляют без указания единицы измерения (рис. 35, а) от  $1 \cdot 10^3$  до  $999 \cdot 10^3$  Ом — в килоомах с указанием единицы измерения строчной буквой «к» (рис. 35, б), от  $1 \cdot 10^6$  до  $999 \cdot 10^6$  Ом — в мегаомах с указанием единицы измерения прописной буквы «М», а выше  $1 \cdot 10^9$  Ом — в гигаомах с указанием единицы измерения прописной буквой «Г». Емкость конденсаторов от 0 до  $9999 \cdot 10^{-12}$  Ф указывают в пикофарадах без указания единицы измерения (рис. 35, в), а от  $1 \cdot 10^{-8}$  до  $9999 \cdot 10^{-6}$  Ф — в микрофарадах с указанием единицы измерения строчной буквой «м» (рис. 35, г).

Если необходимо указывать номинальную мощность рассеяния резисторов диапазона от 0,05 до 5 Вт, используют условные обозначения резисторов (рис. 36, *а—ж*) с номинальной мощностью рассеяния 0,05; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 5 Вт.

При большой графической насыщенности листов схем условными обозначениями и линиями связи допускается делить поле листа на ряды, колонки, зоны, применять метод координат. Ряды обозначают по вертикали сверху вниз прописными буквами латинского алфавита у левой или (и) правой кромки листа. Колонки обозначают по горизонтали слева направо у верхней или (и) нижней кромки листа порядковыми номерами.

При изображении на схеме элемента или устройства разнесенным способом позиционные обозначения элемента или устройства проставляют около каждой составной части с указанием ее номера. Так, для устройства *А3* около его частей *1*, *2* и *3* следует проставить позиционные обозначения *А3.1*, *А3.2* и *А3.3* (если частями устройства являются контакты, то их можно обозначать, проставляя после основной части позиционного обозначения через двоеточие номера контактов, например для контактора *К—К:1, К:2, К:3*).

Если поле схемы разбито на зоны или схема выполнена строчным способом, то справа от позиционного обозначения или под позиционным обозначением каждой составной части элемента или устройства допускается указывать в скобках обозначение зон или номера строк, в которых изображены остальные составные части этого элемента или устройства. На рис. 37 показан участок схемы, где части *S.1*, *S.2* и *S.3* выключателя находятся в зонах *А1*, *В2* *А3*, а части *К.1*, *К.2* и *К.3* контактора — в зонах *А2*, *В1* и *В3*, причем в скобках для каждого элемента указаны зоны нахождения остальных частей.

При изображении на схеме элементов, параметры которых

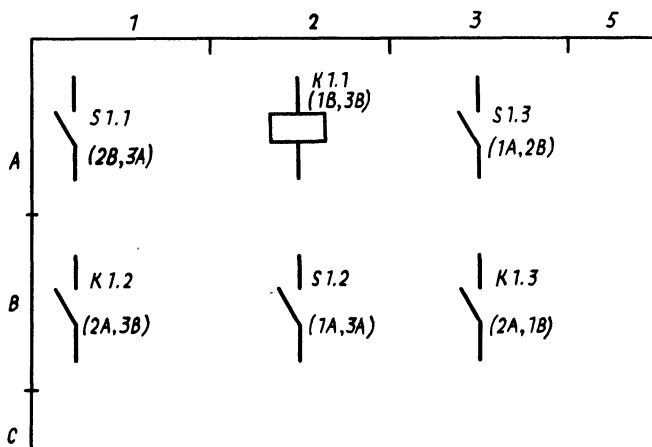


Рис. 37. Часть принципиальной схемы на листе, разбитой на зоны

Контакт	Цепь	Адрес
1	$\Delta f = 0,3 \dots 3 \text{ кГц}; R_H = 600 \text{ Ом}$	= A1 - X1:1
2	$U_{\text{вых}} = 0,5 \text{ В}; R_H = 600 \text{ Ом}$	= A1 - X1:2
3	$U_{\text{вых}} = +60 \text{ В}; R_H = 500 \text{ Ом}$	= A1 - X1:3
4	$U_{\text{вых}} = +20 \text{ В}; R_H = 1 \text{ кОм}$	= A1 - X1:4

Рис. 38. Таблица с характеристиками выходных цепей и адресами подключения

подбирают при регулировании, около каждого обозначения этих элементов на схеме и в перечне элементов проставляют звездочку «\*» (например,  $R1^*$ ) и на поле схемы помещают сноску «Подбирают при регулировании».

На схеме рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей изделия (частоту, напряжение, силу тока, сопротивление, индуктивность и т. п.), а также параметры, подлежащие измерению на контрольных контактах, гнездах и т. п. Если невозможно указать характеристики или параметры входных и выходных цепей изделия, то рекомендуется указывать наименование цепей или контролируемых величин.

Для изделия, предназначенного для работы в определенной установке (устройстве), на схеме допускается указывать адреса внешних соединений входных и выходных цепей. Например, если выходной контакт изделия должен быть соединен с пятым контактом третьего соединителя устройства А, то адрес записывают следующим образом: =А—Х3:5.

Характеристики входных и выходных цепей изделия, а также адреса их внешних подключений рекомендуется записывать в таблицы, помещаемые взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов, соединителей, плат и т. д. (рис. 38).

Чтение схем надо начинать с основной надписи, располагаемой в нижнем правом углу листа, из которой можно узнать наименование объекта, название изделия, показанного на схеме, даты выпуска чертежа и изменений и др.

Затем следует ознакомиться с таблицей перечня элементов, отраженных на схеме, пояснениями и примечаниями. Чтение основной надписи, таблиц, пояснений и примечаний позволяет установить вид и тип данной схемы, ее построение, а также связь с другими документами.

Начальные навыки по чтению схем можно получить, рассматривая приведенные ниже примеры принципиальных схем различных устройств. В этих схемах содержание основных надписей вынесено в подписанные подписи, приведены только характерные, наиболее распространенные элементы и устройства, их позиционные обозначения и обозначения электрических цепей, что позволило упростить графический материал и сделать его более доступным для чтения.

## § 11. СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

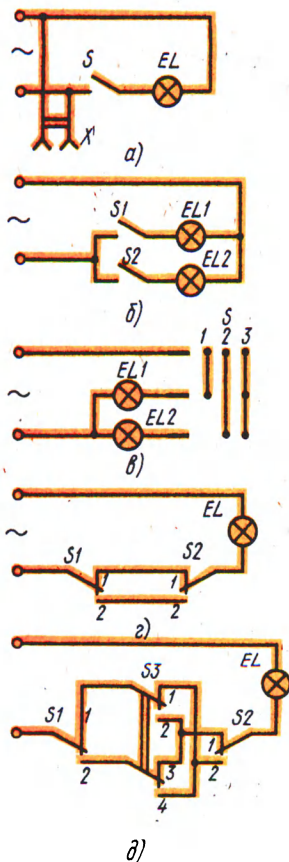


Рис. 39. Принципиальные схемы включения одной лампы с выключателем и штепсельной розеткой (а), двух ламп со своими выключателями (б) или с люстровым переключателем (в), одной лампой с управлением из двух (г) и трех (д) мест

Для освещения используют электрические лампы накаливания и газоразрядные лампы (в частности, люминесцентные), подключаемые к электрической сети выключателями, переключателями и через штепсельные розетки. Принципиальные схемы включения лампы  $EL$  с выключателем  $S$ , штепсельной розеткой  $X$  и двух ламп  $EL1$  и  $EL2$  со своими выключателями  $S1$  и  $S2$  или люстровым переключателем  $S$  показаны на рис. 39, а—в. Принципиальные схемы включения лампы  $EL$  из двух мест и из любого числа мест (в частности, из трех) показаны на рис. 39, г, д.

Схемы, показанные на рис. 39, а, б, элементарны и пояснений не требуют. Управление освещением по схеме, приведенной на рис. 39, в, осуществляется следующим образом. В исходном положении цепи ламп  $EL1$  и  $EL2$  разомкнуты. При переводе переключателя  $S$  в положение 1 замкнется его верхний контакт со средним, а следовательно, и цепь лампы  $EL1$  и лампа загорится. При переводе переключателя  $S$  в положение 2 верхний контакт разомкнется со средним и замкнется с нижним, лампа  $EL1$  погаснет, а  $EL2$  загорится. При переводе переключателя в положение 3 замкнутся все три контакта переключателя и загорятся обе лампы. Такие схемы используют для многоламповых светильников — люстр, поэтому переключатели для них часто называют люстровыми.

Управление освещением из двух мест осуществляется с помощью переключателей  $S1$  и  $S2$  (рис. 39, г). В исходном состоянии переключатели  $S1$  и  $S2$  замыкают цепь лампы  $EL$  через верхний проводник, соединяющий их неподвижные контакты 1. При переключении одного из переключателей, например  $S1$ , разомкнется цепь лампы  $EL$ . Если затем переключить переключатель  $S2$ , то цепь лампы  $EL$  замкнется, но через нижний проводник, соединяющий неподвижные контакты 2 обоих переключателей.

Для управления освещением из трех мест (рис. 39, д) кроме двух переключателей  $S1$  и  $S2$  такой же конструкции, как на

рис. 39, *г*, используют переключатель *S3* другой конструкции. В исходном положении цепь лампы *EL* разомкнута. Можно заметить, что при переводе любого из трех переключателей в другое положение цепь лампы *EL* замкнется и она загорится. Если это будет переключатель *S1*, то цепь лампы *EL* замкнется через проводники, соединяющие контакты 2 переключателя *S1* с контактом 3 переключателя *S3* и его контакт 2 с контактом 1 переключателя *S2*. Такие схемы применяют для освещения коридоров, поэтому переключатели для них часто называют коридорными.

Рассмотрим управление лампами *EL1 — EL4*, обеспечивающее автоматическое их зажигание в заданной последовательности (рис. 40, *а, б*). При этом используются промежуточные реле *KL1 — KL3* и реле времени *KT1 — KT4*. Питание осуществляется от сети переменного тока, причем все цепи подключены через общие выключатель *S* и предохранитель *F* к фазовому (фаза *A*) и нулевому *N* проводам. Принципиальная схема выполнена разнесенным способом: на рис. 40, *а* показаны цепи обмоток реле, а на рис. 40, *б* — ламп, управляемых этими реле. Для удобства чтения схемы все цепи пронумерованы.

В исходном положении (до включения выключателя *S*) питание к реле и лампам не подведено, и все контакты находятся в состоянии, показанном на рис. 40, *а, б*.

При включении выключателя *S* питание подводится к лампе *EL1* по цепи 8 и к обмотке реле *KT1* по цепи 1, лампа *EL1* загорается и через заданное время срабатывает реле *KT1*. При этом

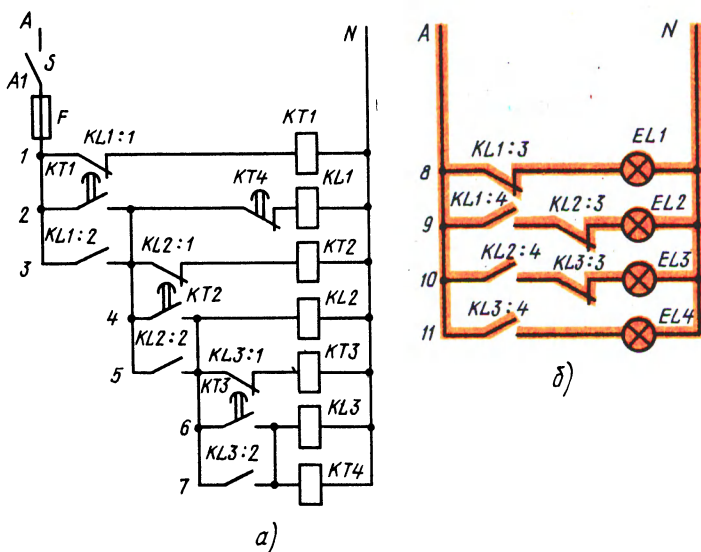


Рис. 40. Принципиальная схема цепей реле (*а*) и ламп (*б*) при автоматическом последовательном их включении

замкнется его контакт, подводя питание к обмоткам реле *KL1* и реле *KT2*, а также цепям 4 и 5. Реле *KL1* сработает, разомкнув свои контакты *KL1:1* и *KL1:3* и замкнув контакты *KL1:2* и *KL1:4*. Лампа *EL1* погаснет, а лампа *EL2* загорится. Реле *KT1* отключится, а реле *KL1* останется включенным через свой замкнувшийся контакт *KL1:2*. Одновременно придет в действие реле *KT2*, которое через заданное время срабатывает и своим контактом подаст питание на реле *KL2* и *KT3* по цепям 4 и 5.

Реле *KL2* сработает, разомкнув свои контакты *KL2:1* и *KL2:3* и замкнув контакты *KL2:2* и *KL2:4*, лампа *EL2* погаснет, а лампа *EL3* загорится. Реле *KT2* отключится, но реле *KL2* останется включенным через замкнувшийся контакт *KL2:2*. В то же время придет в действие реле *KT3*, которое через заданное время сработает и подаст питание на реле *KL3* и *KT4* по цепям 6 и 7. Реле *KL3*, срабатывая, размыкает контакты *KL3:1* и *KL3:3* и замыкает контакты *KL3:2* и *KL3:4*. Лампа *EL3* погаснет, а лампа *EL4* загорится. Реле *KT3* отключится, но реле *KL3* останется включенным через замкнувшийся контакт *KL3:2*.

Одновременно придет в действие и через заданное время сработает реле *KT4*, размыкая цепь 2 обмотки реле *KL1*, которое отключится, контактом *KL1:2* снимет напряжение с цепей 4—7. Одновременно отключатся реле *KL2* и *KL3* и погаснет лампа *EL4*. В это же время загорится лампа *EL1*, по цепи 1 к реле *KT1* будет подведено питание, процесс начнется снова и будет продолжаться до тех пор, пока выключателем не будет снято питание.

Рассмотренную схему можно применять не только для управления лампами, но и различными периодически повторяющимися процессами.

## 12. СХЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МЕЖДУ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ

Принципиальная схема квартирной электропроводки показана на рис. 41.

От магистрали после счетчика *P1* отходят две линии: осветительная через автоматический выключатель *SF1* и розеточная через автоматический выключатель *SF2*. К осветительной линии подключены лампа *EL1* через выключатель *S1*, люстра с лампами *EL2* — *EL4* через переключатель *S2*, лампа *EL5* через выключатель *S4* и лампы *EL6* и *EL7* через выключатель *S3*. К розеточной линии подключены штепсельные розетки *X1* и *X2* для подключения к ним настольных ламп или электробытовых приборов. Питание потребителей осуществляется от магистрали сети трехфазного тока фазы *A* (ввод проводки подключен к проводам фазы *A* и нулевому проводу *N*).

Для питания промышленных потребителей служат электрические сети преимущественно трехфазного тока напряжением до 1000 В.

Трехлинейная и однолинейные с выделением и без выделения нулевого провода принципиальные схемы распределения электрo-



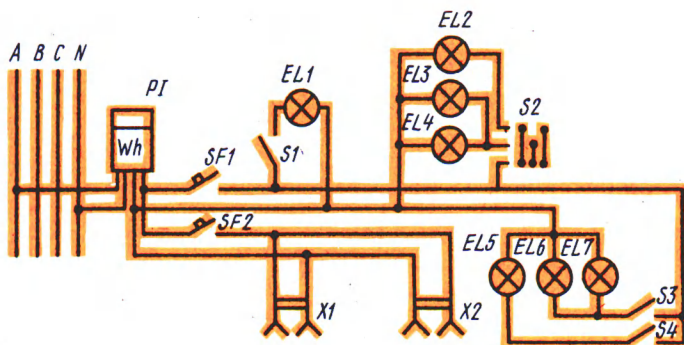


Рис. 41. Принципиальная схема квартирной электропроводки

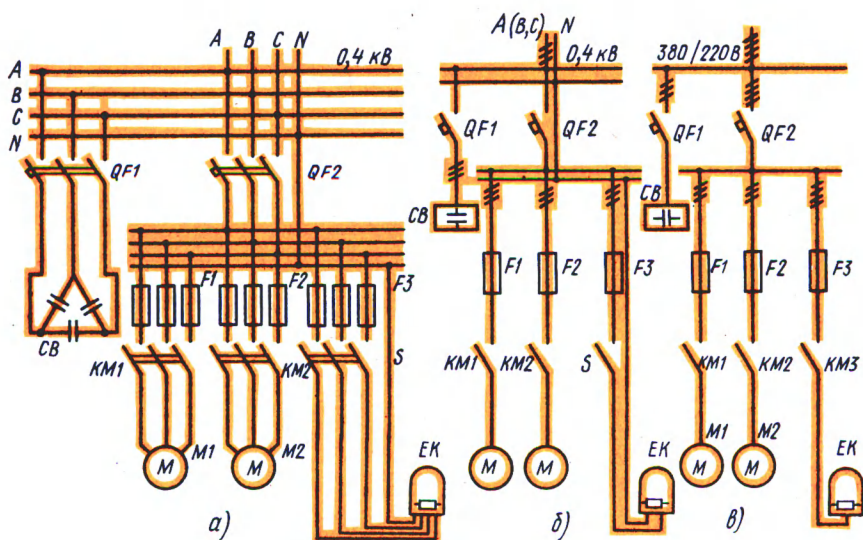


Рис. 42. Принципиальная схема распределения электроэнергии между промышленными электроприемниками:

а — трехлинейная, б, в — однолинейная с выделением и без выделения нулевого провода

энергии между промышленными потребителями показаны на рис. 42, а — в.

К шинам 0,4 кВ заводской подстанции (рис. 42, а) подключены батарея конденсаторов СВ через автоматический выключатель  $QF1$  и распределительная сборка (или распределительный токопровод) через автоматический выключатель  $QF2$ . От распределительной сборки питаются электродвигатели  $M1$  и  $M2$ , включенные через магнитные пускатели  $KM1$  и  $KM2$  и предохранители  $F1$  и  $F2$ , а также

электропечь *ЕК*, включенная через выключатель *S* и предохранители *F3*.

На рис. 42, *б* все три фазы *A*, *B* и *C* даны одной линией (слияние трех линий в одну отмечено тремя черточками), а нулевой провод изображен отдельно. Такое выполнение схем целесообразно, в частности, когда показано распределение электроэнергии между трехфазными и однофазными приемниками. На рис. 42, *в* слияние трех линий в одну отмечено тремя черточками, а четырех — четырьмя.

Принципиальная однолинейная схема электрической подстанции на 10 кВ, к которой питание подается по линии *W1* через линейный *QS1* и шинный *QS2* разъединители и высоковольтный выключатель *Q1\**, приведена на рис. 43.

Линейный разъединитель снабжен заземляющими ножами *QSG1*. Распределительное устройство напряжением 10 кВ имеет сборные шины с подключенными к ним разрядником *FV* через разъединитель *QS3*, силовым трансформатором *T* через разъединитель *QS4*

и выключатель *Q2* и с трансформатором напряжения *TV* через разъединитель *QS7*. От шин 10 кВ отходят также линии *W2* и *W3*, подключенные через разъединители *QS5* и *QS6*, выключатели *Q3* и *Q4* и реакторы *LR1*, *LR2*. В цепи трансформатора *T* и линий *W2* и *W3* включены измерительные трансформаторы тока *TA1* — *TA3*.

От трансформатора *T* через автоматический выключатель *QF* питание подается на шины распределительного устройства 0,4 кВ, от которых через выключатели *S1*—*S3* и предохранители *F1*—*F3* отходят линии *W4*—*W6*.

На этой схеме нет необходимости обозначать число линий, сливаемых в одну, поскольку известно, что сети 10 кВ выполняют с изолированной нейтралью (без нулевого провода), а вторичные обмотки трансформатора *T* соединены в треугольник, что видно из его условного обозначения.

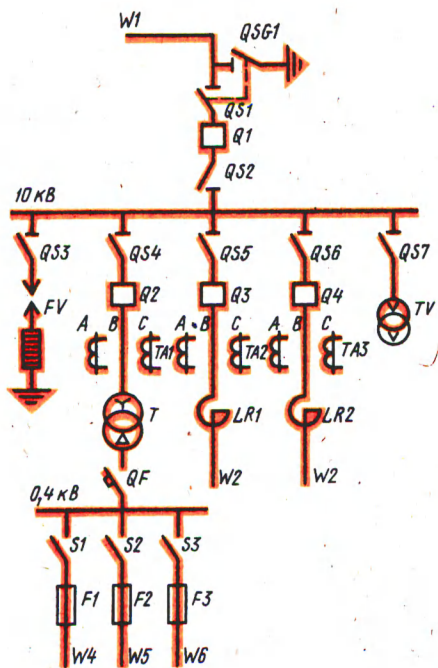


Рис. 43. Принципиальная однолинейная схема электрической подстанции 10/0,4 кВ

\* Высоковольтные выключатели в схемах электроснабжения, как правило, графически изображают в форме квадрата.

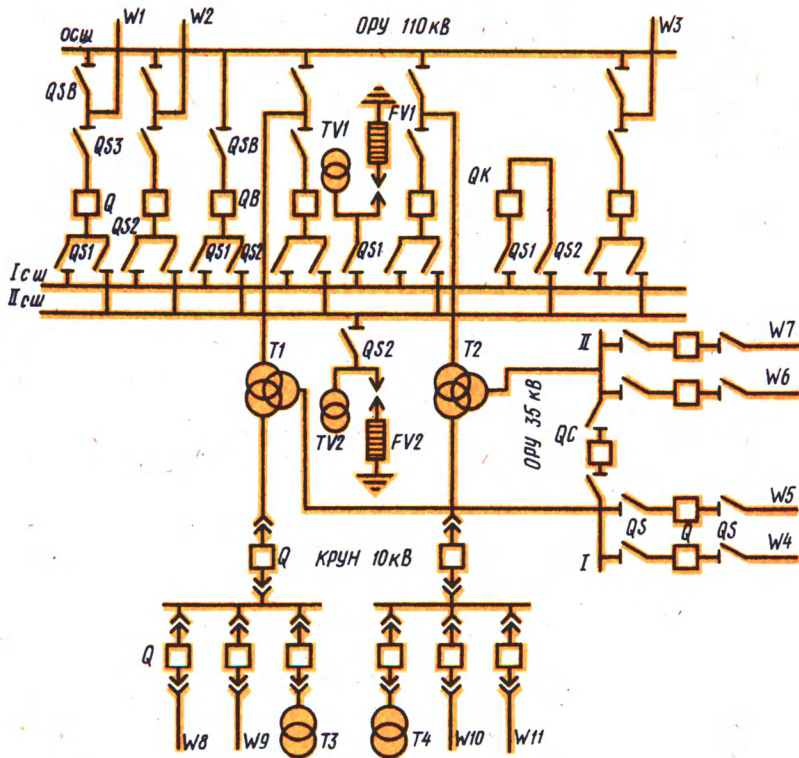


Рис. 44. Принципиальная однолинейная схема электрической подстанции 110/35/0,4 кВ

Однолинейная схема подстанции с тремя распределительными устройствами напряжением 110/35/10 кВ показана на рис. 44.

Открытое распределительное устройство ОРУ на 110 кВ выполнено с тремя системами шин (двумя рабочими I сш и II сш и одной обходной осш), имеет присоединения линии электропередачи W1, W2 и W3, силовых трехобмоточных трансформаторов T1 и T2, а также обходной QB и шиносоединительный QK выключатели, измерительные трансформаторы напряжения TV1 и TV2 и разрядники FV1 и FV2.

Такая схема позволяет выводить из работы для ремонта любую систему шин отключением связанных с ней разъединителей (QS1 — при ремонте I сш, QS2 — при ремонте II сш и QSB — при ремонте осш) или выключатель любого присоединения (например, линии W1, отключив выключатель Q и разъединители QS1, QS2 и QS3). Чтобы не прерывалось электроснабжение, линию W1 подключают через обходную систему шин и обходной выключатель к одной из рабочих систем шин. Любое присоединение, например линию W1, можно выделить также на одну из освобожденных систем шин

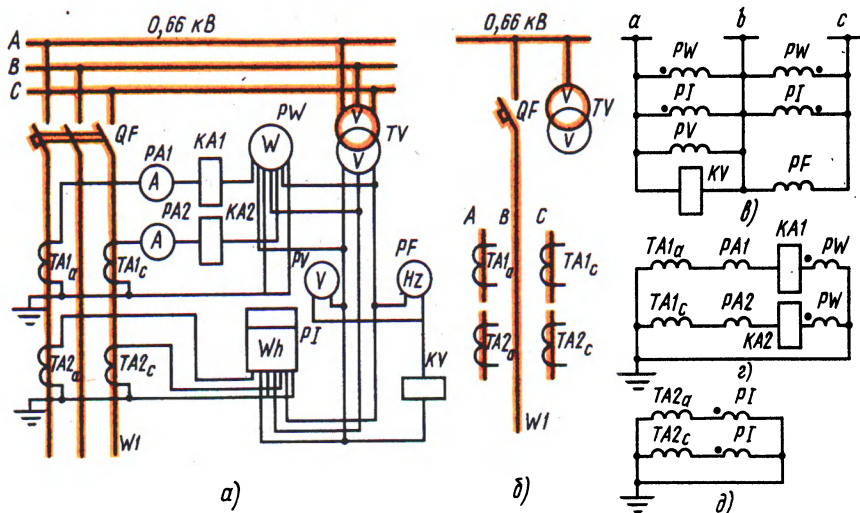


Рис. 45. Принципиальные схемы измерительных цепей электрической линии, выполненные совмещенным (а) и разнесенным (б—д) способами

(I сш или II сш), включив разъединители  $QS1$  и  $QS2$  шиносоединительного выключателя  $QK$  и этот выключатель.

● Открытое распределительное устройство ОРУ на 35 кВ имеет одну систему шин с двумя секциями I и II, которые могут быть соединены секционным выключателем  $QC$ . Через секцию I от обмотки 35 кВ трансформатора  $T1$  питаются линии  $W4$  и  $W5$ , а через секцию II от обмотки 35 кВ трансформатора  $T2$  — линии  $W6$  и  $W7$ .

Комплектное распределительное устройство наружной установки КРУН на 10 кВ имеет две секции I и II, подключенные соответственно к обмоткам 10 кВ трансформаторов  $T1$  и  $T2$ . От секции I питаются линии  $W8$ ,  $W9$  и трансформатор собственных нужд  $T3$ , а от секции II — линии  $W10$ ,  $W11$  и трансформатор собственных нужд  $T4$ .

В рассмотренных схемах распределения электроэнергии показаны только силовые цепи, однако любая электроустановка должна иметь средства управления и контроля этими цепями.

Рассмотрим измерительные цепи (рис. 45, а — д) линии трехфазного тока, отходящей от шин напряжением 0,66 кВ через автоматический выключатель  $QF$ . Принципиальная схема выполнена двумя способами: совмещенным (рис. 45, а) и разнесенным (рис. 45, б — д). Схемы силовых цепей даны в трехлинейном (рис. 45, а) и в однолинейном (рис. 45, б) изображениях.

Вначале рассмотрим схему, приведенную на рис. 45, а, на которой показаны измерительные приборы: ваттметр  $PW$ , два амперметра  $PA1$  и  $PA2$ , электрический счетчик  $PI$ , вольтметр  $PV$  и частотомер  $PF$ . Измерительные цепи питаются от измерительных трансформаторов тока  $TA1$  и  $TA2$  и трансформатора напряжения  $TV$ . Кроме

измерительных приборов на схеме показаны обмотки токовых реле  $KA1$  и  $KA2$  и реле напряжения  $KV$ . Амперметры  $PA1$  и  $PA2$  и токовые обмотки ваттметра  $PW$ , а также обмотки токовых реле  $KA1$  и  $KA2$  питаются от трансформаторов тока  $TA1_a$  и  $TA1_c$ , соответственно включенных в фазы  $A$  и  $C$ . Токовые обмотки электросчетчика  $PI$  питаются от трансформаторов тока  $TA2_a$  и  $TA2_c$ , а вольтметр  $PV$ , частотомер  $PF$ , обмотки напряжения ваттметра  $PW$  и электросчетчика  $PI$  — от трансформатора напряжения  $TV$ . В рассматриваемой схеме совмещены не только элементы таких приборов, как ваттметр и электросчетчик, но и силовые измерительные цепи.

При разнесенном способе выполнения схемы выделены силовые цепи линии (рис. 45, б), а также измерительные цепи трансформатора напряжения  $TV$  (рис. 45, в) и трансформаторов тока  $TA1$  (рис. 45, г) и  $TA2$  (рис. 45, д). На схеме силовой цепи (рис. 45, б), являющейся поясняющей, указаны места измерительных трансформаторов напряжения и тока и дано название присоединения — линия  $W1$ . В цепях трансформатора напряжения  $TV$  (рис. 45, в) показаны вольтметр  $PV$ , частотомер  $PF$ , обмотка реле напряжения  $KV$  и по две обмотки напряжения ваттметра  $PW$  и электросчетчика  $PI$ . В цепи трансформаторов тока  $TA1$  (рис. 45, г) вошли амперметры  $PA1$  и  $PA2$ , обмотки токовых реле  $KA1$  и  $KA2$ , две токовые обмотки ваттметра  $PW$ , а в цепи трансформаторов тока  $TA2$  — две токовые обмотки электросчетчика  $PI$ .

Даже из этого простого примера видно, что при совмещенном способе выполнения схемы разобраться в ней трудно. Если на схеме показать также другие приборы, например регистрирующие, и цепи защиты, управления и сигнализации, то прочесть ее будет значительно труднее. Поэтому схемы вторичных цепей (управления, сигнализации и др.) преимущественно выполняют разнесенным способом.

### 13. СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ СИЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Для управления электрооборудованием силовых электрических цепей используют разнообразные устройства дистанционного управления, защиты, телемеханики и автоматики, воздействующие на коммутационные аппараты его включения и отключения или на регулирующие органы. Рассмотрим схемы управления электродвигателями и высоковольтным выключателем.

■ **Схемы управления электродвигателями.** Принципиальная схема нереверсивного управления асинхронным электродвигателем, выполненная совмещенным и разнесенным способами, показана на рис. 46, а — в.

Все элементы управления — кнопки  $S1$  и  $S2$ , контакты электротепловых реле  $KK1$  и  $KK2$ , катушка магнитного пускателя  $KM$  — образуют одну цепь, включенную между фазами  $C$  и  $A$  той же элек-



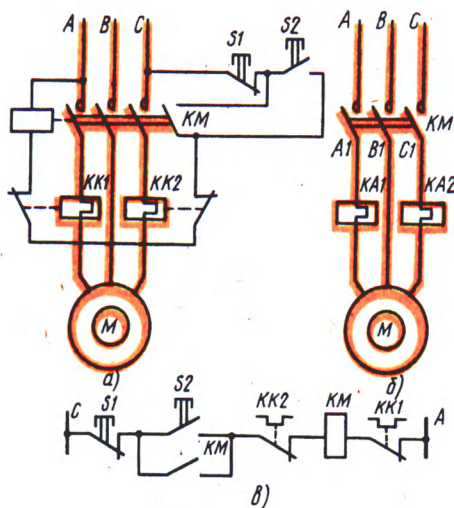


Рис. 46. Принципиальные схемы нерев-  
ерсивного управления асинхронным электро-  
двигателем, выполненные совмещенным  
(а) и разнесенным (б, в) способами

и  $KK2$ , размыкающие свои контакты в цепи управления; магнитный пускатель отключается и электродвигатель останавливается.

Ревверсивное управление асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором, осуществляемое контакторами  $KM1$  и  $KM2$  реверсивного магнитного пускателя, показано на рис. 47, а, б.

Цепи 1 управления и цепи 2—4 сигнальных ламп  $HLR1$ ,  $HLR2$  и  $HLG$  питаются от той же сети, что и электродвигатель  $M$ . В цепи 1 общими для участков катушки  $KM1$  первого контактора и катушки  $KM2$  второго контактора являются кнопка отключения  $SBT$  и контакт электротеплового реле  $KK$ .

● В исходном положении горит сигнальная лампа  $HLG$ , указывая на отключенное состояние обоих контакторов (ее цепь замкнута через их размыкающие контакты  $KM1:3$  и  $KM2:3$ ) и электродвигателя  $M$ .

● Для включения электродвигателя  $M$  с вращением в одну сторону нажимают кнопку  $SBC1$ , и ее контакт  $SBC1:1$  в цепи катушки контактора  $KM1$  замыкается, а контакт  $SBC1:2$  в цепи катушки контактора  $KM2$  размыкается. При этом замыкается цепь включения контактора  $KM1$ , который срабатывает, включая электродвигатель  $M$ . При срабатывании контактора  $KM1$  замыкается его вспомогательный контакт  $KM1:1$ , шунтируя контакт  $SBC1:1$  кнопки включения  $SBC1$ , в результате чего при отпускании этой кнопки контактор  $KM1$  и электродвигатель  $M$  остаются во включенном состоянии.

● Для включения электродвигателя  $M$  с вращением в другую сторону нажимают кнопку  $SBC2$ , и ее

трической сети, к которой подключен управляемый электродвигатель  $M$ .

● Для включения электродвигателя  $M$  нажимают на кнопку  $S2$ , замыкающую цепь катушки магнитного пускателя  $KM$ , который включается и замыкает свои силовые контакты и вспомогательный контакт, шунтирующий кнопку  $S2$ . Этим обеспечивается удержание магнитного пускателя во включенном положении после отпускания кнопки  $S2$ .

● Для отключения электродвигателя  $M$  нажимают на кнопку  $S1$ , размыкающую цепь катушки магнитного пускателя  $KM$ .

● При перегрузке электродвигателя срабатывают электротепловые реле  $KK1$

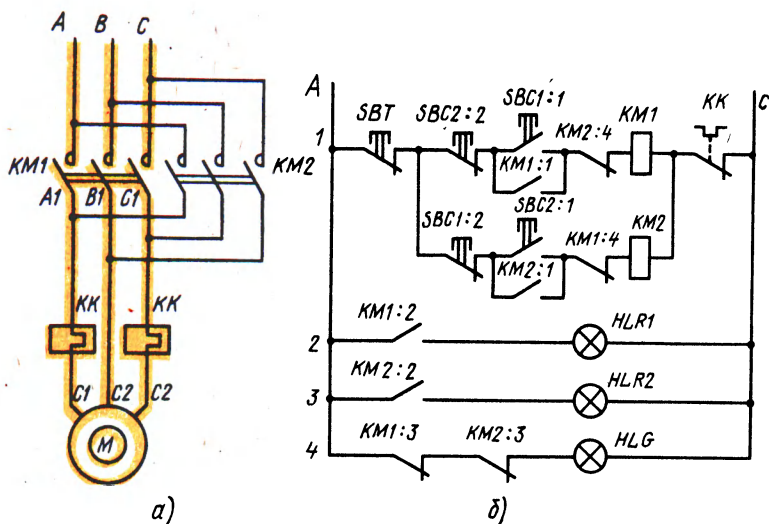


Рис. 47. Принципиальная схема реверсивного управления асинхронным электродвигателем:

а — силовые цепи, б — цепи управления

контакт  $SBC2:1$  в цепи катушки контактора  $KM2$  замыкается, а контакт  $SBC2:2$  в цепи катушки контактора  $KM1$  размыкается. Контактор  $KM2$  при этом срабатывает, электродвигатель включается и начинает вращаться, но в другую сторону, поскольку чередование фаз, подводимых к его обмотке, изменяется: к выводам  $C1$ ,  $C2$  и  $C3$  подводятся соответственно фазы  $A$ ,  $C$  и  $B$  электрической сети (в первом случае подводились фазы  $A$ ,  $B$  и  $C$ ).

● Для отключения электродвигателя нажимают кнопку  $SBT$ , разрывая тем самым цепь 1, в которую включены обмотки обоих контакторов.

● При перегрузке электродвигатель отключается электро-тепловым реле  $KK$ , контакт которого входит в цепь 1.

При срабатывании контактора  $KM1$  его вспомогательный контакт  $KM1:2$  замыкается, а  $KM1:3$  размыкается, лампа  $HLG$ , сигнализирующая об отключенном состоянии электродвигателя  $M$ , гаснет, а лампа  $HLR1$  загорается, указывая, что он включен и вращается, например, «вперед». При срабатывании контактора  $KM2$  его вспомогательный контакт  $KM2:2$  замыкается, а  $KM2:3$  размыкается, лампа  $HLG$  гаснет, а лампа  $HLR2$  загорается, указывая, что он включен и вращается в обратном направлении («назад»).

Введение в цепь включения контактора  $KM1$  размыкающего контакта  $SBC2:2$  кнопки включения контактора  $KM2$  и его вспомогательного контакта  $KM2:4$ , а в цепь включения контактора  $KM2$  размыкающего контакта  $SBC1:2$  кнопки включения контактора  $KM1$  и его вспомогательного контакта  $KM1:4$  обеспечивает электрическую блокировку. Такая блокировка предотвращает одновременное включение обоих контакторов или включение одного из них



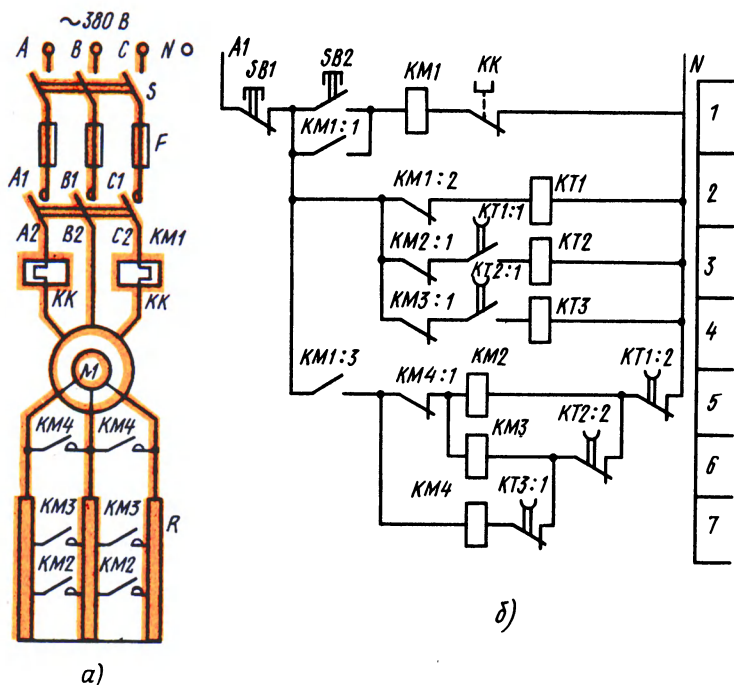


Рис. 48. Схема управления асинхронным электродвигателем с фазным ротором:

*а* — силовые цепи, *б* — цепи управления

при включенном состоянии другого, что может привести к короткому замыканию между фазами *В* и *С* электрической сети.

Управление асинхронным электродвигателем с фазным ротором показано на рис. 48, *а*, *б*.

В силовые цепи (рис. 48, *а*) входят выключатель *S*, предохранители *F*, силовые контакты магнитного пускателя *KM1*, через которые питание и подается к обмотке статора, а также воспринимающая часть электротеплового реле *KK*. К ротору электродвигателя подключены резисторы *R*.

Цепи управления (рис. 48, *б*), в которые входят кнопки *SB1* и *SB2*, контакт электротеплового реле *KK*, катушки магнитного пускателя *KM1*, контакторов *KM2* — *KM4* и реле времени *KT1* — *KT3*, питаются от той же электросети, что и силовые, и подключены к фазе *A* и нулевому проводу *N*. Следует иметь в виду, что все реле времени срабатывают без выдержки времени, а возвращаются с выдержкой. Для удобства чтения схемы на ней даны номера цепей управления. В схемах вторичных цепей (управления, сигнализации, защиты и др.) вместо номеров часто указывают их функциональное назначение. Так, в рассматриваемой схеме вместо номера *1* можно написать цепь управления магнитным пускателем *KM1*, вместо номера *2* — цепь катушки реле времени *KT1* и т. д.

● В исходном состоянии (до включения выключателя *S*)

питание к цепям управления не поступает, поэтому магнитный пускатель  $KM1$  и реле времени  $KT1 — KT3$  отключены. После включения выключателя  $S$  подводится питание к цепям управления. При этом по замкнутой контактом  $KM1:2$  магнитного пускателя  $KM1$  цепи 2 будет проходить ток через катушку реле времени  $KT1$ , которое сработает, замкнув контакт  $KT1:1$  и разомкнув контакт  $KT1:2$  соответственно в цепях 3 и 5.

После срабатывания реле времени  $KT1$  окажется замкнутой цепь катушки реле времени  $KT2$ , которое сработает, замкнув контакт  $KT2:1$  и разомкнув контакт  $KT2:2$  соответственно в цепях 4 и 6. После срабатывания реле времени  $KT2$  окажется замкнутой цепь катушки реле времени  $KT3$ , которое сработает и разомкнет свой контакт  $KT3:1$  в цепи 7.

Таким образом, после включения выключателя цепи управления перейдут в состояние готовности к пуску электродвигателя  $M$ : реле времени  $KT1 — KT3$  будут включены, их контакты  $KT1:1$ ,  $KT2:1 —$  замкнуты, а  $KT1:2$ ,  $KT2:2$  и  $KT3:1 —$  разомкнуты.

● Для пуска электродвигателя  $M$  нажимают кнопку  $SB2$ , замыкающую цепь 1 магнитного пускателя  $KM1$ , который включается, замыкая свои силовые контакты, подводящие питание к двигателю, а также вспомогательный контакт  $KM1:1$ , шунтирующий контакт кнопки  $SB2$ , и  $KM1:3$ , подготавливающий цепи 5—7. Одновременно размыкается контакт  $KM1:2$  в цепи 2, и дальнейший процесс увеличения частоты вращения электродвигателя до нормальной происходит автоматически.

Реле времени  $KT1$  вследствие размыкания цепи его катушки контактом  $KM1:2$  магнитного пускателя  $KM1$  через заданное время возвращается в исходное положение, замкнув контакт  $KT1:2$  и разомкнув контакт  $KT1:1$  соответственно в цепях 5 и 3. Так как цепь 5 катушки контактора  $KM2$  оказывается замкнутой, контактор срабатывает, замыкая свои силовые контакты и частично уменьшая сопротивление резисторов в цепи ротора электродвигателя  $M$ , который начнет вращаться с большей частотой.

Размыкание контакта  $KT1:1$  в цепи 3 катушки реле времени  $KT2$  приводит к тому, что реле через заданное время возвращается в исходное положение, замкнув контакт  $KT2:2$  и разомкнув контакт  $KT2:1$  соответственно в цепях 6 и 4. При этом срабатывает контактор  $KM3$ , который замыкает свои силовые контакты, что приводит к дальнейшему уменьшению сопротивления резисторов в цепи ротора и увеличению частоты вращения электродвигателя  $M$ .

Размыкание контакта  $KT2:1$  в цепи 4 катушки реле времени  $KT3$  вызывает возврат этого реле в исходное положение через заданное время. При замыкании контакта  $KT3:1$  реле срабатывает контактор  $KM4$ , его силовые контакты замыкают обмотку ротора электродвигателя  $M$  и его частота вращения возрастает до нормальной. Контакт  $KM4:1$  контактора  $KM4$  размыкает цепи 5 и 6 контакторов  $KM2$  и  $KM3$ , и они отключаются.

На этом пуск электродвигателя  $M$  заканчивается. Включенными оказываются только магнитный пускатель  $KM1$  и контактор  $KM4$ .

Отключается электродвигатель при срабатывании электротеплового реле  $KK$  или нажатии кнопки  $SB1$ , вследствие чего размыкается цепь 1 катушки магнитного пускателя  $KM1$ , вспомогательные контакты  $KM1:3$  которого разрывают цепь катушки контактора  $KM4$ , и он отключается, а вся схема приходит в состояние, предшествующее пуску электродвигателя  $M$ .

■ **Схемы управления высоковольтными выключателями.** Принципиальная схема дистанционного управления высоковольтным выключателем с электромагнитным приводом показана на рис. 49.

Эта схема обеспечивает также сигнализацию положения выключателя при нормальном режиме и аварийную сигнализацию при его автоматическом отключении релейной защитой. Включающий электромагнит  $YAC$  получает питание от шинок постоянного тока  $+EY$  и  $-EY$ , а отключающий электромагнит  $YAT$  и контактор  $KM$  включающего электромагнита питаются от шинок  $+EC$  и  $-EC$  постоянного тока. Переключатель  $SA$  имеет шесть позиций:  $O$  (отключено),  $O_1$  (предварительно отключено),  $O_2$  (отключить),  $B$  (включено),  $B_1$  (предварительно включено) и  $B_2$  (включить).

На позициях  $O$  и  $O_1$  рукоятка переключателя находится в фиксированном горизонтальном положении, а на позициях  $B$  и  $B_1$  — в фиксированном вертикальном. В позицию  $O_2$  она переводится из горизонтального положения поворотом на  $45^\circ$  против часовой стрелки и, будучи отпущена, возвращается в горизонтальное положение. В позицию  $B_2$  она переводится из вертикального положения поворотом на  $45^\circ$  по часовой стрелке и, будучи отпущена, возвращается в вертикальное положение.

На схеме, приведенной на рис. 49, показаны только вспомогательные контакты  $Q:1$ ,  $Q:2$  и  $Q:3$  высоковольтного выключателя соответственно в цепях катушки контактора  $KM$ , отключающего электромагнита  $YAT$  и аварийной сигнализации.

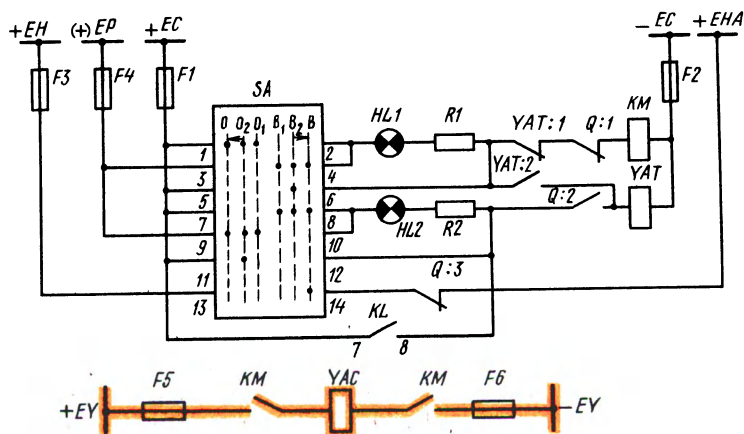


Рис. 49. Принципиальная схема управления высоковольтным выключателем

● В исходном положении и выключатель  $Q$  (на рис. 49 не показан) отключен, его вспомогательные контакты  $Q:1$  и  $Q:3$  замкнуты, а  $Q:2$  разомкнут. Переключатель  $SA$  находится в позиции  $O$ , и его контакты  $1-2$  и  $9-10$  замкнуты. Цепь отключающего электромагнита  $YAT$  разомкнута вспомогательными контактами  $Q:2$  высоковольтного выключателя  $Q$  и контактами  $11-12$  переключателя  $SA$ . При этом вспомогательный контакт  $YAT:1$  замкнут, а  $YAT:2$  разомкнут. Так как цепь катушки контактора  $KM$  разомкнута контактами  $5-6$  переключателя  $SA$ , то контактор отключен и, следовательно, разомкнута цепь включающего электромагнита  $YAC$  привода выключателя  $Q$ .

При этом лампа  $HL1$  горит, так как через нее проходит ток по цепи: шинка  $+EC$ , предохранитель  $F1$ , контакт  $1-2$  переключателя  $SA$ , лампа  $HL1$ , резистор  $R1$ , контакт  $YAT:1$ , контакт  $Q:1$ , катушка контактора  $KM$ , предохранитель  $F2$ , шинка  $-EC$ , что сигнализирует о целостности цепи включения и отключенном состоянии выключателя  $Q$ . При выборе ламп  $HL1$  и  $HL2$  необходимо учитывать, что их ток должен быть во много раз меньше токов срабатывания контактора  $KM$  и электромагнита  $YAT$ . Резистор  $R1$  должен ограничивать ток, не допуская ложного срабатывания контактора  $KM$  даже при коротком замыкании в патроне лампы  $HL1$ .

● При включении выключателя  $Q$  сначала переводят переключатель  $SA$  в позицию  $B_1$  (предварительно включено), поворачивая его рукоятку на  $90^\circ$  по часовой стрелке. В результате этого его контакты  $1-2$  и  $9-10$  разомкнутся, контакты  $3-4$  и  $7-8$  замкнутся, а лампа  $HL1$  через контакт  $3-4$  переключателя  $SA$  и предохранитель  $F4$  подключится к шинке «мигания»  $(+)$   $EP$  и начнет мигать (периодически загораться и гаснуть), что сигнализирует о несоответствии положения рукоятки переключателя  $SA$  положению выключателя  $Q$  (вертикальное расположение рукоятки переключателя  $SA$  указывает на включенное положение выключателя, в то время как он еще отключен).

Повернув рукоятку переключателя еще на  $45^\circ$ , переводят его в позицию  $B_2$  (включить). При этом замыкается контакт  $5-6$  цепи включения и срабатывает контактор  $KM$ , замыкающий цепь включающего электромагнита  $YAC$  привода, выключатель  $Q$  включается и его вспомогательные контакты переключаются ( $Q:1$  и  $Q:3$  размыкаются, а  $Q:2$  замыкается). Лампа  $HL1$  гаснет, а лампа  $HL2$  загорается ровным светом (цепь: шинка  $+EC$ , предохранитель  $F1$ , контакт  $7-8$  переключателя  $SA$ , лампа  $HL2$ , резистор  $R2$ , вспомогательный контакт  $Q:2$  выключателя, отключающий электромагнит  $YAT$ , предохранитель  $F2$ , шинка  $-EC$ ), что сигнализирует о целостности цепи отключения и включенном состоянии выключателя  $Q$ . Рукоятку переключателя после этого можно отпустить и она возвратится в вертикальное положение, а переключатель перейдет в позицию  $B$  (включено) и его контакты  $3-4$ ,  $7-8$  и  $13-14$  замкнутся.

Выключатель может быть отключен дистанционно с помощью переключателя  $SA$  или автоматически защитой.

● Для дистанционного отключения выключа-

теля сначала поворачивают рукоятку переключателя *SA* на 90° против часовой стрелки, переводя его в позицию *O*<sub>1</sub> (предварительно отключено). При этом его контакты 3—4, 7—8 и 13—14 размыкаются, а 1—2 и 9—10 замыкаются, лампа *HL2* через контакт 9—10 и предохранитель *F4* подключается к шинке «мигания» (+) *EP* и начинает мигать, сигнализируя о несоответствии положения рукоятки положению выключателя *Q* (горизонтальное расположение рукоятки переключателя указывает на отключенное положение выключателя, когда он еще включен).

Повернув рукоятку переключателя еще на 45°, переводят его в позицию *O*<sub>2</sub> (отключить). При этом замыкается контакт 11—12, а следовательно, и цепь отключающего электромагнита *YAT* привода выключателя *Q*, который отключается, и его вспомогательные контакты *Q*:1 и *Q*:3 замыкаются, а *Q*:2 размыкается, лампа *HL2* гаснет, а *HL1* загорается ровным светом.

● При автоматическом отключении выключателя замыкается контакт 7—8 выходного реле *KL* защиты, замыкая цепь отключающего электромагнита *YAT*. В результате этого выключатель отключается и его вспомогательные контакты переключаются (*Q*:1 и *Q*:3 замыкаются, а *Q*:2 размыкается). Поскольку переключатель *SA* остается в позиции *B* (включено) и его контакты 3—4, 7—8 и 13—14 замкнуты, лампа *HL1*, получая питание от шинки «мигания» (+) *EP* через контакт 3—4, будет мигать, сигнализируя, что выключатель отключился аварийно. Лампа *HL2* при этом погаснет, так как ее цепь разомкнется вспомогательным контактом *Q*:2 выключателя. Кроме того, по цепи: шинка + *EH*, контакт 13—14 переключателя *SA*, контакт *Q*:3 выключателя через шинку *ЕНА* будет подаваться питание на устройство аварийной звуковой сигнализации.

Таким образом, аварийное отключение выключателя будет обнаружено по световой сигнализации (миганию лампы *HL1*) и звуковому сигналу (обычно сирены).

Контакт *YAT*:1 отключающего электромагнита *YAT* в цепи включения и контакт *YAT*:2, через который этот электромагнит может быть подключен к цепи включения, обеспечивают блокировку от многократного включения выключателя при коротком замыкании, если переключатель *SA* долго удерживается на позиции *B*<sub>2</sub> (подавая тем самым команду на включение выключателя *Q*).

В этом случае после включения выключателя при коротком замыкании и последующем его автоматическом отключении защитой в момент срабатывания электромагнита отключения его контакт *YAT*:1 размыкается, разрывая цепь включения, а контакт *YAT*:2 замыкается. При этом ток проходит по цепи: шинка + *EC*, предохранитель *F1*, контакт 5—6 переключателя *SA*, контакт *YAT*:2, отключающий электромагнит *YAT*, предохранитель *F2*, шинка — *EC*. Только после того когда переключатель возвратится на позицию *B*<sub>1</sub> или будет переведен на позицию *O*, питание отключающего электромагнита также прекратится, его сердечник отпадет и контакт *YAT*:1 замкнется, а контакт *YAT*:2 разомкнется.

Изучая схему, показанную на рис. 49, следует обратить внимание на то, что для обозначения электрического соединения проводников в местах их ответвлений от шин и других проводников, а также для указания, какие контакты при каких позициях переключателя *SA* замыкаются, используют точку. Стрелки в обозначении переключателя *SA* показывают, что происходит самовозврат его рукоятки с позиций *B*<sub>2</sub> и *O*<sub>2</sub> соответственно на позиции *B* и *O*. Заводская нумерация выводов переключателя *SA* и реле *KL* на схеме позволяет не давать номеров контактов в позиционных обозначениях.

Рассмотрим более подробно схему дистанционного управления высоковольтным выключателем, которая была приведена на рис. 32.

Особенностью этой схемы является использование двухпозиционного реле *KQQ* фиксации последней команды на включение или отклонение выключателя *Q*, а также реле *KCT* и *KCC* соответственно команд «Отключить» и «Включить», реле *KQC* и *KQT* соответственно положений выключателя «Включено» и «Отключено».

● В исходном положении выключатель *Q* (на рис. 32 не показан) отключен, его вспомогательные контакты *Q:1*, *Q:3*, *Q:5* замкнуты, а *Q:2* и *Q:4* разомкнуты. Для подачи питания на цепи управления выключателем *Q* включают автоматические выключатели *SF1* — *SF3*. При этом срабатывает реле *KQT* (цепь: шинка  $+EC$ , автоматический выключатель *SF2*, резистор *R3*, катушка реле *KQT*, контакт *YAT:1*, вспомогательный контакт *Q:3* выключателя, катушка контактора *KM*, автоматический выключатель *SF2*, шинка  $-EC$ ), его контакт 5—6 замыкается, а 1—2 размыкается. Лампа *HLG* будет гореть, так как по цепи: шинка  $+EC$ , автоматический выключатель *SF2*, контакт 6—8 реле *KQQ*, резистор *R1*, вспомогательный контакт *Q:1* выключателя, лампа *HLG*, автоматический выключатель *SF2*, шинка  $-EC$  будет проходить ток. Это указывает на отключенное состояние выключателя *Q*.

● Для включения выключателя *Q* переключатель *SA* переводят в позицию *B* (включить). При этом замыкается контакт 1—4 переключателя *SA*, срабатывает реле команды включения *KCC*, контакты 1—2 и 3—4 которого замыкаются, а 7—8 и 9—10 замыкаются, и подается питание к катушке магнитного контактора по цепи: шинка  $+EC$ , автоматический выключатель *SF2*, контакт 7—8 реле *KCC*, контакт *YAT:1* отключающего электромагнита, вспомогательный контакт *Q:3* выключателя *Q*, катушка магнитного контактора *KM*, автоматический выключатель *SF2* и шинка  $-EC$ .

В результате включается контактор *KM*, подавая питание на включающий электромагнит *YAC* привода выключателя *Q*, выключатель включается, его вспомогательные контакты *Q:1*, *Q:3* и *Q:5* размыкаются, а *Q:2* и *Q:4* замыкаются и загорается лампа *HLR*, сигнализируя о включенном положении выключателя *Q*, а лампа *HLG* гаснет. Реле *KCC* своим контактом 9—10 замыкает цепь 11—12 катушки реле *KQQ*, которое из одного устойчивого состояния переходит в другое устойчивое состояние, фиксируя тем самым последнюю команду (в данном случае на включение выключателя *Q*).



Контакты 2—4, 9—7, 10—8 и 13—14 реле *KQQ* замыкаются, а 5—7, 6—8, 11—12 размыкаются. После прекращения воздействия на рукоятку переключатель *SA* возвращается в исходное положение (позиция *H*).

Реле *KQT* отключается, и его контакт 5—6 размыкается, а 1—2 замыкается. Реле *KQC* срабатывает, так как его катушка питается током, проходящим по цепи: шинка + *EC*, автоматический выключатель *SF2*, резистор *R4*, катушка реле *KQC*, вспомогательный контакт *Q*: 4 выключателя *Q*, отключающий электромагнит *YAT*, автоматический выключатель *SF2*, шинка — *EC*. Контакты 1—2 реле *KQC* размыкаются, а 5—6 замыкаются.

● Для отключения выключателя *Q* переключатель *SA* переводят в позицию *O* (отключить). При этом замыкаются его контакты 7—8 и срабатывает реле команды отключения *KCT*, контакты 1—2 которого размыкаются, а 7—8 и 9—10 замыкаются, и подается питание на отключающий электромагнит *YAT* по цепи: шинка + *EC*, автоматический выключатель *SF2*, контакт 7—8 реле *KCT*, вспомогательный контакт *Q*: 4 выключателя *Q*, отключающий электромагнит *YAT*, автоматический выключатель *SF2*, шинка — *EC*. Выключатель *Q* отключается, его вспомогательные контакты *Q*: 1, *Q*: 3 и *Q*: 5 замыкаются, а *Q*: 2 и *Q*: 4 размыкаются, и лампа *HLG*, загораясь, сигнализирует отключенное положение выключателя *Q*, а лампа *HLR* гаснет.

Реле *KCT* контактом 9—10 замыкает цепь 13—14 катушки реле *KQQ*, которое возвращается в первое устойчивое состояние, фиксируя последнюю команду на отключение выключателя *Q*. Контакты 2—4, 9—7, 10—8 и 13—14 реле *KQQ* размыкаются, а 5—7, 6—8, 11—12 замыкаются. После прекращения воздействия на рукоятку переключатель *SA* возвращается в исходное положение (позиция *H*). Реле *KQC* отключается и его контакты 5—6 размыкаются, а 1—2 замыкаются. Реле *KQT* срабатывает и его контакты 1—2 размыкаются, а 5—6 замыкаются.

● При аварийном отключении выключателя *Q* его вспомогательные контакты *Q*: 1, *Q*: 3 и *Q*: 5 замкнутся, а *Q*: 2 и *Q*: 4 разомкнутся, а реле *KQQ* будет находиться в положении, соответствующем последней команде на включение выключателя (его контакты 2—4, 9—7, 10—8 и 13—14 замкнуты, а 5—7, 6—8 и 11—12 разомкнуты). Лампа *HLR* при этом погаснет, а лампа *HLG* подключится к шинке «мигания» (+) *EP* через контакт 10—8 реле *KQQ* и автоматический выключатель *SF2* и будет периодически загораться и гаснуть (мигать), сигнализируя об аварийном отключении выключателя.

Кроме того, по цепи: шинка + *EH*, контакты 3—4 реле *KCC*, контакты 2—4 реле *KQQ*, резистор *R6*, вспомогательный контакт *Q*: 5 выключателя *Q* через шинку *EHA* будет подаваться питание на устройство аварийной звуковой сигнализации. Реле *KQC* отключится, его контакт 1—2 замкнется, а 5—6 разомкнется. Реле *KOT* сработает, его контакт 1—2 разомкнется, а 5—6 замкнется.

Если соединить шинку *EHD* отключения «мигания» с шинкой



+ *ЕН*, нажав кнопку отключения «мигания» (на рис. 32 не показана), питание будет подводиться к цепи *13—14* катушки реле *КQQ* через контакт *1—2* реле *КСТ* и контакт *5—6* реле *КQT*. Реле *КQQ* переключится в первое устойчивое состояние, соответствующее последней команде на отключение выключателя *Q*, а его контакты *2—4*, *9—7*, *10—8* и *13—14* разомкнутся, а *5—7*, *6—8* и *11—12* замкнутся. Лампа *HLG* через контакт *6—8* реле *КQQ* подключится к шинке + *ЕС* и будет гореть ровным светом, сигнализируя об отключенном состоянии выключателя *Q*, а цепь звуковой аварийной сигнализации отключится контактом *2—4* реле *КQQ* и звуковой сигнал прекратится.

Контроль целости оперативных цепей включения и отключения обеспечивается реле *КQC* и *КQT*. Если при отключенном выключателе нарушится цепь включения (цепь катушки контактора *KM*), а при включенном — цепь отключения (цепь отключающего электромагнита *YAT*), то в первом случае отключится реле *КQT*, а во втором — реле *КQC*. Так как в том и другом случаях оба реле оказываются отключенными, т. е. их контакты *1—2* замкнуты, срабатывает указательное реле *KH2*, которое своим контактом *3—5* замыкает цепь лампы *HLW* и она загорается, а контактом *4—6* через шинку *ЕНP1* подает питание на устройство звуковой предупреждающей сигнализации.

Блокировка от многократного включения выключателя при коротком замыкании с помощью контактов *YAT:1* и *YAT:2* отключающего электромагнита привода выключателя была описана при рассмотрении схемы, показанной на рис. 49.

#### § 14. СХЕМЫ УСТРОЙСТВ С ЭЛЕКТРОННОЙ И МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРОЙ

В предыдущих параграфах были рассмотрены принципиальные схемы электротехнических устройств, элементную базу которых составляют преимущественно электромеханические аппараты: магнитные пускатели и контакторы, контактные реле, выключатели с электромагнитным приводом и др. На схемах, как правило, показывают только электрические части этих аппаратов, их контакты, обмотки и электрические связи между ними.

Элементной базой устройств с электронной и микроэлектронной аппаратурой являются электрорадиоэлементы: электровакуумные и полупроводниковые приборы, резисторы, конденсаторы и другие элементы с электрическими связями в виде проводного или печатного монтажа. Следствием развития элементной базы этих устройств явилось создание типовых унифицированных элементов, каждый из которых выполняет определенную функцию (источника питания, реле, преобразователя формы импульсов и др.). Такими унифицированными элементами являются, например, элементы серии «Логика Т» и замешивание ее элемента «Логика И». В дальнейшем в качестве элементной базы широко стали применяться интегральные микросхемы (ИМС).

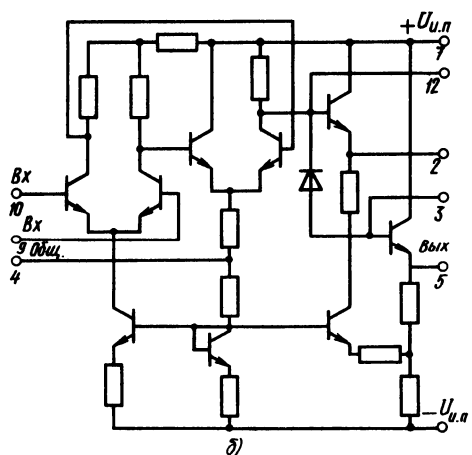
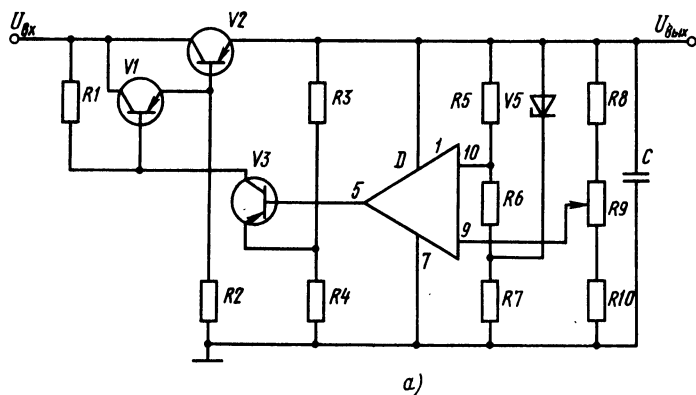


Рис. 50. Принципиальная схема компенсационного стабилизатора напряжения (а), интегральная микросхема 140УД1 (б)

Следует помнить, что и унифицированные элементы и ИМС являются неразборными и при выходе из строя заменяются новыми. На схемах они изображаются условными графическими обозначениями, определяющими их функцию.

Наиболее ярко выразились особенности схем вычислительной техники в связи с преимущественным применением в изделиях элементов с повышенным уровнем интеграции и включением в состав вычислительных устройств тысяч соединений между собой элементов при сравнительно небольшом количестве их типов.

Принципиальная схема компенсационного стабилизатора напряжения с составным транзистором  $V1$ ,  $V2$  в качестве регулирующего элемента и ИМС  $D$  в качестве усилителя (тип 140УД1) приведена на рис. 50. Несмотря на то, что ИМС типа 140УД1 (рис. 50, б) состоит из девяти транзисторов, двенадцати резисторов

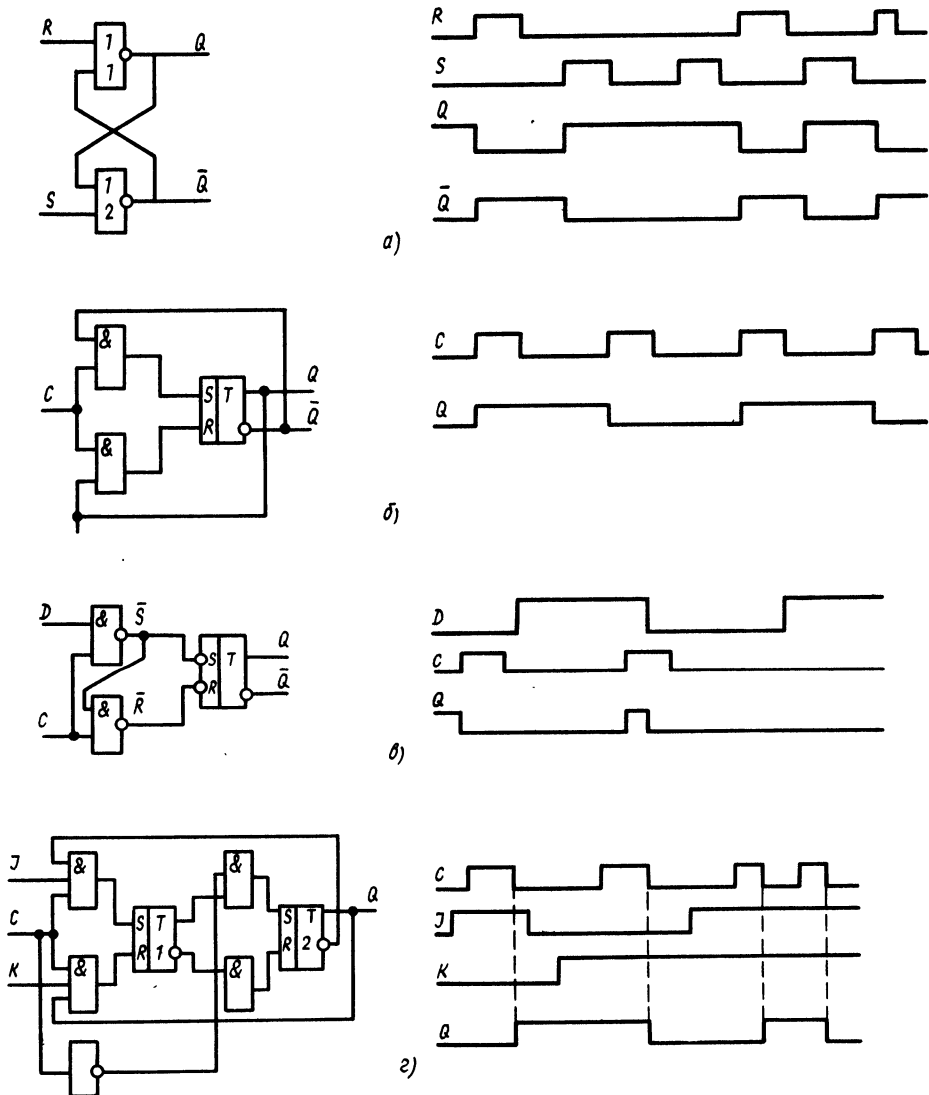


Рис. 51. Схемы и временные диаграммы RS-триггера (а), T-триггера (б), D-триггера (в), JK-триггера (г)

и диода, на принципиальной схеме стабилизатора напряжения ее условно графически обозначают в виде треугольника, определяющего функцию усилителя.

В приведенной схеме, как и в других подобных схемах электро- и радиоэлектронных устройств, количество унифицированных элементов и микросхем невелико по сравнению с количеством простых элементов (резисторов, конденсаторов, диодов, транзисторов и т. п.). Поэтому чтение этих схем не вызывает особых трудностей,

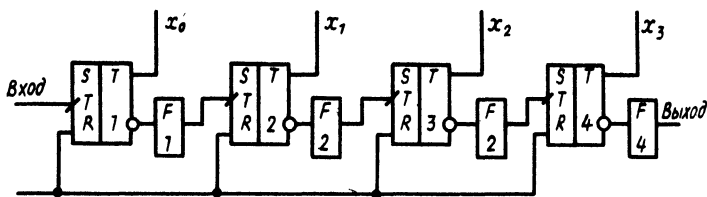


Рис. 52. Схема четырехразрядного двоичного счетчика

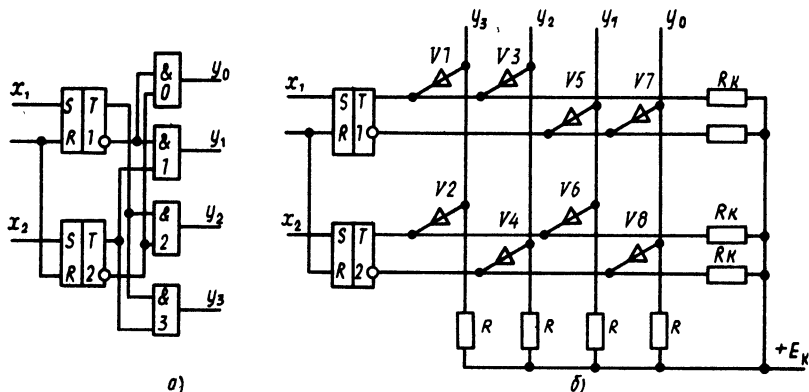


Рис. 53. Схемы дешифратора:

а — функциональная, б — принципиальная

тем более, что и количество простых элементов, несмотря на разнообразие их типов, ограничено.

Устройства вычислительной техники и особенно наиболее сложные из них, к которым относятся электронно-вычислительные машины (ЭВМ), как отмечалось выше, имеют множество элементов, измеряемое тысячами при небольшом количестве их типов и, следовательно, множество электрических связей. К ним относятся логические элементы и триггеры, причем последние могут строиться на логических элементах, как это показано на рис. 51.

На рис. 51, а  $RS$ -триггер реализован на элементах ИЛИ — НЕ. Из временной диаграммы видно, что при входных сигналах  $R = 1$ ,  $S = 0$  триггер переходит в состояние, при котором выходные сигналы  $Q = 0$ , а  $\bar{Q} = 1$ . При  $R = 0$  и  $S = 1$  триггер устанавливается в состояние, при котором  $Q = 1$ , а  $\bar{Q} = 0$ . При  $R = 0$  и  $S = 0$  триггер сохраняет свое состояние. Если на входы  $R$  и  $S$  подать сигнал 1, состояние триггера будет неустойчивым, а его выходной сигнал  $Q$  не определен. Поэтому комбинация входных сигналов  $R = 1$ ,  $S = 1$  является запрещенной.

Используя  $RS$ -триггер и логические элементы И можно получить  $T$ -триггер и  $D$ -триггер, собрав их по схемам (рис. 51, б, в).

*T*-триггер при подаче на вход *C* серии сигналов 1 будет поочередно переходить из состояния, при котором выходной сигнал будет сначала  $Q = 1$ , затем  $Q = 0$ , после  $Q = 1$  и т. д. *D*-триггер будет переходить в состояние, при котором выходной сигнал  $Q = 1$  только тогда, когда на входах *D* и *C* будут сигналы 1.

*IK*-триггер реализуется обычно по двухступенчатой схеме (рис. 51, *г*) на двух *RS*-триггерах и элементах И и НЕ. При  $C = 1$  входная информация записывается в первый *RS*-триггер, при  $C = 0$  информация с первого *RS*-триггера переписывается во второй *RS*-триггер, и на выходе образуется сигнал  $Q = 1$ . *IK*-триггер работает по правилу *RS*-триггера и отличается от последнего тем, что комбинация сигналов  $I = 1$  и  $K = 1$  не является запретной. При этих сигналах *IK*-триггер изменяет свое состояние на обратное.

Рассмотрим схему четырехразрядного двоичного счетчика с цепями последовательного переноса, построенного на *T*-триггерах (рис. 52). Перед началом счета подачей сигнала на входы *R* все триггеры устанавливаются в исходное состояние. Код в счетчике принимает значение  $x = 0000$ . Если подавать входные импульсы положительной полярности на счетный вход *T*-триггера младшего разряда *T1*, то при первом импульсе триггер *T1* переключится в состояние 1 и код в счетчике примет значение  $x = 0001$ , сохраняющееся до прихода следующего импульса. Под воздействием второго импульса триггер *T1* переключится в состояние 0 и от сигнала с его инверсного выхода формирователь *F1* образует положительный сигнал переноса, поступающий на счетный вход триггера *T2*. Триггер *T2* переключится в состояние 1 и код в счетчике примет значение  $x = 0010$  и т. д. Максимальное число, которое может быть зафиксировано в таком счетчике — 15, а в общем случае при количестве разрядов *n*, максимальное число, зафиксированное в счетчике, равно  $2^n - 1$ .

На рис. 53 приведены схемы дешифратора на два входа — функциональная (рис. 53, *а*) и принципиальная (рис. 53, *б*). Основу дешифратора составляет матрица с горизонтальными и вертикальными шинками, соединенными в определенных местах диодами *V1* — *V8*. Прямые и обратные коды разрядов подаются на дешифратор с триггерного регистра *T1*, *T2*. Коду 0 соответствует низкий уровень напряжения, коду 1 — положительное напряжение, близкое к  $+E_k$ . Например, при  $x_1 = 0$  и  $x_2 = 1$  высокий уровень напряжения (код 1) передается на выход *y1*, а при входных сигналах  $x_1 = 1$  и  $x_2 = 0$  — на выход *y3*. По такому принципу могут строиться диодные дешифраторы на большее число входов. Количество диодов на входах (для *n* разрядных двоичных чисел) должно быть равно  $n2^n$ .

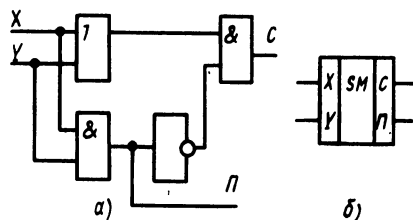


Рис. 54. Схема одноразрядного полу-сумматора (а) и его условное графическое обозначение (б)



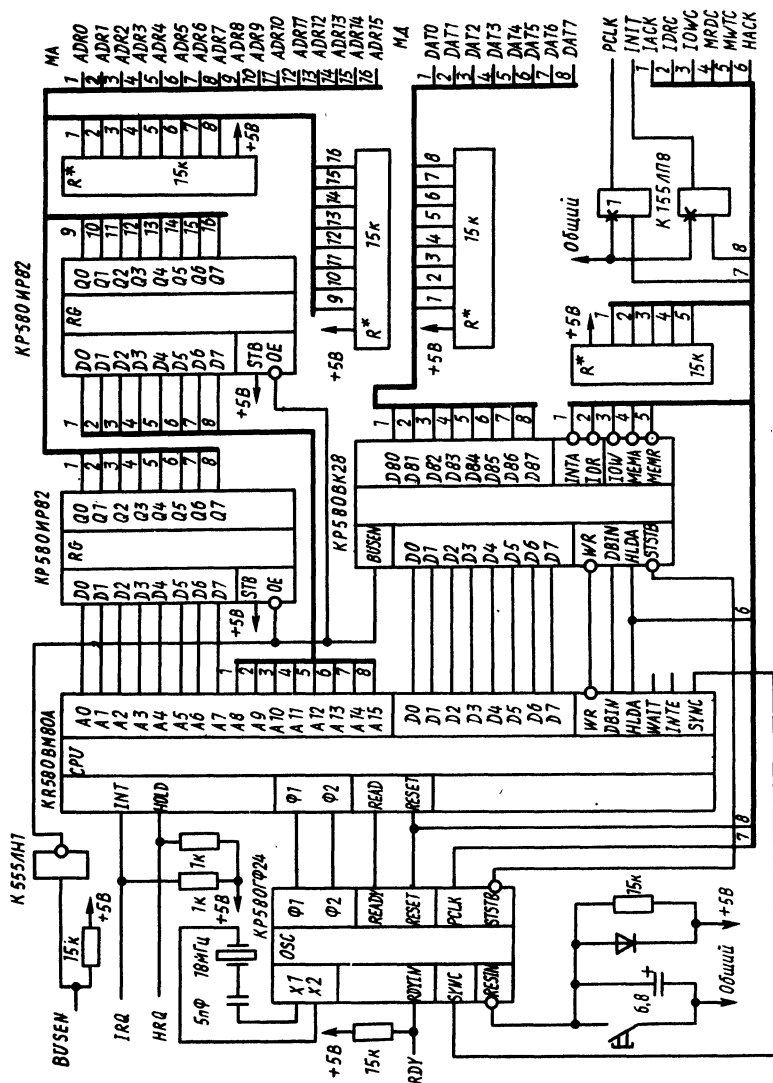


Рис. 56. Схема блока процессора



ки, окажется на входе  $Y$   $SM$ - и на его выходе  $C$  появится импульс.

Условное графическое обозначение рассмотренного сумматора с линией задержки приведено на рис. 55, б. Даже из приведенных примеров нетрудно сделать вывод, что на основе элементной базы в виде отдельных полупроводниковых диодов, транзисторов, резисторов и других элементов невозможно представить приемлемые для практических целей вычислительные устройства из-за большого количества деталей, входящих в сборочные единицы. Например, для восьмиразрядных двоичных чисел дешифратор (см. рис. 53) должен иметь 2048 диодов.

Для построения современных вычислительных устройств с достаточным быстродействием, значительной информационной емкостью запоминающих устройств и небольшой потребляемой мощностью используется элементная база в виде ИМС, в том числе больших интегральных схем (БИС), являющихся основной элементной базой для построения как вычислительных машин общего назначения, так и специализированных систем управления.

Общее представление о применении такой элементной базы можно составить на примере использования конкретных БИС серии КР580 в блоке процессора ЭВМ, схема которого показана на рис. 56. Блок процессора составляет в основном большие интегральные схемы: микропроцессор (МП) БИС КР580ВМ80А, тактовый генератор БИС КР580ГФ24, регистры БИС КР580ИР82 и системный контроллер БИС КР580ВК28. Этот блок формирует большинство сигналов магистралей ЭВМ: *DATO* — двунаправленной линии данных, *ADRO* — линии адреса, *IORC* — строб чтения из *УВВ*, *IOWC* — строб записи в *УВВ*, *MRDC* — строб чтения из памяти, *MWTC* — строб записи в память, *IRQ* — запрос прерывания процессора, *IACK* — подтверждение прерывания процессора, *HRQ* — запрос захвата магистрали, *HACK* — подтверждение захвата магистрали, *INIT* — начальная установка, *PCLK* — тактовая частота, *RDY* — готовность, *BUSEN* — разрешение работы магистралей процессора. Входящие в блок процессора БИС служат для обеспечения его работы и сопряжения с магистралью.

Процессы преобразования информации в МП БИС и ее обмена с внешними устройствами должны быть согласованы во времени и синхронизированы импульсами тактового генератора (в блоке процессора он представлен БИС КР580ГФ24). Стабилизация частоты генерируемых импульсов достигается подключением к его входу кварцевого резонатора. Основной задачей, решаемой тактовым генератором, является формирование синхроимпульсов на входе МП БИС и других устройств, а также импульса начальной установки ЭВМ. Таким образом, тактовый генератор задает необходимые временные интервалы для обмена информацией с различными устройствами ЭВМ. Обмен информацией осуществляется с использованием трех магистралей блока процессора (адреса *МА*, данных *МД* и управления *МУ*).

Рассматривая схему блока процессора, видно, что в ней соблюдены общие правила выполнения принципиальных схем. Показаны

все электрические элементы устройства для осуществления заданных процессов и электрические связи между ними. Все элементы изображены в виде условных графических обозначений, а также даны буквенно-цифровые обозначения функции элементов и их типов, меток выводов. Для упрощения схемы электрически несвязанные линии слиты в линии групповой связи, а при подходе к выводам элементов каждая линия изображается отдельно и имеет условный номер. Несложно проследить электрические связи между элементами. Понятны общие обозначения распространенных элементов: резисторов, конденсаторов, диода, кнопочного выключателя, пьезоэлектрического элемента и логических элементов ИЛИ. Однако значительно сложнее разобраться, как формируются, обрабатываются и передаются сигналы в тактовом генераторе, регистрах, системном контроллере и тем более в микропроцессоре, без чего невозможно понять работу блока.

Поэтому кроме общих сведений об информатике и вычислительной технике необходимо знать назначение выводов этих элементов, временные диаграммы работы блока процессора и назначение управляющих сигналов.

При чтении схем следует помнить, что некоторые буквенные обозначения используются для отображения различных понятий: буквы *T* — трансформатор, транзистор, триггер; *B* — преобразователь неэлектрических величин в электрические или, наоборот, шина, база; *C* — конденсатор, строб; *F* — разрядник, предохранитель, формирователь; *M* — двигатель, память; *P* — измерительный прибор, процессор; *R* — резистор, установка в состояние «логический 0»; *S* — коммутационное устройство, установка в состояние «логическая 1»; *E* — разрешение, эмиттер; *D* — микросборка, диод, данные. Создается впечатление, что это может привести к неоднозначности чтения схем. Однако это не так.

Если буквенное обозначение является *позиционным*, его смысл однозначен и характеризуется не только местом расположения (не внутри графического обозначения, а рядом), но и самим графическим обозначением, к которому относится позиционное обозначение. В этом случае буквы *T, B, C, F, M, P, R, D* обозначают соответственно трансформатор, преобразователь неэлектрических величин в электрические, конденсатор, разрядник или предохранитель (смотря по условному графическому обозначению), двигатель, измерительный прибор, резистор, микросборку.

В *схемах вычислительной техники* такие совпадения имеются только в парах меток, одна из которых не несет логической информации и, следовательно, применяется только совместно с указателем нелогического вывода «\*». Например, *R* — установка состояния «логический 0», но *\*R* — вывод для подключения резистора; *TP* — захват, но *\*TP* — набор трансформаторов; *D* — данные, но *\*D* — набор диодов и т. п.

В заключение необходимо отметить некоторые особенности выполнения расчетных схем (при расчете токов короткого замыкания, распределения тока и напряжения в электрических сетях) и прин-

ципиальных схем, входящих в рабочие чертежи силового электрооборудования.

Например, при расчетах токов короткого замыкания составляют схемы замещения, в которых электрические линии, генераторы, трансформаторы, реакторы и другие элементы электроустановок представляют их параметрами (активными, реактивными, индуктивными, емкостными, полными сопротивлениями), изображаемыми на схеме графически в виде резистора, проставляют над ним (если это требуется) буквенные обозначения  $R$ ,  $X$ ,  $X_L$ ,  $X_C$  или  $Z$ .

При составлении принципиальных схем силовой питающей сети и распределительной руководствуются следующими правилами:

принципиальную схему выполняют в однолинейном изображении, при этом нулевой проводник не изображают отдельной линией; в трехфазных и четырехпроводных сетях изображение в обозначение фаз указывают только для одно- и двухфазных линий;

условные графические обозначения электроприемников, пусковых и защитных аппаратов, как правило, не изображают, а указывают над линией их буквенно-цифровые обозначения, типы и технические данные. Электроприемники, подключаемые непосредственно к питающей магистрали, показывают на принципиальных схемах питающей сети.

## 2 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что показывают на принципиальных схемах электроустановок?
2. Как выполняют принципиальные схемы разнесенным и совмещенным способами?
3. Как рекомендуется располагать элементы каждой цепи и сами цепи при выполнении принципиальных схем?
4. Где располагают позиционные обозначения и обозначения участков цепей на принципиальных схемах?
5. Как распределяется электроэнергия электропроводкой в квартире?
6. Каковы особенности схем вычислительной техники?
7. Как работают четырехразрядный двоичный счетчик и дешифратор?
8. Что составляет элементную базу современных изделий вычислительной техники?

## 15. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМ СОЕДИНЕНИЙ И ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Схема соединений отображает все электрические соединения в изделии, а схема подключения показывает, как это изделие должно быть подключено.

На схеме соединений должны быть изображены все устройства и элементы, входящие в состав изделия, его входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы и т. п.), а также соединения между этими устройствами и элементами. Кроме того, могут быть отображены и вводные элементы (проходные изоляторы, термовводы, сальники и др.), через которые проходят провода (группы проводов, жгуты, кабели, электрические шнуры).

Устройства изображают в виде прямоугольников или упрощенных внешних очертаний, где должны быть отражены их выводы (контакты) для подключения подводимых проводников. Отдельные элементы, в том числе входные и выходные, а также вводные изображают в виде условных графических обозначений ЕСКД. Внутри изображений устройств можно помещать их структурные, функциональные или принципиальные схемы.

Расположение графических обозначений устройств и элементов на схеме соединений должно примерно соответствовать действительному их размещению в изделии. Около устройств и элементов указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме. Около или внутри графического обозначения устройства допускается указывать его наименование и тип.

При изображении на схеме соединителей допускается применять условные графические обозначения, не показывая отдельных контактов, но около изображения соединителя, на поле схемы или на последующих ее листах, в этом случае помещают таблицы с указанием подключения проводов.

● На рис. 57 приведены примеры изображения устройств и элементов на схемах соединений. Изображения устройств: токового реле *KA*, электрического счетчика *PI* и переключателя *SA* (рис. 57, *а — е*) выполнены в виде прямоугольников, причем на рис. 57, *б, г и е* — с принципиальными схемами внутри. Отдельные элементы: резистор *R*, конденсатор *C*, сигнальная лампа *HL*, колодка зажимов *XI*, соединитель *X2* представлены в виде условных графических обозначений ЕСКД (рис. 57, *ж — м*), причем на рис. 57, *л* в изображении соединителя *X2* показаны отдельные контакты, а на рис. 57, *м* — не показаны, но приведена таблица с указанием подключения проводов. Обозначения вводных элементов:

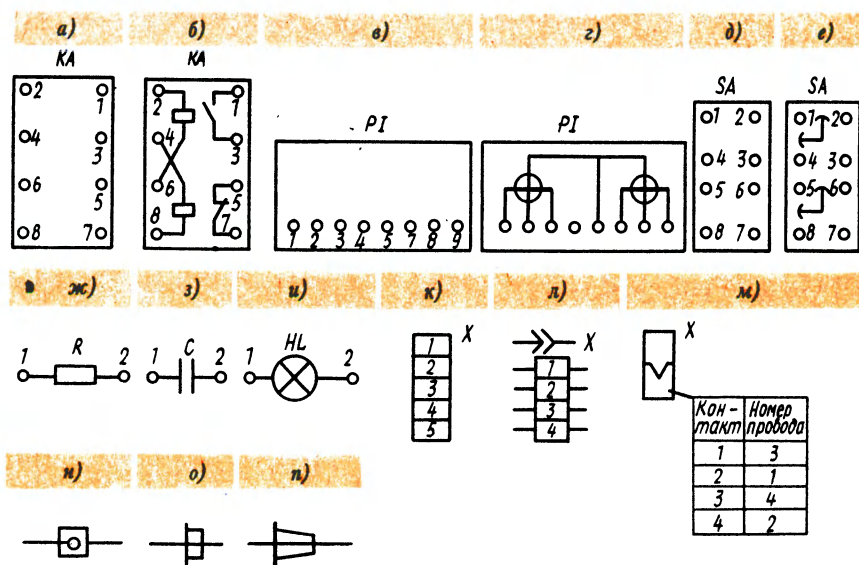


Рис. 57. Условные графические обозначения (а—н), используемые в схемах соединений

проходного изолятора, термоввода и сальника показаны на рис. 57, н — п.

Провода, группы проводов, жгуты и кабели должны быть показаны на схеме отдельными линиями. Для упрощения начертания схемы допускается сливать отдельные провода или кабели, идущие на схеме в одном направлении, в общую линию. При подходе к контактам каждый провод и жилу кабеля изображают отдельно. Одножильные провода, жгуты и кабели должны быть обозначены порядковыми номерами в пределах изделия. При этом провода, входящие в жгут, нумеруются в пределах жгута, а жилы кабеля — в пределах кабеля.

На схеме должны быть указаны: для проводов — марка, сечение и при необходимости расцветка; для кабелей — марка, количество и сечение жил, при необходимости количество занятых жил.

На схеме подключения должны быть изображены изделие, его входные и выходные элементы (соединители, зажимы и т. п.) и подводимые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа, около которых помещают данные о подключении изделия (характеристика внешних цепей и (или) адреса). Изделие на схеме подключения изображают в виде прямоугольника, а его входные и выходные элементы — в виде условных графических обозначений ЕСКД. Допускается изображать изделие в виде упрощенного внешнего очертания. В этом случае входные и выходные элементы изображают также в виде упрощенных очертаний.

Провода и кабели должны быть показаны на схеме отдельными линиями.

При необходимости на схеме указывают марки, сечение, расцветку проводов, а также марки кабелей, количество, сечение и занятость жил.

При наличии самостоятельной схемы подключения устройства на его схеме соединений можно не показывать присоединения проводов и жил кабелей к входным и выходным элементам.

Как уже отмечалось, на принципиальной схеме электроустановки или ее составной части отображают все элементы и электрические связи, необходимые для осуществления и контроля заданных процессов. При этом эти элементы, как правило, могут находиться в различных изделиях (оформленных самостоятельными конструкциями), для каждого из которых имеется своя схема соединений и подключения.

На листе, где изображена принципиальная схема, обычно указываются относящиеся к ней другие типы схем, что следует учитывать при подборе схем для ознакомления с конкретной электроустановкой или ее частью.

Так, элементы, показанные на принципиальной схеме дистанционного управления высоковольтным выключателем (см. рис. 32), конструктивно размещены в трех изделиях (устройствах): на панели управления (переключатель *SA*, автоматы *SF1* и *SF2*, сигнальные лампы *HLG*, *HLR* и *HLW*, реле *KCC* и *KCT*, резисторы *R1*, *R2* и *R6*); на панели релейной защиты (реле *KQQ*, *KQT*, *KQH* и резисторы *R3* и *R4*); в приводе выключателя (электромагниты *YAC* и *YAT*, вспомогательные контакты *Q:1 — Q:5*, *YAT:1* и *YAT:2*, магнитный контактор *KM* и автомат *SF3*), схемы соединений которых рассмотрены в § 16.

## § 16. СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ

Схемы соединений выполняют различными способами, однако во всех случаях на них должны быть обозначены все контактные элементы, через которые осуществляются электрические соединения (выводы аппаратов и приборов, шины, зажимы) и отходящие от них проводники. На простых схемах полностью показывают все проводники, которыми соединяются аппараты, приборы и другие элементы, часто отображая примерное их расположение.

Чтение простых схем соединений не вызывает больших трудностей. Широкое внедрение автоматизации в электроэнергетику и другие отрасли народного хозяйства привело к созданию довольно сложных электрических устройств и электроустановок, отображаемых сложными схемами с большим количеством электрических цепей и входящих в них элементов. Для уплотнения монтажа используют жгуты, состоящие из большого количества проводов, а также свободную прокладку проводов в лотках. На схемах соединений жгуты проводов и группы проводов в лотках показывают одной линией. В непосредственной близости от контактных элементов каждый провод показывают отдельной линией.

На схемах соединений сложных комплектных электрических

устройств с десятками аппаратов и приборов, относящихся в ряде случаев не к одному, а к нескольким объектам, обязательно показывают перемычки (проводники, соединяющие выводы одного и того же аппарата или прибора и зажимы одного ряда). Проводники, соединяющие аппараты и приборы между собой и с рядами зажимов, не показывают, но приводят у каждого вывода и зажима адреса вторых концов отходящих проводов.

Для упрощения выполнения и чтения схем соединений рядом с обозначением каждого аппарата или прибора проставляют его порядковый номер (в числителе) и позиционное обозначение (в знаменателе). Номера аппаратам и приборам присваивают в определенном порядке независимо от их вида и цифровой части позиционного обозначения, исходя только из места расположения (например, слева направо, переходя от верхнего ряда вниз, если смотреть со стороны монтажа).

Так, если на панели находится двадцать приборов по четыре в каждом ряду, то левому прибору верхнего ряда присваивают первый номер, следующим в том же ряду — второй, третий и четвертый, а левому прибору во втором ряду — пятый и т. д. Таким образом, правому прибору в нижнем (пятом) ряду будет присвоен двадцатый номер.

Допустим, что порядковые номера ваттметра  $PW2$  и сигнальной лампы  $HL3$  — соответственно третий и седьмой. Тогда рядом с их обозначениями на схеме и на самих приборах должны иметься соответственно надписи  $\frac{03}{PW2}$  и  $\frac{07}{HL2}$ .

В том случае, если в одном электрическом устройстве (например, панели управления) размещено оборудование, относящееся к нескольким объектам (линиям, трансформаторам, электродвигателям и др.), перед порядковым номером каждого аппарата или прибора в числителе проставляют порядковый номер, присвоенный данному объекту. Следует иметь в виду, что порядковые номера аппаратам и приборам присваиваются в пределах каждого объекта, начиная с первого.

Так, рядом с ваттметрами  $PW2$ , имеющими третий порядковый номер, но относящимися ко второму и третьему объектам, должны быть соответственно проставлены обозначения  $\frac{0203}{PW2}$  и  $\frac{0303}{PW2}$ .

Проводники, соединяющие аппараты и приборы данного устройства, маркируют, т. е. на одном конце каждого из них наносят адресное обозначение, указывающее, куда подключен второй конец. Маркировка проводов, отходящих от выводных зажимов и выводов аппаратов или приборов, неодинакова. Конец провода, подключенного к зажиму, в общем случае имеет два обозначения: первое — порядковый номер объекта, к которому относится данный ряд выходных зажимов, и номер зажима; второе — адрес второго конца провода, т. е. позиционное обозначение аппарата или прибора и номер его вывода, к которому подключен этот конец.

Первое обозначение позволяет исключить ошибки при подклю-



чении проводов к зажимам при монтаже и эксплуатации, поскольку на каждом проводнике видно, от какого зажима какого ряда он был отключен. Кроме того, упрощается второе обозначение, так как в нем нет необходимости указывать номер объекта (он указан в первом обозначении).

Так, проводник, идущий от пятого вывода wattметра *PW2* второго объекта, на одном конце, подключенном к третьему зажиму ряда зажимов второго объекта, должен иметь маркировку *02×3 PW2-3*. Первое обозначение указывает номер ряда зажимов (*02*) и номер зажима (*3*) в этом ряду, а второе — адрес другого конца провода (wattметр *PW2*, вывод *3*); то, что wattметр *PW2* относится ко второму объекту, видно из первого обозначения. Второй конец этого проводника должен иметь маркировку *02×3*, указывающую, что он идет к зажиму *3* второго (*02*) объекта.

При маркировке проводов, соединяющих аппараты и приборы между собой, указывают номер объекта, порядковый номер аппарата или прибора и номер вывода. Так, проводник, идущий от второго вывода wattметра, имеющего седьмой порядковый номер и относящегося ко второму объекту, подключенный к первому выводу амперметра того же объекта с третьим порядковым номером, будет

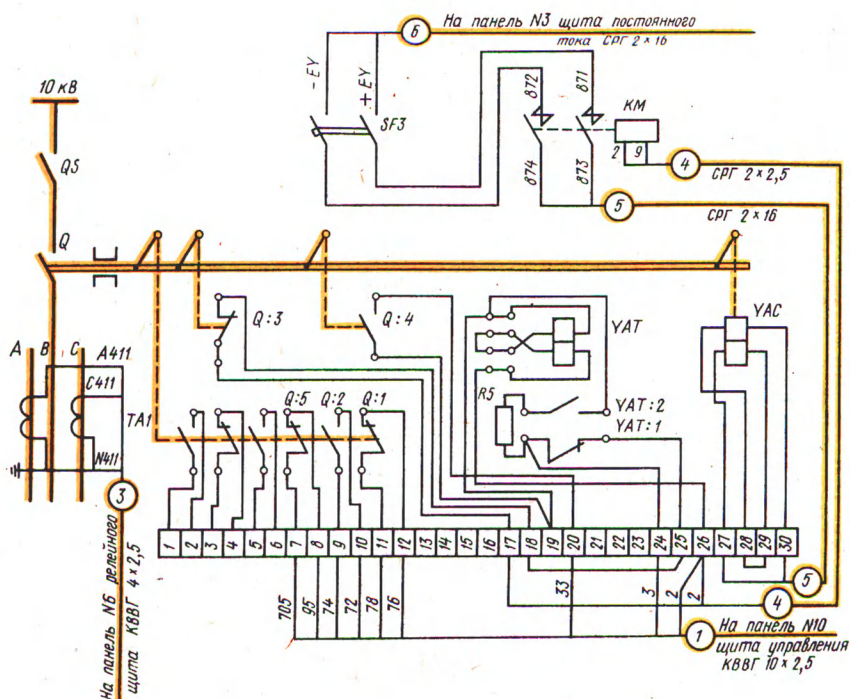


Рис. 58. Схема соединений ячейки выключателя распределительного устройства 10 кВ

иметь маркировку 0203 — 1 на одном конце и 0207 — 2 на другом.

Рассмотрим схемы соединений устройства дистанционного управления высоковольтным выключателем, принципиальная схема которого была приведена на рис. 32. Одновременно на этих схемах соединений покажем отходящие от зажимов соответствующих устройств кабели.

Схема соединений ячейки выключателя распределительного устройства на 10 кВ приведена на рис. 58.

На этой схеме показаны измерительные трансформаторы тока *TA1*, включенные в фазы *A* и *C*, привод выключателя *Q* с включающим *YAC* и отключающим *YAT* электромагнитами и вспомогательными контактами, кинематически связанными с выходным валом привода (*Q:1 — Q:5*) и с отключающим электромагнитом (*YAT:1* и *YAT:2*), автомат *SF3*, магнитный контактор *KM* и ряд зажимов, к которым подключены кабель № 1 от панели № 10 щита управления и кабельные перемычки № 4 и № 5 соответственно от катушки и контактов магнитного контактора *KM*. Кабели № 3 от панели № 6 релейного щита и № 6 от панели № 3 щита постоянного тока соответственно подключены к выводам трансформаторов тока *TA1* и автомата *SF3*.

На схеме даны позиционные обозначения и обозначения электрических цепей. Все проводники, соединяющие элементы привода выключателя *Q* между собой и с зажимами ряда зажимов, изображены полностью и легко прослеживаются, поэтому обозначение цепей на схеме показано только на жилах кабелей № 1, № 3 и № 6 и кабельных перемычек № 4, № 5.

На рассматриваемой схеме обозначения *A411*, *C411* и *N411* — это маркировка жил кабеля № 3, отходящих от трансформатора тока *TA1*; 705, 95, 74, 72, 78, 76, 33, 3 и 2 — маркировка жил кабеля № 1, отходящих от ряда зажимов привода выключателя; 9, 2 и 873, 874 — маркировка жил кабельных перемычек № 4, № 5; +*EY* и —*EY* — маркировка жил кабеля № 6, отходящих от автомата *SF3*.

На кабелях и кабельных перемычках имеется также маркировка, указывающая их номер, марку кабеля, назначение или условное обозначение устройства, к которому подключен его второй конец. В данной схеме кабель № 1 марки КВВГ (контрольный, с пластмассовой оболочкой, и изоляцией жил, без наружных покровов) имеет 10 жил сечением 2,5 мм<sup>2</sup>; кабель № 3 — такой же, но с числом жил 4; кабель № 6 марки СРГ (в свинцовой оболочке, с резиновой изоляцией жил, без наружных покровов) имеет две жилы сечением 16 мм<sup>2</sup>; кабельные перемычки № 4, № 5 также выполнены из кабеля СРГ, но первая имеет сечение 2,5 мм<sup>2</sup>, а вторая — 16 мм<sup>2</sup>.

На схеме не даны обозначения в маркировке жил, указывающие, к каким зажимам они подключены, поскольку ошибка при подключении жил кабелей к ряду зажимов маловероятна.

В рассматриваемой схеме, как и в других, приводимых в книге, используется основная маркировка, соответствующая приведенным

выше рекомендациям стандартов ЕСКД. Однако в схемах некоторых электрических устройств применяют маркировку, используемую заводами-изготовителями (заводскую маркировку). Проектные организации наравне с основной могут в выпускаемых чертежах приводить также заводскую маркировку, заключая ее в скобки. Кроме того, на схемах соединений могут указываться типы используемых аппаратов и приборов.

Обязательным условием является идентичность маркировки на всех схемах (принципиальной, соединений и подключения) данного электрического устройства.

Схемы соединений панели № 10 щита управления и панели № 6 релейного щита приведены на рис. 59 и 60. На каждой из этих панелей размещено оборудование, относящееся к нескольким объектам, но приведенные схемы соединений относятся только к линии *W1* на 10 кВ — второй монтажной единице (02). Обе схемы выполнены с учетом требований, предъявляемых к сложным комплектным устройствам: провода внутри панелей не показаны, применена адресная маркировка и др.

Схема соединений панели № 10 щита управления приведена на рис. 59.

На этой схеме показаны резисторы *R1*, *R2* и *R6* амперметра *PA*, автоматы *SF2* и *SF1*, сигнальные лампы *HLR*, *HLG* и *HLW* с красной, зеленой и белой линзами, переключатель *SA*, промежуточные реле *KCC* команды включения и *KCT* команды отключения.

Поскольку аппараты и приборы утопленного типа устанавливаются на задней стороне панели, на схеме выводы заключены в рамки, выполненные сплошной линией. Все аппараты и приборы пронумерованы последовательным рядом чисел от 01 до 12 и в их маркировке указаны монтажная единица 02 и порядковый номер (в числителе), а также позиционное обозначение (в знаменателе). Так, амперметр, переключатель и сигнальные лампы соответственно имеют маркировку  $\frac{0204}{PA}$ ,  $\frac{0209}{SA}$ ,  $\frac{0207}{HLR}$ ,  $\frac{0208}{HLG}$  и  $\frac{0212}{HLW}$ . Выводы аппаратов и приборов, а также зажимы ряда зажимов, которые находятся на левой боковине панели, пронумерованы. Над рядом зажимов показаны шинки (оперативного тока и сигнальные).

На схеме полностью показаны перемычки аппаратов: между выводами 1 и 7 переключателя *SA*; между выводом 1 лампы *HLR* и выводом 2 лампы *HLG*; между выводами 1, 7, 9, 12 реле *KCC* и *KCT*; между зажимами 15 и 16, 17 и 18, 19 и 20, 21 и 22, 26 и 27, 28 и 29, 30 и 31, 32 и 33 ряда зажимов. Остальные проводники даются не полностью, а только стрелками показано, что они проложены в коробе левой боковины панели.

Маркировка правой стороны ряда зажимов указывает адреса проводов, отходящих к оборудованию, установленному на панели. Кроме того, имеются обозначения, указывающие, к каким зажимам подключены проводники. В частности, у первого зажима имеется маркировка провода  $0,2 \times 1 R1 - 1$ . Первое обозначение указывает, что проводник подключен к зажиму 1 ряда зажимов, относящегося

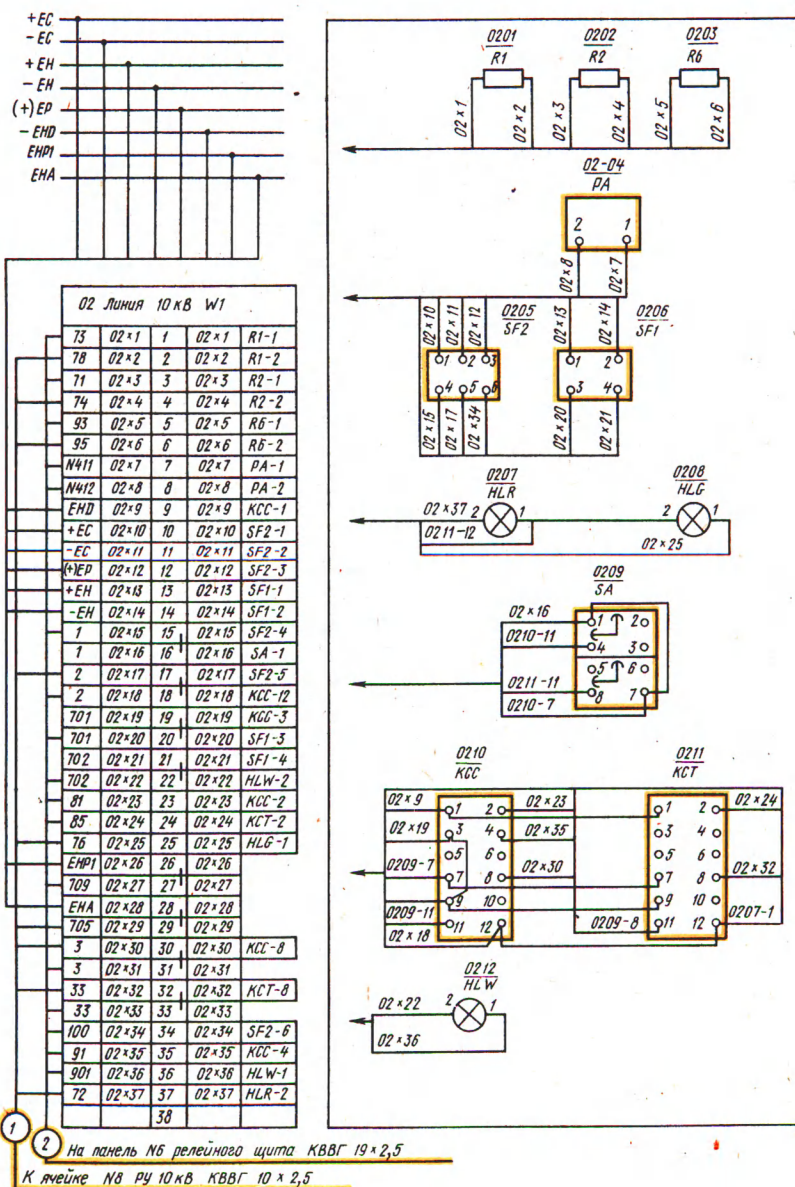


Рис. 59. Схема соединения панели № 10 щита управления

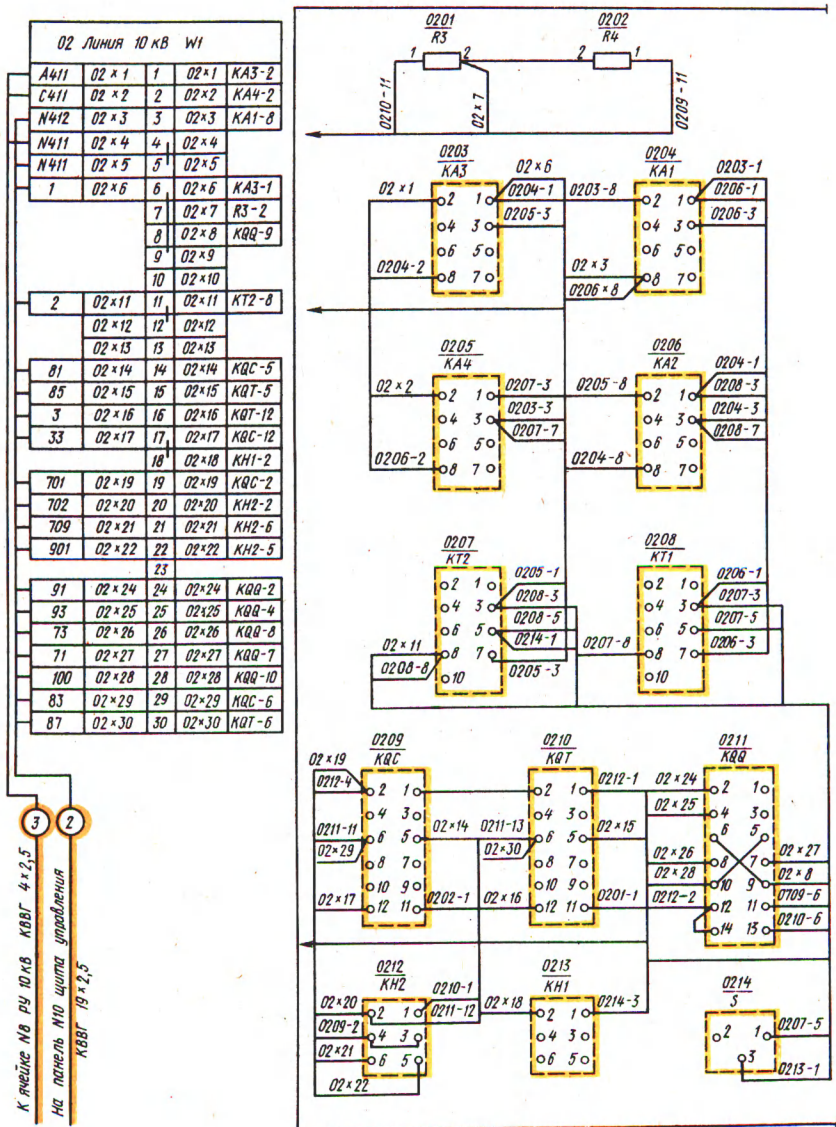


Рис. 60. Схема соединений панели № 6 релейного щита

к монтажной единице 02 (линия W1 на 10 кВ), а второе — что другой конец этого проводника подключен к первому выводу резистора R1.

Маркировка левой стороны ряда зажимов указывает внешнее подключение рассматриваемой панели и, кроме того, к каким зажимам подключены проводники. В частности, у первого зажима слева имеется маркировка 73 02×1, относящаяся к жиле контрольного кабеля № 2, идущего на релейную панель № 6. Первое обозначение является цифровой маркировкой, принятой для обозначения участков цепей сигнальных ламп, а второе — указывает, что жила кабеля подключена к зажиму 1 ряда зажимов, относящегося к монтажной единицы 02.

Рассмотрим, как маркируют проводники, отходящие от оборудования, установленного на панели управления. Все проводники от резисторов R1, R2 и R6 подходят к зажимам от первого до шестого своего ряда, относящегося ко второй монтажной единице. Поэтому проводники, подключенные к выводам 1 и 2 резистора R1, промаркированы 02×1 и 02×2, указывая, что первый идет к первому зажиму, а второй — ко второму зажиму ряда зажимов монтажной единицы 02. Аналогично промаркированы проводники, подключенные к выводам резисторов R2 и R6. Таким образом, маркировка проводников, отходящих от выводов любых аппаратов или приборов в сторону ряда зажимов, содержит номер монтажной единицы (в рассматриваемом случае он всегда 02), знак × и номер зажима, к которому идет проводник.

Если проводник идет от одного аппарата или прибора к другому, то его маркировка содержит номер монтажной единицы, номер аппарата или прибора, к которому идет проводник, и через дефис номер его зажима.

Так, на схеме, показанной на рис. 49, проводник, соединяющий вывод 4 переключателя SA (порядковый номер 9) с выводом 11 реле КСС (порядковый номер 10), имеет на одном конце маркировку 0210-11, а на другом — 0209-4.

Схема соединений панели № 6 релейного щита приведена на рис. 60.

На этой схеме показаны резисторы R3 и R4, реле максимального тока KA1 — KA4, реле времени KT1 и KT2, промежуточные KQQ (двухпозиционные типа РП11), KQT и KQC (типа РП23), указательные KH1 и KH2 и переключатель S. Эти аппараты установлены на лицевой стороне панели, а их выводы пропущены на монтажную (заднюю) сторону.

Поэтому на схеме рамки, в которые заключены выводы аппаратов, выполнены пунктирной линией, указывая, что аппараты с задней стороны панели не видны. Как и в схеме панели № 10 щита управления, все аппараты пронумерованы последовательным рядом чисел от 01 до 14 (по количеству аппаратов). Пронумерованы также все выводы аппаратов и зажимы ряда зажимов, находящегося на левой боковине панели.



## § 17. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Нормальная работа любой электроустановки и правильное взаимодействие входящих в нее устройств возможны лишь при подключении их в соответствии со схемами подключения.

На схемах подключения в общем случае могут быть показаны только вводные и выводные зажимы подключаемых устройств и внешние проводники, подсоединяемые к этим зажимам, а также соответствующая маркировка устройств, зажимов и проводников. Даже в простейших случаях, не имея схемы подключения, можно встретить значительные трудности при подключении электрического устройства.

Рассмотрим подключение люстры с тремя лампами так, чтобы при включении выключателя  $S1$  загорелась только лампа  $EL1$ , при включении выключателя  $S2$  загорались лампы  $EL2$  и  $EL3$ , а при включении обоих выключателей — все три лампы (рис. 61, а).

К зажимам 1, 2 и 3 люстры подходят три провода: общий 1 от всех ламп; 2 от лампы  $EL1$  и 3 от ламп  $EL2$  и  $EL3$ , соединенных параллельно. В потолке, где должна быть подвешена люстра, имеются три проводника:  $A1$  от выключателя  $S1$ ,  $A2$  от выключателя  $S2$  и нулевой  $N$  от электрической сети.

Из шести возможных схем подключения (рис. 61, б—ж) только одна обеспечивает необходимую работу люстры — схема подключения, показанная на рис. 60, е. В этом случае общий 1 для всех ламп провод должен быть соединен с нулевым  $N$  проводом электрической сети, лампа  $EL1$  должна быть соединена с выключателем  $S1$ , а лампы  $EL2$  и  $EL3$  — соединены с выключателем  $S2$ .

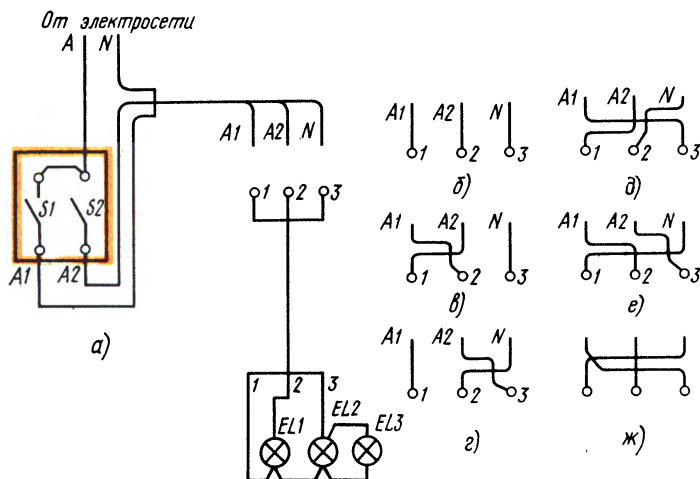


Рис. 61. Схемы трехламповой люстры, управляемой двумя выключателями:

а — до подключения, б—д, ж — неправильного подключения, е — правильного подключения



● При подключении по схеме, показанной на рис. 61, б, общий 1 для всех ламп провод соединен с выключателем *S1*, лампа *EL1* подключена к выключателю *S2*, а лампы *EL2* и *EL3* — к нулевому проводу *N* электросети. Если включить выключатель *S1*, лампы *EL2* и *EL3* загорятся нормальным накалом. Такое же состояние будет при двух включенных выключателях *S1* и *S2*. Если включить только один выключатель *S2*, будут гореть все три лампы, но с неполным накалом, причем накал ламп *EL2* и *EL3* будет меньше, чем лампы *EL1*.

● При подключении по схеме, показанной на рис. 61, в, общий 1 для всех ламп провод будет соединен с выключателем *S2*, лампа *EL1* — подключена к выключателю *S1*, а лампы *EL2* и *EL3* — к нулевому проводу *N* электросети. При включении выключателя *S1* будут гореть неполным накалом все три лампы, а при включении обоих выключателей *S1* и *S2* или только выключателя *S2* загорятся нормальным накалом лампы *EL2* и *EL3*.

● При подключении по схеме, показанной на рис. 61, г, общий 1 для всех ламп провод будет соединен с выключателем *S1*, лампа *EL1* окажется подключенной к нулевому проводу *N* электросети, а лампы *EL2* и *EL3* будут соединены с выключателем *S2*. При включении выключателя *S1* загорится нормальным накалом лампа *EL1*. Такое же состояние будет при двух включенных выключателях *S1* и *S2*. Если включить только один выключатель *S2*, будут гореть все три лампы, но неполным накалом, причем накал ламп *EL2* и *EL3* будет меньше, чем лампы *EL1*.

● При подключении по схеме, показанной на рис. 61, д, общий 1 для всех ламп провод будет соединен с выключателем *S2*, лампа *EL1* соединена с нулевым проводом *N* электросети, а лампы *EL2* и *EL3* — с выключателем *S1*. При включении выключателя *S1* будут гореть все три лампы неполным накалом, а при включении обоих выключателей *S1* и *S2* или только выключателя *S2* лампа *EL1* будет гореть нормальным накалом.

● При подключении по схеме, показанной на рис. 61, ж, общий 1 для всех ламп провод будет соединен с нулевым проводом электросети, лампа *EL1* — с выключателем *S2*, а лампы *EL2* и *EL3* — с выключателем *S1*. При включении выключателя *S1* загорятся нормальным накалом лампы *EL2* и *EL3*, при включении выключателя *S2* загорится нормальным накалом лампа *EL1*, а при включении обоих выключателей *S1* и *S2* будут гореть нормальным накалом все три лампы. По сравнению со схемой подключения, показанной на рис. 61, е, обеспечивающей нормальную работу люстры с заданной последовательностью зажигания ламп, в этом случае последовательность будет иной. Рассмотрим схемы подключения различных электроустановок.

Схема подключения асинхронного электродвигателя, управляемого автоматическим выключателем, показана на рис. 62.

Все внешние соединения — подведение питания от электросети к автомату *QF*, соединение автомата *QF* с электродвигателем *M* и подключение амперметра *PA* — выполнены проводом *АПВ* сечением

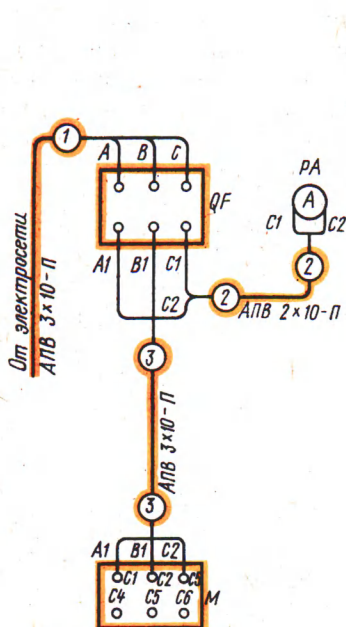


Рис. 62. Схема подключения асинхронного электродвигателя, управляемого автоматическим выключателем

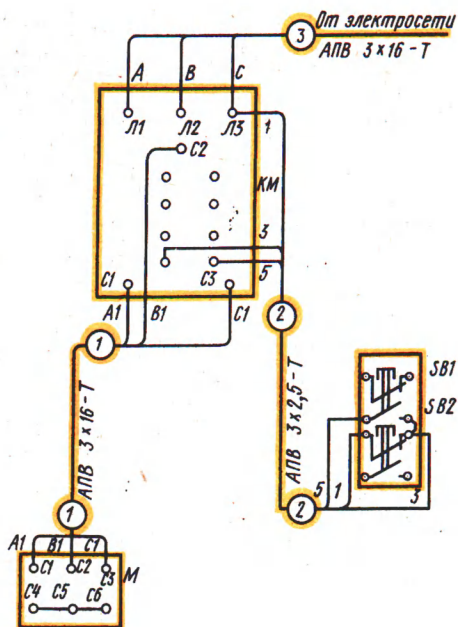


Рис. 63. Схема подключения асинхронного электродвигателя, управляемого магнитным пускателем

10 мм<sup>2</sup>, проложенным в пластмассовых трубах (по три провода в трубах 1 и 3 и два в трубе 2). На схеме даны позиционные обозначения автомата, электродвигателя и амперметра (соответственно QF, М и РА) и обозначения участков электрической цепи: фаз сети A, B и C автомата; A1, B1 и C1 после автомата; C1 и C2 у амперметра; A1, B1 и C2 у электродвигателя.

Схема подключения асинхронного электродвигателя М дистанционно управляемого магнитным пускателем KM с кнопками включения SB1 и отключения SB2 показана на рис. 63.

На этой схеме все внешние соединения выполнены проводом АПВ, проложенным в стальных трубах (по три провода сечением 16 мм<sup>2</sup> в трубах 1 и 3 и три провода сечением 2,5 мм<sup>2</sup> в трубе 2).

Схема подключения асинхронного электродвигателя, управляемого магнитной станцией, показана на рис. 64.

Питание электроустановки осуществляется от электросети кабелем № 3 (ВВГЗ × 16). Электродвигатель связан с магнитной станцией кабелем № 2 (ВВГЗ × 16), а пункт управления — кабелем № 1 (КВВГ 7 × 1,5). Рассматриваемая схема одновременно является схемой соединений, так как на ней даны электрические соединения магнитной станции, имеющей пускатель KM и автомат QF, а также пункта управления, имеющего кнопки SB1 и SB2 и сигнальные лампы HLG и HLR. Поскольку магнитную станцию и пункт

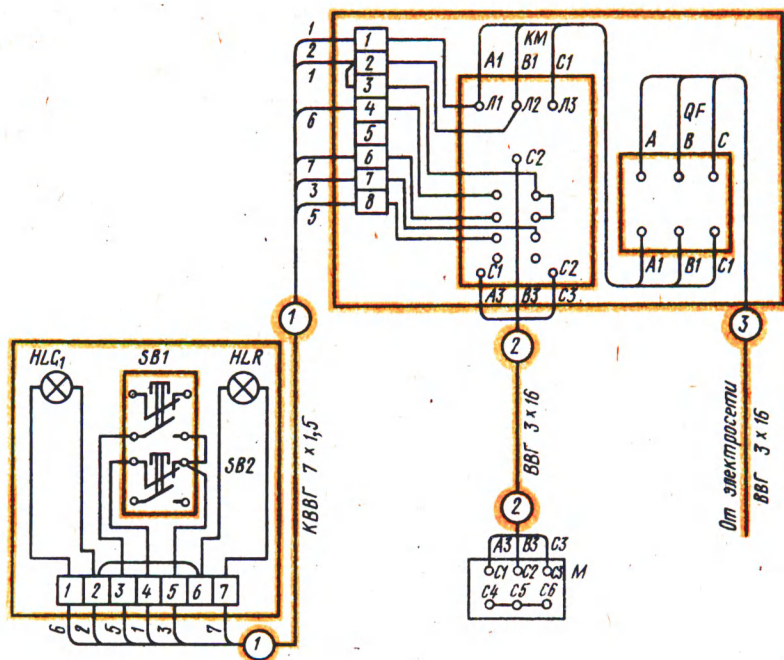


Рис. 64. Схема подключения асинхронного электродвигателя, управляемого магнитной станцией

управления можно полностью изготовить силами монтажной организации, целесообразно выполнять схему именно в таком виде, не разделяя ее на схемы соединений и подключения.

На схемах соединений электрических устройств (см. рис. 58—60) дано их подключение, т. е. эти схемы одновременно являются схемами подключения. Таким образом схемы выполняют, если монтаж электрических устройств и их подключение осуществляют на месте монтажа.

Однако если проектная организация выдает задание заводам на изготовление комплектных устройств (панелей, пультов и шкафов, щитов управления, защиты, автоматики и др.), то при отправке этих устройств завод прикладывает к ним только схемы соединений. В этих случаях проектная организация дополнительно выполняет схемы подключения для рядов зажимов и подсоединяемых к ним проводников. В результате на месте монтажа используют две схемы на каждое электрическое устройство: схему соединений, показывающую все соединения внутри его, и схему подключения, показывающую ряды зажимов с подключенными внешними проводами.

При монтаже и эксплуатации электроустановок обычно используют принципиальную схему, схемы соединений и подключения, а также таблицу с техническими данными всего электрооборудования, если эти данные не приведены в спецификации на схемах. Необ-

ходимость чтения нескольких видов схем одной электроустановки возникает, в частности, при проверке соответствия схем соединений и подключения принципиальной схеме.

Для примера возьмем принципиальную схему дистанционного управления высоковольтным выключателем (см. рис. 32) и схемы соединения (они же подключения) ячейки № 8 линии *W1* распределительного устройства на 10 кВ (см. рис. 58), панели № 10 щита управления (см. рис. 59) и панели № 6 релейного щита (см. рис. 60). Проследим цепи по схемам соединений, проверяя их соответствие принципиальной схеме.

Цепь включающего электромагнита *YAC* (см. рис. 58) начинается от щита постоянного тока (шинка  $+EY$ ) и подходит к одному полюсу (правому) автомата *SF3* и далее — к одному полюсу (правому) контактора *KM*. Этот участок цепи обозначен 871. Затем по кабельной перемычке 5 (жила с маркировкой 873) цепь подходит к зажиму 27 и к обмотке электромагнита *YAC*, секции которой соединены последовательно, а от нее через зажим 30 по кабельной перемычке 5 (жила с маркировкой 874) — к второму полюсу контактора *KM* (левому) и далее — к левому полюсу автомата *SF3*. Этот участок обозначен 872. От автомата *SF3* конечный участок (жила с маркировкой — *EY* кабеля № 6) цепь включающего электромагнита *YAC* идет на щит постоянного тока (шинка  $-EY$ ). При сопоставлении с принципиальной схемой (см. рис. 32) можно увидеть, что эта цепь на схеме соединений (см. рис. 58) показана правильно.

Цепь контактора *KM* начинается от шинки  $+EC$  (см. рис. 59), подходит через зажим 10 к выводу 1 автомата *SF2*, от вывода 4 которого идет к зажиму 15, соединенному перемычкой с зажимом 16, от которого подходит к выводу 1 переключателя *SA*, соединенному перемычкой с выводом 7, и далее — к выводу 7 реле *KCC*. Здесь оканчивается первый участок этой цепи, обозначенный 1. От вывода 8 реле *KCC* участок цепи, обозначенный 3, проходит к зажиму 30, соединенному перемычкой с зажимом 31. От зажима 30 жила с маркировкой 3 кабеля № 1 подходит к зажиму 24 (см. рис. 58) ячейки № 8 распределительного устройства на 10 кВ и далее — к размыкающему контакту *YAT* : 1, соединенному через резистор *R5* с замыкающим контактом *YAT* : 2. От размыкающего контакта *YAT* : 1 начинается участок цепи (с маркировкой 7), проходящей через зажим 25, соединенный перемычкой с зажимом 18, и далее через размыкающий контакт *Q* : 3, зажим 17, кабельную перемычку № 4 (жила с маркировкой 9) — к катушке контактора *KM*, от которой через ту же кабельную перемычку № 4 (жила с маркировкой 2) она идет к зажиму 26, от него кабелем № 1 (жила с маркировкой 2) — на панель № 10 щита управления к зажиму 17 (см. рис. 59), а от него к выводу 5 автомата *SF2* и, наконец, с вывода 2 автомата *SF2* через зажим 11 к шинке  $-EC$ . При сопоставлении с принципиальной схемой (см. рис. 32) можно увидеть, что и эта цепь на схемах соединений (см. рис. 58 и 59) показана правильно.

Если на принципиальную схему нанести зажимы рядов зажимов и выводы аппаратов, а также указать на ней номера кабелей, ею при

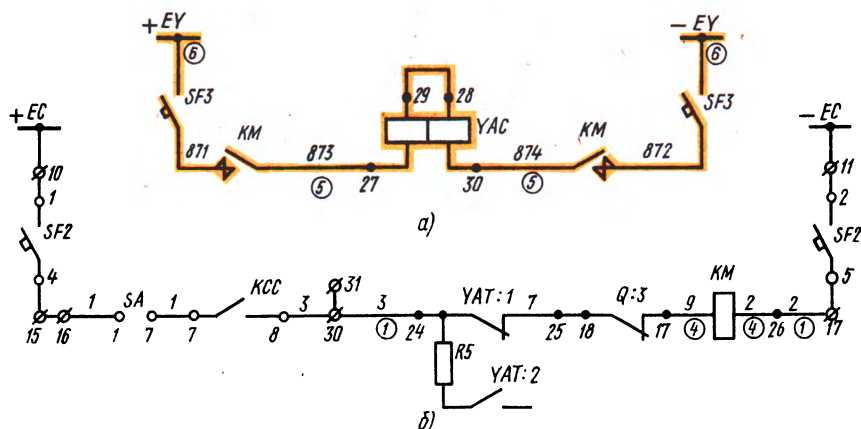


Рис. 65. Принципиально-монтажная схема управления высоковольтным выключателем:

*а* — цепь включающего электромагнита, *б* — цепь отключающего контактора *КМ*

проверке электрических цепей будет удобно пользоваться, не обращаясь к схемам соединений. Такую схему часто называют принципиально-монтажной.

Принципиально-монтажные схемы рассмотренных цепей включающего электромагнита *УАС* и контактора *КМ* показаны на рис. 65, *а*, *б*. Чтобы можно было различить зажимы рядов зажимов, относящихся к разным электрическим устройствам, их обозначают по-разному, например зажимы ячейки № 8 (РУ 10 кВ) — зачерненными точками; зажимы панели № 10 щита управления — незачерненными точками с диаметральной черточкой; зажимы панели № 6 релейного щита — крестиком (на рис. 65 не показано). Выводы аппаратов обозначают незачерненными точками, а номера кабелей — цифрами в кружочках.

## ? КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение схем соединений и что на них показывают?
2. Какие обозначения приводят у каждого аппарата на схемах панелей щитов управления?
3. Какие обозначения проставляют на схемах у проводов и жил контрольных кабелей, подключаемых к рядам зажимов?
4. Что означает проставленное у аппарата обозначение  $\frac{0212}{KH2}$ ?
5. Что означает маркировка 0206—2 и 02X2 проводов, отходящих от аппарата, и маркировка 02X16SA—1 от ряда зажимов?
6. Каково назначение схем подключения и что на них показывают?
7. Когда целесообразно совмещать схемы соединений и подключения?
8. Что представляет собой принципиально-монтажная схема и в каких случаях ее удобно использовать?

Как уже отмечалось, принципиальные схемы, схемы соединений и подключения выполняются не в масштабе и не отражают места нахождения электрооборудования, их взаимного расположения, а также мест прохождения проводов, кабелей и токопроводов.

Так, простейшая схема подключения осветительной электроустановки, состоящей из трехламповой люстры и двух выключателей (см. рис. 61), позволяет правильно подключать выводы 1, 2 и 3 люстры к проводам А1, А2 и N электропроводки, но не указывает, где расположены выключатели и люстра и как проложена электропроводка. Поэтому необходимы планы расположения электрооборудования и прокладки электрических сетей (далее планы расположения).

Для нанесения на планах электрооборудования, электропроводок, электрических и кабельных линий и их элементов используют условные графические обозначения, отличные от обозначений для принципиальных схем.

● При нанесении электропроводок и электрооборудования на планы расположения используют условные графические обозначения, приведенные на рис. 66, а—я и 67, а—я. Общее изображение линии проводки дано на рис. 66, а. Допускается над изображением линии указывать род тока, напряжение, материал, способ прокладки (например, «в штрабе»), отметку проводки и др. Количество проводов в линии можно указывать засечками. Обозначения линий с указанием их назначения приведены на рис. 66, б—е: сети аварийного эвакуационного и охранного освещения (рис. 66, б), напряжением 42 В и ниже (рис. 66, в), заземления и зануления (рис. 66, г) и с заземлителями (рис. 66, д) или с использованием металлических конструкций (рис. 66, е). Если необходимо указать способ прокладки линий, используют следующие обозначения: открытая прокладка одиночного проводника (рис. 66, ж), нескольких проводников (рис. 66, з) и одиночного проводника под перекрытием (рис. 66, и), прокладка на тросе и его концевое крепление (рис. 66, к), прокладка в лотке (рис. 66, л), в коробе (рис. 66, м) и под плинтусом (рис. 66, н). При проводках в трубах используют следующие обозначения: общее (рис. 66, п), прокладываемой открыто (рис. 66, р), под перекрытием с указанием отметки заложения (рис. 66, с), скрыто (в бетоне, грунте и т. п. с указанием отметки заложения — рис. 66, т), гибкой проводки (в металлорукаве, гибком вводе — рис. 66, у). Специальные обозначения используют для проводки в трубе, прокладываемой от отметки трассы вверх (рис. 66, ф), вниз (рис. 66, х), конца проводки в трубе (рис. 66, ц) и в кабеле (рис. 66, о).

При изображении прокладок шин и шинопроводов применяют следующие обозначения: общее (рис. 66, ч), проложенных на изоля-



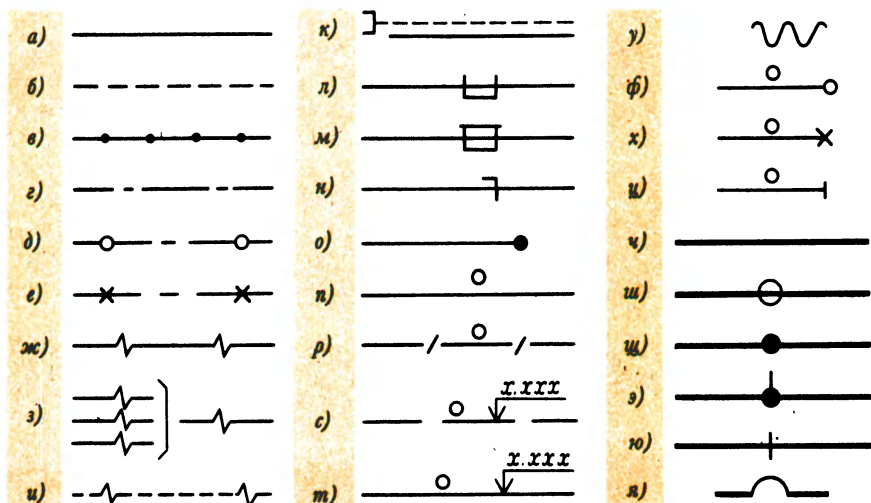


Рис. 66. Условные графические обозначения (а—я) проводов на планах расположения

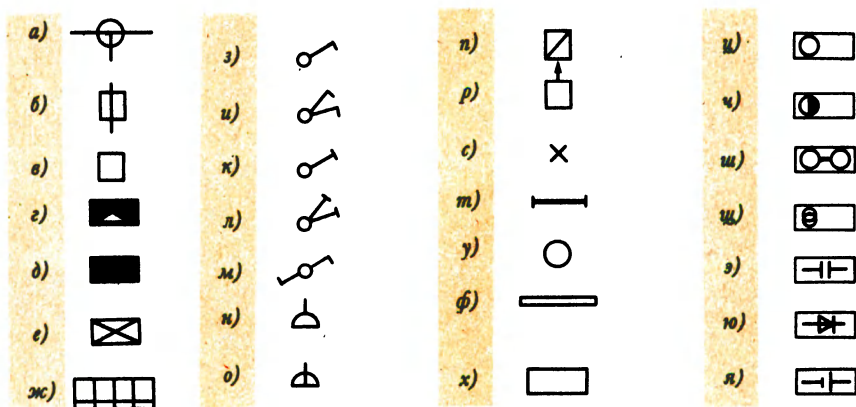


Рис. 67. Условные графические обозначения (а—я) оборудования на планах расположения

торах (рис. 66, ш) и на стойках (рис. 66, щ), на подвесах (рис. 66, э) и на кронштейнах (рис. 66, ю). Обозначение шинного компенсатора приведено на рис. 66, я.

Обозначения ответвительной, вводной, протяжной коробок и коробок с зажимами приведены на рис. 67, а — з, а групповых щитков рабочего и аварийного освещения, щита одностороннего обслуживания — на рис. 67, д — ж.

Обозначения выключателей однополюсного и однополюсного сдвоенного для открытой и скрытой установки однополюсного переключателя на два направления, двухполюсных штепсельных розеток для открытой и скрытой установки даны на рис. 67, з — о.



Для изображения магнитного пускателя и автоматического выключателя пользуются обозначениями, приведенными на рис. 67, *п, р*, а светильников с лампами накаливания и люминесцентными — на рис. 67, *с, т* или для совместного изображения на плане оборудования и электрических сетей — на рис. 67, *у, ф*.

Обозначения электротехнических устройств: общее; с электродвигателем; с многодвигательным электроприводом; двигатель-генератора; комплектного трансформаторного устройства с одним трансформатором; конденсаторной комплектной установки; комплектной преобразовательной установки и аккумуляторной батареи приведены на рис. 67, *х—я*.

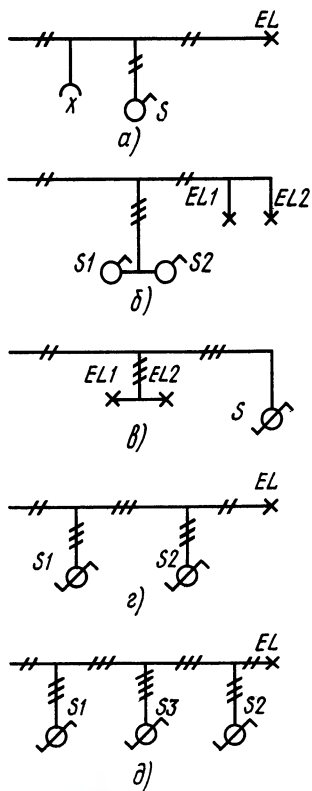
Рассмотрим, как выглядят планы расположения с использованием приведенных условных графических обозначений на конкретных примерах.

● Элементы электропроводок несложных осветительных установок, соответствующих принципиальным схемам, приведенным на рис. 39, *а — д* в том виде, как они будут выглядеть на плане расположения, показаны на рис. 68. Наклонными черточками (засечками) на отдельных участках проводки указано число проводников. Аналогично, но с указанием размеров, выполняют эскизы проводок, предварительно заготавливаемых в мастерских электромонтажных организаций. План расположения в одном из этажей жилого дома показан на рис. 69.

Входы прямо с лестничной площадки 8 ведут в двух- и однокомнатную квартиры, а по бокам — в трехкомнатные. В каждой квартире имеются прихожая 7, кухня 5, санузел 6 и комнаты 1, 3 и 4 (в трехкомнатных), 3 и 4 (в двухкомнатной) и 4 (в однокомнатной), а также встроенные шкафы 2. Электропитание каждой квартиры осуществляется от группового щитка на две группы, установленного в прихожей. Рассмотрим, как выполнена проводка в одной из трехкомнатных квартир (на рис. 69 — верхняя слева). От одной группы питаются лампы в прихожей, кухне и санузле, управляемые каждая своим выключателем (для кухни и санузла установлен двойной выключатель), люстра в комнате 4, управляемая люстровым переключателем, и штепсельные розетки (по одной в прихожей и кухне и две в комнате 4). От другой группы питаются лампы в комнатах 1 и 3, управляемые каждая своим выключателем, и штепсельные розетки (одна в комнате 4 и по две в комнатах 1 и 3).

План расположения в части здания промышленного предприятия, на котором показаны электрическая сеть и электрооборудование, приведен на рис. 70.

Питание осуществляется от электроподстанции 11 кабелем, проложенным до колодца 9 в канале 10, а затем до щита 7 — в траншее 8. В одном помещении установлены двигатель-генератор 1, трансформатор 2 и выпрямитель 3, питающиеся по линии 5, идущей от первой панели щита. В другом помещении установлены устройства 14—17 с электродвигателями и трансформатор 18, питающиеся по линии 12, идущей от шестой панели щита; устройство 26 с многодвигательным проводом; устройства 23 и 21, назначение которых указано в специ-



фикации под номерами 10 и 11 (спецификация на плане не дана); шинопровод 20 на стойках.

Питание устройств 26, 23, 21 и шинопровода 20 осуществляется соответственно по линиям 27, 24, 22 и 25, от второй — пятой панелей щита, проложенных скрыто на глубине 0,5 м в группе из четырех труб 13. От трансформатора 18 идет линия 19 малого напряжения. С наружной стороны здания проходит контур с заземлителями 6, а внутри — сеть защитного заземления (зануления) 4.

На планах расположения наносят: строительные конструкции и технологическое оборудование в виде упрощенных контурных очертаний сплошными тонкими

Рис. 68. Элементы электропроводок, наносимых на планы расположения:

а — с лампой, выключателем и штепсельной розеткой, б — с двумя лампами, каждая из которых управляется своим выключателем, в — с двумя лампами, управляемыми люстровым переключателем, г, д — с лампой, управляемой из двух и из трех мест соответственно двумя и тремя переключателями

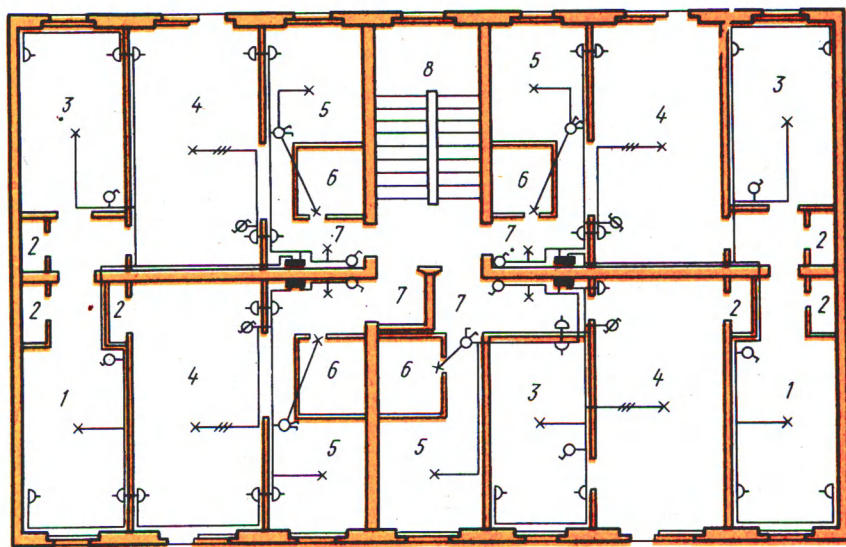


Рис. 69. План расположения в одном из этажей жилого дома

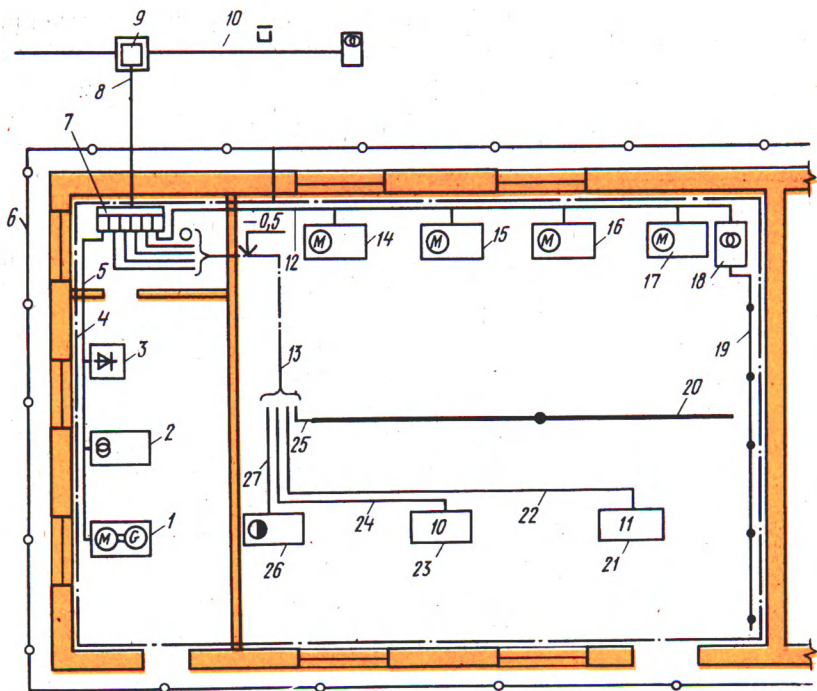


Рис. 70. План расположения в части здания промышленного предприятия:

линиями; классы взрывоопасных и пожароопасных зон, категорию и группу взрывоопасных смесей для взрывоопасных зон по «Правилам устройства электроустановок»; нормируемую освещенность от общего освещения, за исключением жилых помещений; светильники (в жилых домах места их установки) их количество (при необходимости) и типы; количество и мощность ламп в светильниках; высоту установки светильников (кроме потолочных); комплектные распределительные устройства на напряжение до 1000 В и их обозначения; групповые щитки и их обозначения; понижающие трансформаторы; выключатели и штепсельные розетки; линии электрической сети. Основные данные о линиях электрической сети и оборудовании записывают условными обозначениями.

● Для отображения линий электроснабжения и элементов их конструкции используют соответствующие обозначения (рис. 71).

Обозначения: воздушной линии на опорах, наземной, подземной и подводной линий приведены на рис. 71, а — г; опор (общее, промежуточной, угловых с оттяжкой и подпоркой, концевой) — на рис. 71, д — и; подвеса провода (кабеля) на тросе, самонесущего провода (кабеля), транспозиции провода, а также установленных на опоре предохранителя, разъединителя, разрядника и молниеотвода — на рис. 71, к — р; концевой, соединительной (линейной)

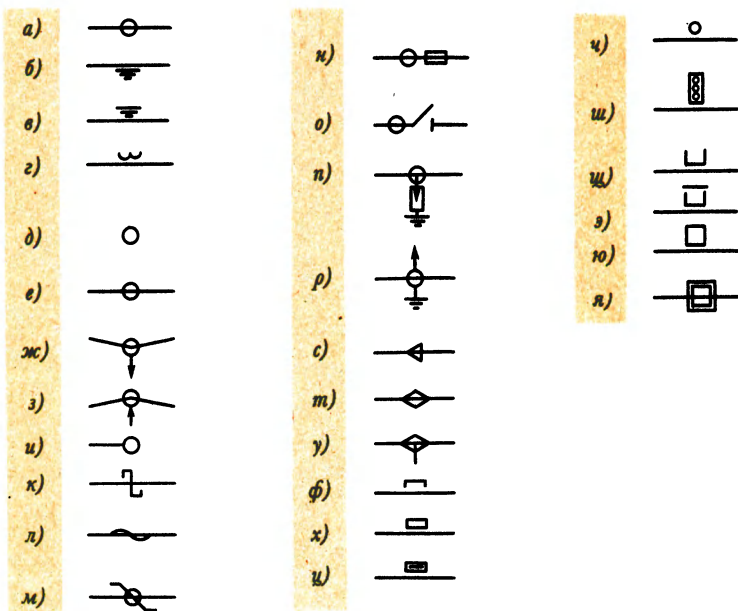


Рис. 71. Обозначения линий электроснабжения и элементов их конструкций (а—я)

и ответвительной (тройниковой) муфт — на рис. 71, с—у; покрытий линий (общее, кирпичом, бетонными плитами) — на рис. 71, ф — у; кабельной канализации в трубе, кабельном блоке, открытом и закрытом канале и туннеле — на рис. 71, ч — ю; кабельного колодца — на рис. 71, я.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что представляют собой планы расположения электрооборудования и прокладки электрических сетей?
2. Как обозначается на схеме расположения электропроводка с двумя лампами накаливания, управляемыми каждая своим выключателем и штепсельной розеткой?
3. Какие обозначения светильников с лампами накаливания и люминесцентными лампами используют при раздельном и совместном изображении электрических сетей и оборудования на плане?
4. Почему не следует пользоваться условными графическими обозначениями для электрических схем и планов расположения на одном чертеже?
5. Как различают на планах размещения проводки в трубах, на лотках и коробах, открытые и под плинтусом?

§ 18. КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ,  
ИЗГОТОВЛЯЕМЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОМОНТАЖА

В зависимости от структуры изделия и особенностей его изготовления на предприятии установлено четыре варианта конструкторской документации изделия с электромонтажом.

● **В а р и а н т А** используют для изготовления изделия со сравнительно небольшим числом элементов, когда составные части механической сборки и электромонтажа входят в изделие на первой ступени входимости, что позволяет выполнять сборку и электромонтаж по одному документу — сборочному чертежу.

● **В а р и а н т Б** используют в том случае, когда для проведения электромонтажа требуется свой комплект документов — сборочный чертеж и спецификация, так как при этом варианте составные части, устанавливаемые при электромонтаже, выделяют из изделия в виде самостоятельной сборочной единицы.

● **В а р и а н т В**, предназначенный для изготовления изделий, характеризуется тем, что составные части механической сборки и устанавливаемые при электромонтаже входят в изделие на первой ступени входимости, но изготовление изделия ведут по двум документам. На сборочном чертеже имеются указания по механической сборке, а на электромонтажном чертеже — для проведения электромонтажа. Изделия механической сборки и устанавливаемые при электромонтаже записывают в спецификацию изделия в самостоятельных разделах.

● **В а р и а н т Г** используют в том случае, когда нецелесообразно или затруднительно механическую сборку и электромонтаж выполнять по одному и тому же чертежу. Поэтому выпускают сборочный чертеж для механической сборки, а в технических требованиях указывают, какими документами следует руководствоваться при электромонтаже. При этом для изделий единичного производства и опытного образца рекомендуют пользоваться принципиальной схемой или схемой соединений, а для серийного и массового производства — таблицей соединений.

■ **Правила выполнения чертежей для электромонтажа.** Чертежи для электромонтажа (сборочные для варианта Б и электромонтажные для варианта В) рекомендуется выполнять в том же масштабе, что и чертежи для механической сборки. При этом составные части, устанавливаемые при электромонтаже, и места присоединения проводников изображают сплошными основными линиями, а составные части, устанавливаемые до электромонтажа, — упрощенно и сплошными тонкими линиями. На изображениях составных частей, являющихся элементами принципиальной схемы, или около них простав-

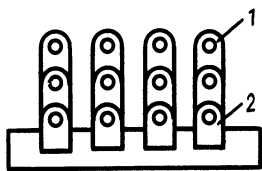


Рис. 72. Выводы реле, изображенные с измененными (условно) размерами:

1 — удлиненные, 2 — укороченные

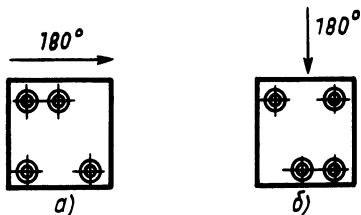


Рис. 73. Части изделия, изображенные повернутыми на  $180^\circ$  в плоскости чертежа (а) и в перпендикулярной плоскости (б)

ляют позиционные обозначения. Элементам, не указанным в принципиальной схеме или схеме соединений, но участвующим в электрических соединениях (переходные контактные стойки, лепестки и т. п.), для указания адресов присоединяемых проводников присваивают очередное позиционное обозначение после элементов того же функционального назначения, изображенных на схеме. Допускается такое обозначение составлять из прописной буквы Е и порядкового номера.

Можно смещать изображения составных частей. При этом делают надпись «Смещено» около этих изображений или приводят соответствующие указания в технических требованиях чертежа. Если составные части изделия находятся на стенках, расположенных в разных плоскостях, допускается эти стенки изображать развернутыми в плоскости чертежа. При этом на чертеже у соответствующего места помещают надпись «Стенка развернута».

Чтобы показать невидимые места присоединения проводников, допускается условно изменять (удлинять, укорачивать и т. п.) очертания составных частей, как показано на рис. 72, на примере выводов реле. С той же целью можно составные части изображать повернутыми, указывая направление и угол поворота. Часть изделия, повернутая в плоскости чертежа на  $180^\circ$ , изображена на рис. 73, а и повернутая на  $180^\circ$  в плоскости, перпендикулярной плоскости чертежа, — на рис. 73, б.

Все проводники, изображенные на чертеже, должны иметь обозначения, присвоенные им на схеме соединений. Если для данного изделия схема соединений не выпущена, проводники обозначают арабскими цифрами, первая из которых указывает номер цепи в принципиальной схеме, а вторая (через дефис) показывает номер проводника в этой цепи. Например, первый проводник во второй цепи и четвертый проводник в пятой цепи принципиальной схемы будут обозначены 2—1 и 5—4 соответственно. Можно не присваивать обозначения перемычкам и коротким проводникам, отчетливо просматриваемым на чертеже.

При условном изображении проводников допускается слияние линий, изображающих одиночные провода, идущие рядом в одну линию, а также слияние линий, изображающих группу проводов, с другими линиями, изображающими одиночные провода и их группы. Не допускается слияния линий, изображающих жгут или кабель и входящих в их состав проводников, с линиями, изображающими другие жгуты и кабели и их проводники.

Линии, изображающие проводники, присоединенные к многоконтактному изделию, допускается не доводить до изображения контактов и заканчивать у контура внешнего очертания изделия. При этом можно у контактов изделия указать обозначения присоединенных проводников (рис. 74, а) или у изображения многоконтактного изделия помещать таблицу с номерами контактов и обозначениями проводников (рис. 74, б). Таблицу можно помещать и на свободном поле чертежа, указав в этом случае над ней позиционное обозначение многоконтактного изделия.

■ **Выполнение таблицы соединений.** Таблицу соединений разрабатывают в случаях, когда на чертеже не указаны адреса проводников или затруднено отыскание мест присоединения концов проводников. Ее выполняют по форме, в которой в первой графе «Проводник» указывают номер проводника (одиночного провода, жилы кабеля, провода жгута), во второй графе «Позиция» — номер позиции, под которым провод, кабель или жгут записан в спецификации, в третьей и четвертой графах «Откуда идет» и «Куда поступает» — адреса присоединения проводников; в пятой графе «Длина» — длину провода.

Длину жилы кабеля, оформленного самостоятельным чертежом, и провода жгута в таблице не указывают. Последней является графа «Примечание».

Проводники в таблице соединений перечисляют по возрастанию сначала для проводов жгута, затем жилы кабелей, оформленных

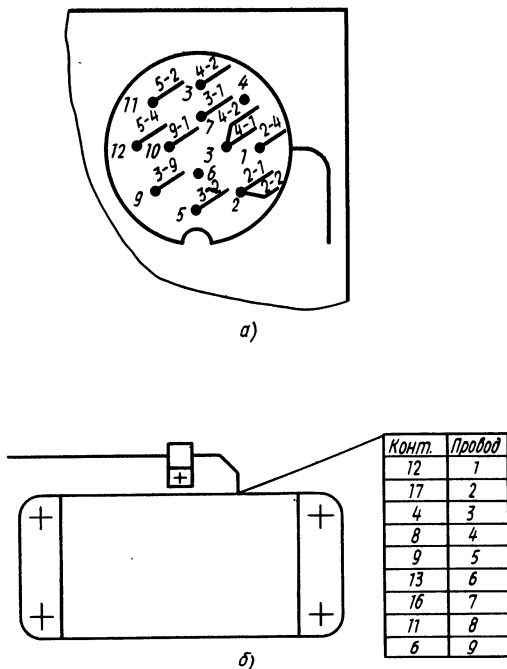


Рис. 74. Обозначения проводников и контактов, к которым они присоединены:

а — у изображения контактов, б — в таблице



самостоятельными чертежами, после жилы кабелей, записанных в спецификацию как материал, и, наконец, одиночные провода. Пример выполнения таблицы соединений приведен в табл. 6.

Т а б л и ц а 6. Пример выполнения таблицы соединений

Провод- ник	Позиция	Откуда идет	Куда поступает	Длина, см	Примечания
<b>Жгуты</b>					
	16	<b>Жгут 1</b>			
1		X2:11a	C7: +		
2		X2:13c (и т. д.)	H1:4		
<b>Кабели</b>					
	19	<b>Кабель 1</b>			
1		G1	K3:2		
2		G2 (и т. д.)	K4:2		
	44	<b>Кабель 2</b>		85	
1		X3:3a (и т. д.)	G5		
<b>Провода</b>					
1	75	H5:3	T2:4	45	
2	76	C9 (и т. д.)	H3:2	64	

## § 19. ЧЕРТЕЖИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖГУТОВ

Электрическим жгутом (жгутом) называют изделие, состоящее из двух и более изолированных проводников, скрепляемых в пучок сплетением, связыванием (ниткой, лентой или каким-либо другим способом). В общем случае жгут кроме самих проводников, скрепленных между собой, может иметь защитную оболочку, например в виде обмотки лентой, экранирующую оплетку, электрические соединители, наконечники и (или) другие контактные элементы того же назначения.

Таким образом, в соответствии с классификацией изделий жгут следует отнести к сборочной единице, т. е. изделию, составные части которого соединяют между собой сборочными операциями.

Жгуты могут быть плоскими и объемными, простыми без ответвлений проводников или с небольшим числом ответвлений и сложными с ответвлениями от основного ствола групп проводников и отдельных проводников.

Одним из преимуществ применения жгутов в различных изде-

лиях является возможность их изготовления на специальных шаблонах с использованием средств механизации и автоматизации при заготовительных и сборочных работах. Это определило широкое применение жгутов во всех отраслях промышленности.

Основным документом для изготовления жгута является его чертеж, выполненный в соответствии с ГОСТ 2.414—75.

В зависимости от конкретных условий чертеж жгута может выполняться с достаточной степенью детализации, определяющей его форму и все составные части в масштабе уменьшения (рис. 75, а) или в масштабе 1:1 (рис. 75, б), а также в виде условного изображения (рис. 75, в).

При этом отдельные проводники изображают упрощенно внешними очертаниями или условно одной линией, выделяя экранированные проводники штриховкой, как показано на рис. 75, а, или пользуясь условными графическими обозначениями линий экранирования (см. рис. 2).

На чертеже жгута должны быть нанесены все размеры, необходимые для его изготовления. Если жгут изображен в масштабе 1:1, допускается указывать размеры только участков, изображенных с разрывом (рис. 75, б). При условном изображении жгута размеры отдельных участков можно показывать без выносных и размерных линий (рис. 75, в).

Объемный жгут, отдельные участки которого в изделии расположены в разных плоскостях, обычно изображают развернутым в плоскости чертежа.

При выполнении чертежа жгута на нескольких листах, на первом листе (обычно в масштабе уменьшения) изображают ствол жгута с ответвлениями от него групп проводников и отдельных проводников. Сами же группы проводников со всеми разветвлениями показывают на последующих листах, обычно в масштабе 1:1.

На рис. 76, а, представляющем первый лист чертежа, показаны ствол жгута с ответвлениями четырех групп проводников и пяти отдельных проводников. Одна группа II проводников изображена полностью со всеми разветвлениями, а три другие группы I, III и IV, как указано на этом листе, должны быть изображены на листах 2, 4 и 3. Изображение одной из них (группы I проводников) приведено на рис. 76, б.

Расстояния  $L_1$ ,  $L_3$  и  $L_4$  от ствола до конечных разветвлений групп I, III и IV проводников нанесены на первом листе (см. таблицу на первом листе) и на последующих листах, где эти группы проводников изображены полностью со всеми разветвлениями.

Каждый проводник должен иметь обозначение, нанесенное около обоих концов, присвоенное ему на чертеже для электромонтажа или при отсутствии такого на схеме соединений монтируемого изделия (см. рис. 75, а и б и рис. 76, а и б). На рис. 75, б обозначение проводников нанесено на маркировочных бирках, что допустимо. Если жгут имеет соединители, то и они должны иметь обозначения, присвоенные этим устройствам на принципиальной схеме или на схеме соединений (см. рис. 75, в).

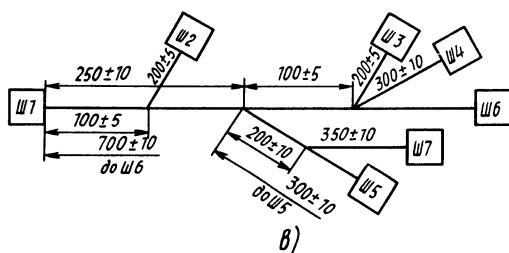
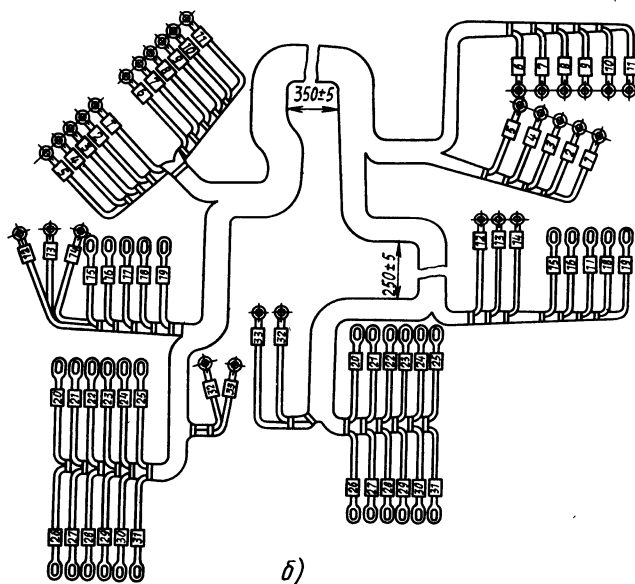
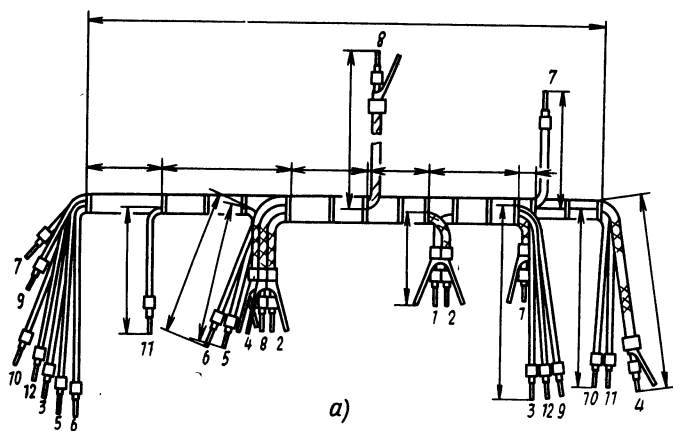


Рис. 75. Чертежи жгутов в масштабе уменьшения (а) и 1:1 (б) при условном изображении (в)

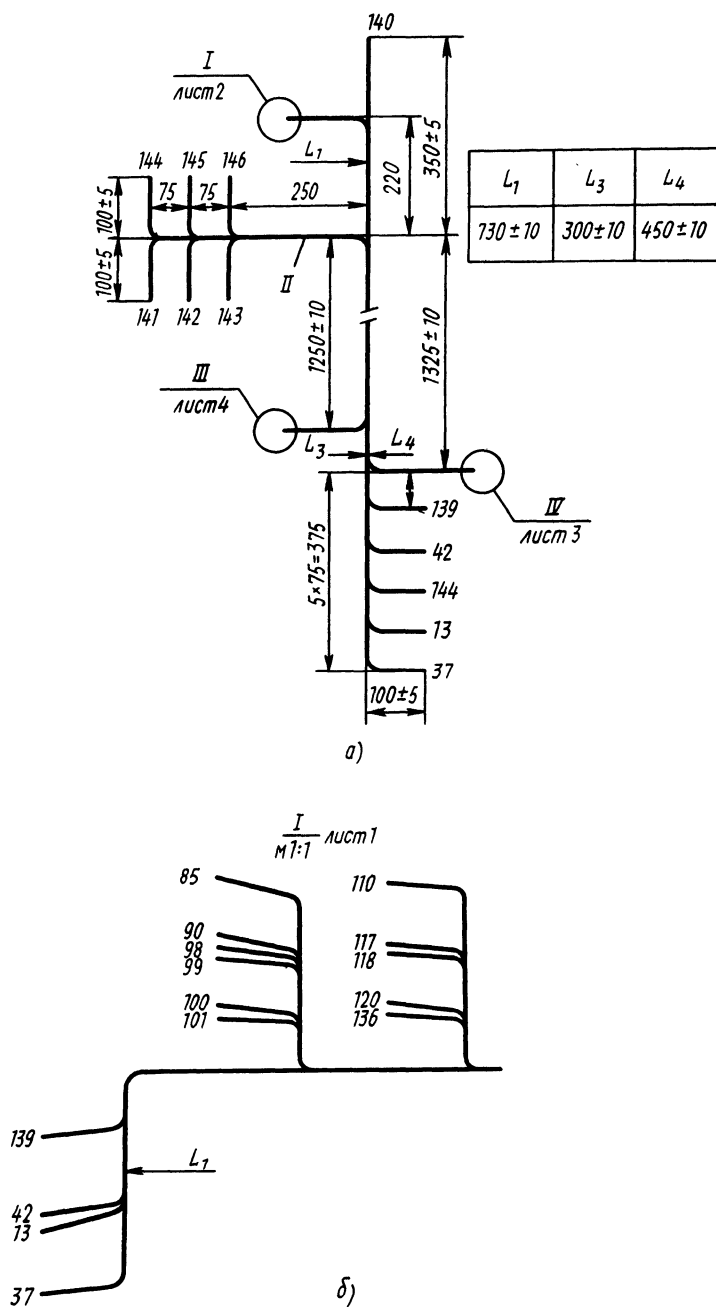


Рис. 76. Чертеж жгута (а) и отходящей от него группы проводов (б)

## § 20. ЧЕРТЕЖИ ИЗДЕЛИЙ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ОБОТКАМИ И ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

■ **Чертежи изделий с обмотками.** На чертежах якорей (роторов), статоров и индукторов электрических машин в продольном разрезе, как правило, изображают верхнюю половину изделия и, если необходимо, нижнюю половину изображают только ее контуром. Электрические обмотки на чертежах в продольном разрезе не штрихуют. В поперечных разрезах многовитковую обмотку штрихуют «в клетку», двух-, одновитковую и стержневую обмотки не штрихуют. Провод, диаметр или толщина которого на чертеже 3 мм и более, в обмотках с малым числом витков в поперечном сечении штрихуют как металл (рис. 77, а, б).

Однослойную (рис. 78, а) и многослойную (рис. 78, б) изоляцию в разрезах и сечениях толщиной на чертеже 2 мм и более штрихуют как неметаллические материалы, а толщиной менее 2 мм зачерняют.

В изделиях с обмотками изоляцию накладывают вразбежку, встык или с перекрытием. На рис. 79, а показано изображение на видах изоляции, наложенной вразбежку, а на рис. 79, б — встык или с перекрытием. Изолирующие трубки, чулки и т. п. на видах показывают монолитными.

На чертежах катушек с несколькими обмотками и различными изоляциями допускается отдельные обмотки, межобмоточную и

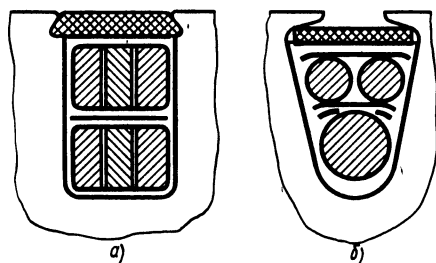


Рис. 77. Изображение обмоток в поперечном сечении с малым числом прямоугольных (а) и круглых (б) проводов

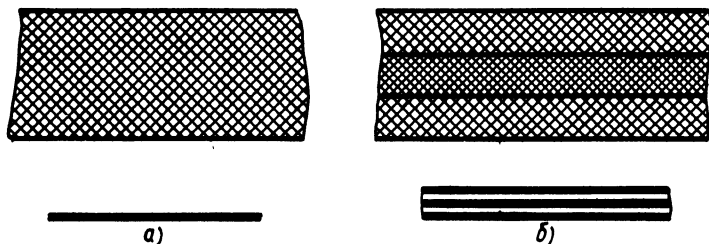


Рис. 78. Изображение изоляции из одного материала (а) и из разных материалов (б)

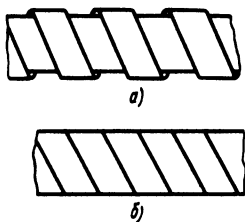


Рис. 79. Изображение изоляции на видах, наложенной вразбежку (а) и встык или с перекрытием (б)

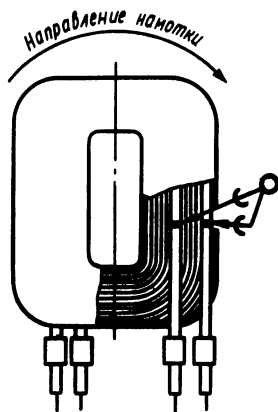


Рис. 80. Чертеж катушки при разрезе вдоль обмотки

межрядовую изоляцию не изображать. Данные об их расположении приводят в таблице обмоточных данных, прикладываемой к сборочному чертежу. Порядок расположения данных в таблице должен соответствовать порядку намотки, начиная от каркаса.

Чертеж при разрезе катушки вдоль обмотки выполняют, как показано на рис. 80. При необходимости на чертежах катушек с обмотками показывают направление намотки. Конструктивные элементы: крепления выводов к обмотке, изоляции мест пайки и т. п., если их изобразить невозможно, должны быть отражены в технических требованиях или в таблице обмоточных данных.

Изделие с обмотками является сборочной единицей и на него должен иметься сборочный чертеж.

На рис. 81, а — г приведен сборочный чертеж катушки с несколькими обмотками, на котором дана схема обмотки (рис. 81, г) и три вида: два со стороны боковых стенок каркаса (рис. 81, а и в) и один на обмотку с поперечным разрезом (рис. 81, б). Выводы и промежуточные отводы обмоток (1—8 и 13, 14) должны иметь одинаковые обозначения с соответствующими выводами и отводами на схеме. При необходимости начало и конец каждой обмотки обозначают соответственно буквами Н и К с добавлением номера обмотки, например: Н1, Н2 и К1, К2.

На сборочном чертеже приводят таблицу обмоточных данных, если эти данные не приведены в технических требованиях, а также данные о пропитке, пайке и лакокрасочном покрытии, указываемые в технических требованиях.

В электротехнических изделиях обмотки обычно располагаются на магнитопроводах, для изображения которых на чертежах применяются условные графические обозначения.

Шихтованные и витые магнитопроводы в поперечных разрезах относительно листов или лент штрихуют, как показано на рис. 82, а и б; сечения в разрезе части магнитопровода — на рис. 82, в, г.





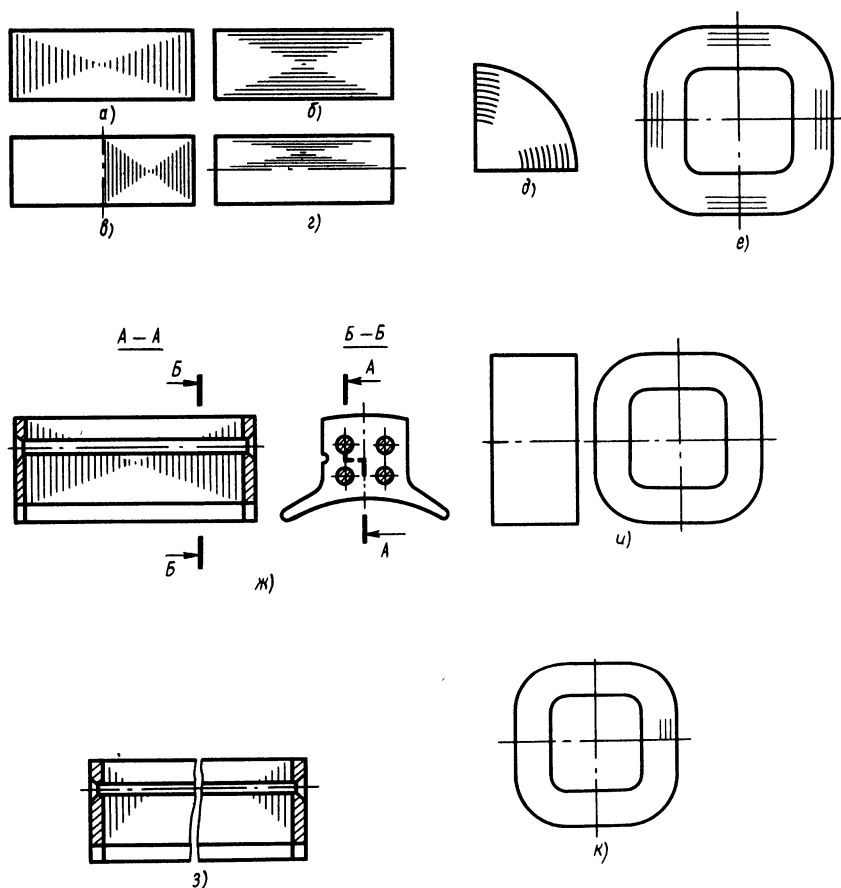


Рис. 82. Изображение шихтованных и витых магнитопроводов:

*а, б* — в поперечных разрезах, *в, г* — в разрезах части магнитопровода, *д, е* — витых магнитопроводов в продольных сечениях и разрезах, *ж* — шихтованных магнитопроводов в разрезах и сечениях вдоль листов, *з* — при значительной длине в поперечных сечениях, *и* — при местных разрезах, *к* — на видах при отсутствии разрезов

Штриховку выполняют сплошными тонкими линиями, расстояние между которыми должно быть одинаковым в пределах 1...10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений. Линии штриховки ограничивают вспомогательными диагоналями, не показываемыми на чертеже. Витые магнитопроводы в продольных сечениях в разрезах (относительно лент) штрихуют, как показано на рис. 82, *д, е*. Магнитопроводы в разрезах и сечениях вдоль листов не штрихуют (разрез *Б — Б* на рис. 82, *ж*). Магнитопроводы, имеющие значительную

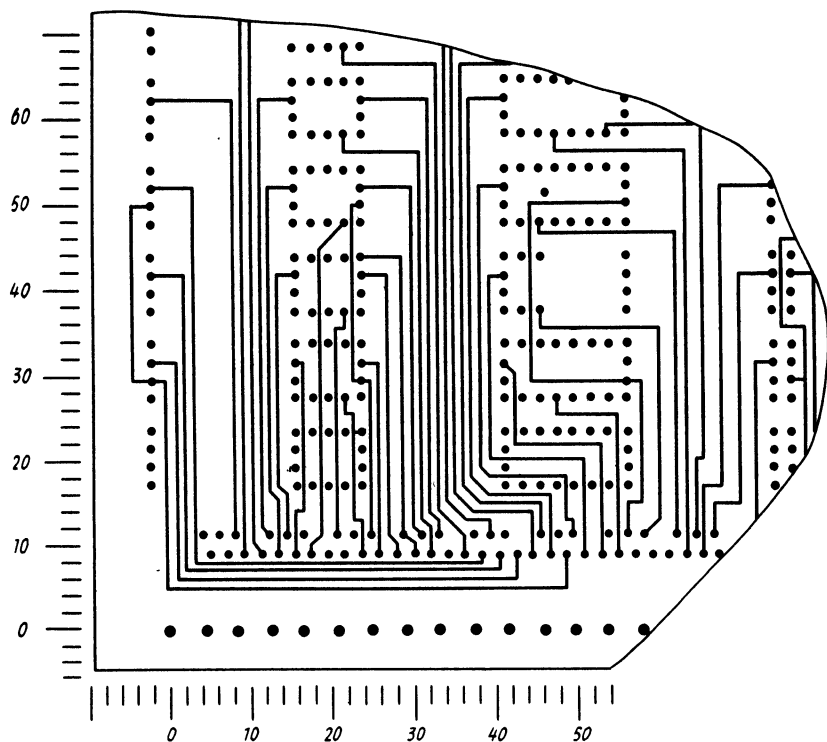


Рис. 83. Чертеж участка печатной платы с сеткой в прямоугольной системе координат в виде рисок по периметру

длину и изображаемые без разрыва или с разрывом (рис. 82, з) в поперечных разрезах и сечениях, штрихуют по краям, а в магнитопроводах, набранных из нескольких частей (пакетов), штрихуют только крайние пакеты. При местном разрезе магнитопровод штрихуют так же, как металл. Если секущая плоскость проходит через ось магнитопровода, то независимо от угла наклона зуба магнитопровода, его условно совмещают с плоскостью чертежа и разрез (сечение) показывают по зубу.

На видах магнитопроводы показывают как монолитные тела (рис. 82, и). При отсутствии разрезов допускается на виде проводить несколько штриховых линий в направлении расположения листов (рис. 82, к).

■ **Чертежи печатных плат.** Чертежи печатных плат следует выполнять линиями, толщина которых должна удовлетворять требованиям микрофильмирования и определяться способом выполнения чертежа и конструкцией платы. На чертеже печатной платы размеры должны указываться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307—68 нанесением координатной сетки в прямоугольной или полярной системе координат или комбинированным способом при помощи размерных и выносных линий и координатной сетки в

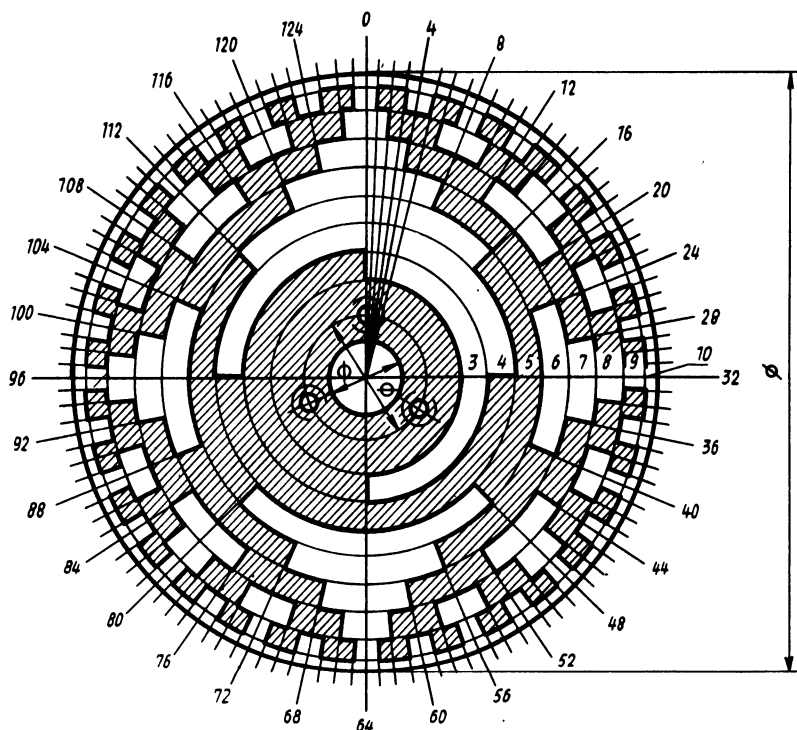


Рис. 84. Чертеж печатной платы с сеткой в полярных координатах

прямоугольной или полярной системе координат. Координатную сетку в полярной системе координат применяют для чертежей плат с определенной последовательностью расположения повторяющихся печатных проводников с радиальной ориентацией. Изображение печатной платы с повторяющимися элементами допускается выполнять не полностью без ущерба для однозначного восприятия чертежа. При этом указывают закономерность расположения таких элементов.

Проводники на чертеже должны изображаться одной линией, являющейся осью симметрии проводника, при этом на чертеже следует указать числовое значение ширины проводника. Проводники шириной более 2,5 мм могут изображаться двумя линиями, при этом, если они совпадают с линиями координатной сетки, числовое значение ширины на чертеже не указывается.

Круглые отверстия, имеющие зенковку, и круглые контактные площадки с круглыми отверстиями (в том числе и с зенковкой) следует изображать одной окружностью. Их форму и размеры указывают на поле чертежа. Отдельные элементы рисунка печатной платы (проводники, экраны, изоляционные участки и т. п.) допускается выделять на чертеже штриховкой, зачернением, растриро-

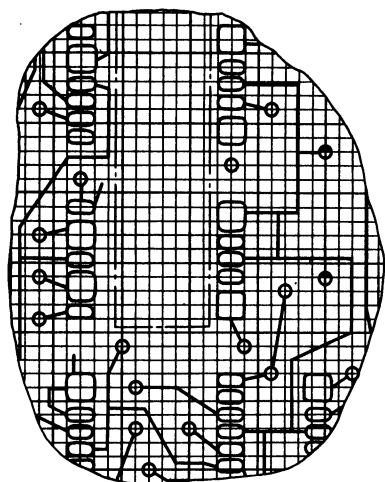
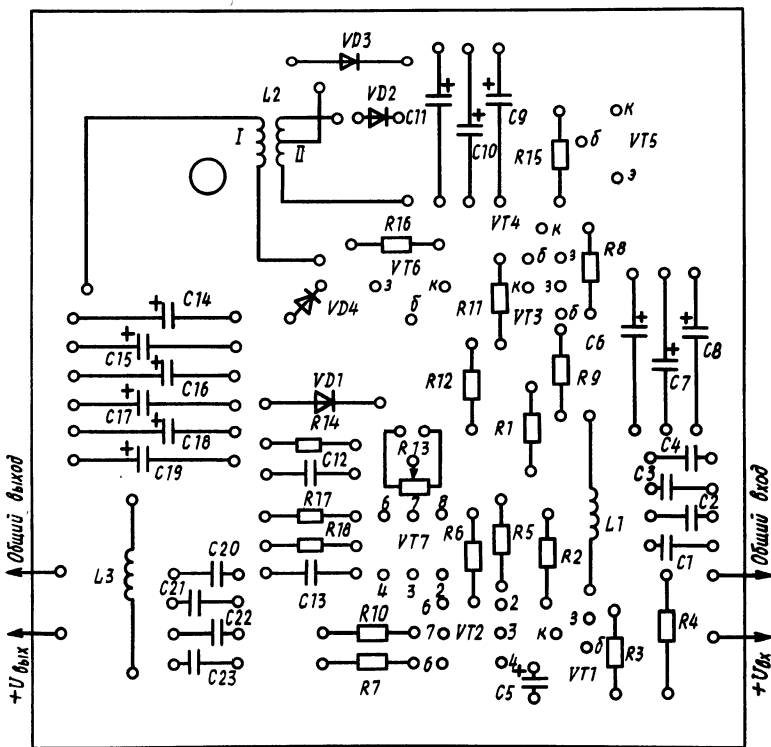
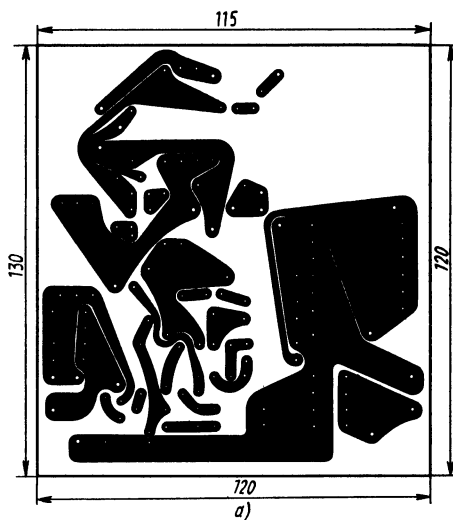


Рис. 85. Чертеж печатной платы с указанием границ, в пределах которых не допускается размещение проводников



б)

Рис. 86. Печатная плата (а) и расположение на ней элементов (б)

ванием и другими способами без ущерба однозначности восприятия чертежа.

На рис. 83 приведен чертеж участка печатной платы с координатной сеткой в прямоугольной системе координат, нанесенной в виде рисок по периметру контура печатной платы. За ноль принят центр крайнего левого нижнего отверстия (может быть и технологическое) на поле платы.

На рис. 84 приведен чертеж печатной платы с радиальной ориентацией проводников и координатной сеткой в полярных координатах нанесенной на части поверхности печатной платы. Шаг координатной сетки задан по углу и диаметру. Проводники выделяют штриховкой.

При необходимости указания границ участков печатной платы, которые не допускается занимать проводниками, на чертеже следует применять штрихпунктирную утолщенную линию (рис. 85).

Для монтажа изделий на печатных платах обычно пользуются чертежами печатных плат и расположения электрорадиоэлементов на них.

В качестве примера на рис. 86, *а* и *б* приведены чертежи печатной платы (со стороны печатных проводников) и расположения электрорадиоэлементов на печатной плате (со стороны их установки).

## § 21. УСТАНОВОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

В предыдущих параграфах рассмотрены чертежи для сборки и электромонтажа электротехнических изделий при их изготовлении и ремонте. Однако при установке этих изделий на различных основаниях (панелях щитов, строительных конструкциях зданий, опорных конструкциях открытых территорий) необходимы чертежи, обычно называемые *установочными*.

Такие чертежи определяют подготовительные работы, необходимые при монтаже изделия на месте его установки (выполнение отверстий, установка закладных частей и опорных конструкций и т. п.), средства для закрепления устанавливаемых изделий, а для изделий, содержащих кинематически связанные части, — соответствующие регулировочные данные, необходимые для правильного их взаимодействия.

Рассмотрим примеры установочных чертежей отдельных электротехнических изделий для их установки на различных основаниях.

Установочный чертеж рубильника (рис. 87) показывает расстояния между осями 2 и 1 привода и плиты рубильника, а также разметку отверстий на панели 3 под привод рубильника.

Для типовой панели управления и защиты (металлическая конструкция ПН-550/800) на установочном чертеже приводятся ее вид в плане (рис. 88, *а*), поперечный разрез (рис. 88, *б*), разметка отверстий 3 для болтов и 4 для прохода кабелей на строительном

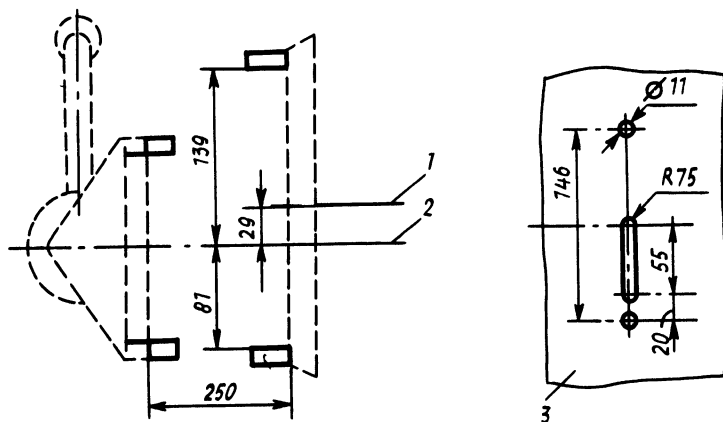


Рис. 87. Установочный чертеж рубильника

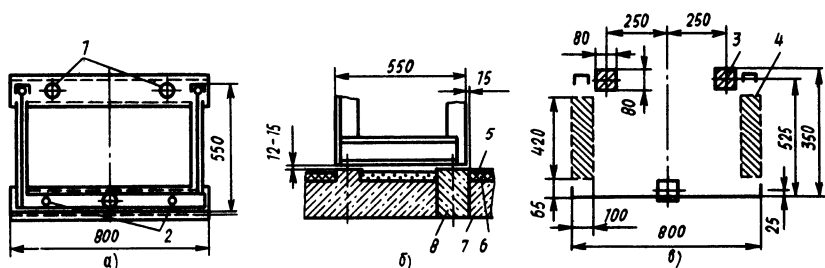


Рис. 88. Установочный чертеж панели ПН-550/800:

*а* — вид в плане, *б* — поперечный разрез, *в* — разметка отверстий на строительном основании

основании (рис. 88, *в*). При установке панелей над кабельным каналом должны быть предусмотрены специальные конструкции, позволяющие крепить панели в трех-четыре точки, указанных на рис. 88, *а*.

Для крепления в трех точках используют отверстия 1, одно спереди и два сзади, а для крепления в четырех точках — отверстия 1 сзади и 2 спереди.

На рис. 88, *б* видны паркет 5, слой асфальта 6, железобетонное основание пола 7, а также цемент 8, которым закреплены болты в бетонном основании.

Установочные чертежи масляного выключателя ВМП-10 с приводом ПЭ-11 в шкафу КРУ и ячейке КСО приведены на рис. 89 и 90, где показаны расположение выключателя 5 с валом 4, его привода 1 с валом 2 и тяги 3, а для ячейки КСО также подшипник 6, промежуточный вал 7 и муфта 8. Приведены все размеры, необходимые для правильной установки и регулировки выключателя с приводом.

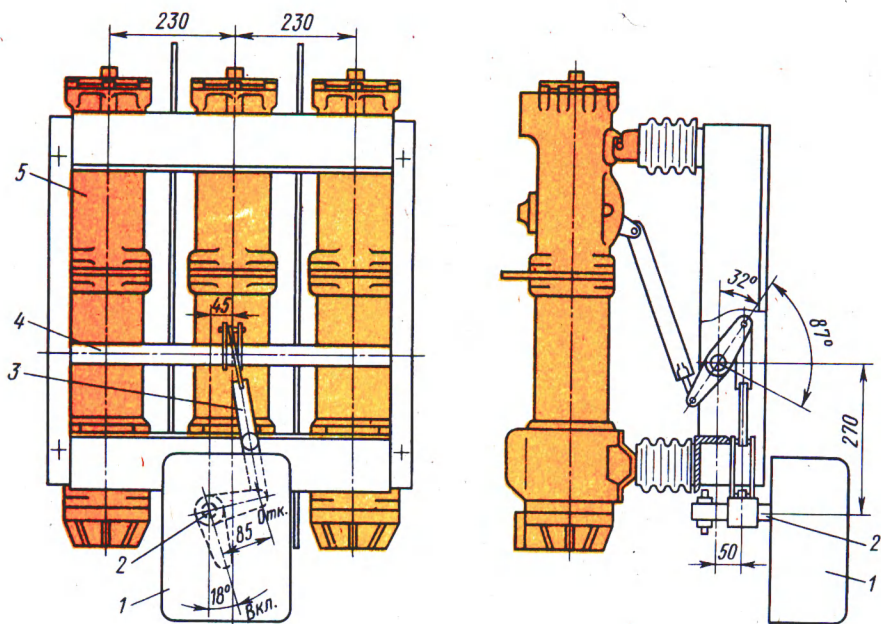


Рис. 89. Установочный чертеж масляного выключателя ВМП с приводом ПЭ-11 в шкафу КРУ

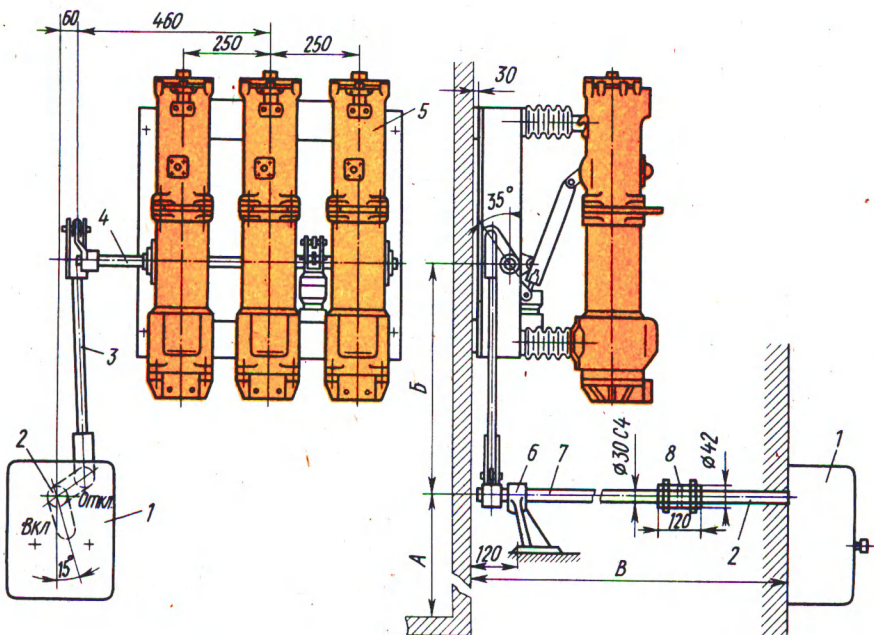


Рис. 90. Установочный чертеж масляного выключателя ВМП с приводом ПЭ-11 в ячейке КСО



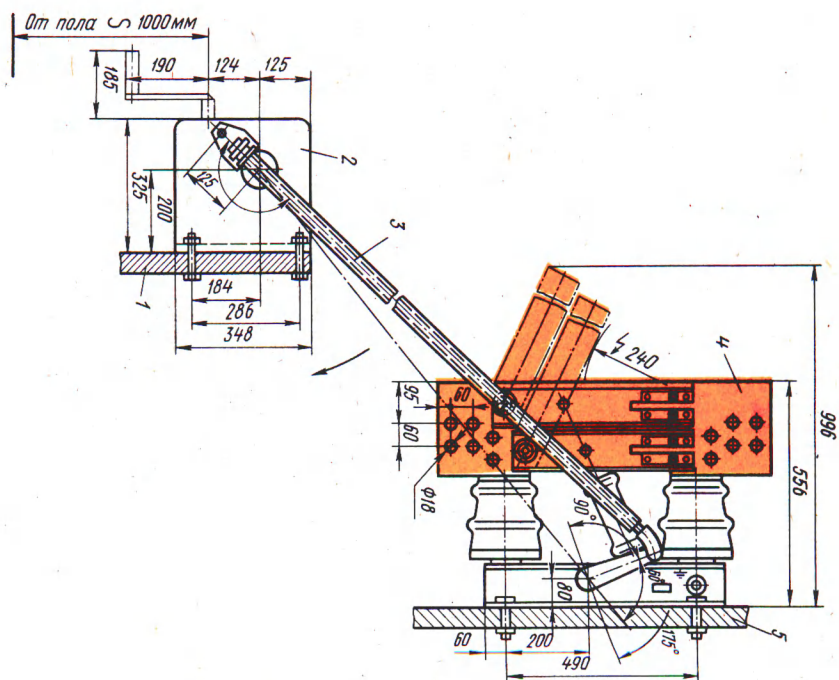


Рис. 91. Установочный чертеж разъединителя РВК-20/7000

Установочный чертеж разъединителя РВК-20/7000 с электродвигательным приводом приведен на рис. 91.

Кинематическая связь между разъединителем 4, устанавливаемым на задней стенке 5 камеры закрытого распределительного устройства (ЗРУ), и электродвигательным приводом 2 (ПДВ), который монтируют на передней стенке 1, осуществляется тягой 3.

В открытых распределительных устройствах (ОРУ) некоторое оборудование, например силовые трансформаторы и выключатели, устанавливают на уровне земли на бетонных фундаментах, а некоторое, например разъединители, на определенной высоте относительно уровня земли на металлических или железобетонных конструкциях.

Масляный выключатель ВМД-35 (рис. 92, а, б) с тремя баками 3 на общем каркасе 4 устанавливают на бетонном фундаменте 1 с заложенными в гнезда 2 анкерными болтами.

На резьбовую часть каждого анкерного болта 8 (рис. 92, в), проходящего через отверстия в стальной плите 7 и удерживающей скобе 6, наворачивается гайка 5, что обеспечивает закрепление каркаса, а следовательно, всего выключателя.

Установка разъединителя РОНЗ-35Д с приводом ПРНЗ-35М, имеющим сигнально-блокировочные контакты 4, показана на рис. 93.





Разъединитель выполняется в виде отдельных полюсов 1, соединяемых между собой на месте монтажа, и кинематически связывается с приводом 3 осью 2 в виде полой стальной трубы.

## § 22. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЧЕРТЕЖИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ПОДСТАНЦИЙ НА НАПРЯЖЕНИЕ ВЫШЕ 1000 В

Комплектное распределительное устройство (КРУ) на напряжение 6—10 кВ состоит из ячеек различного назначения (вводных, отходящих линий, трансформаторов напряжения и др.), выполненных в виде шкафов с соответствующим оборудованием.

Шкаф КРУ серии XXVI с выключателем показан на рис. 94.

Этот шкаф состоит из двух частей — корпуса 1 с аппаратурой, стационарно закрепляемого на закладных частях пола, и выдвижной тележки 14 с аппаратурой, которая может находиться в трех положениях:

рабочем, при котором она полностью введена в корпус (как показано на рис. 94);

контрольном, при котором она выдвинута настолько, что силовые контакты разомкнуты, а вспомогательные могут быть замкнуты, что позволяет опробовать выключатель на включение и выключение при разомкнутой силовой цепи?

ремонтном, при котором она удалена из корпуса.

В корпусе имеются отсеки 3 сборных шин 2 и 19 верхних и нижних разъемных контактов, отсек 13 выдвижной тележки 14 и релейных 7.

В отсеке 3 размещены сборные шины 5, установленные на опорных изоляторах 6, отпайки 4, проходящие через проходные изоляторы 2 в отсек 23 и подключенные к неподвижным элементам 22 верхних разъемных контактов. В отсеке 19 находятся кабельная сборка 20 для отходящего кабеля 18, трансформаторы тока 17 с неподвижными элементами нижних разъемных контактов и заземляющий разъединитель 16. В отсеке 7 размещена релейная аппаратура 8. Некоторые приборы и часть реле устанавливаются на дверце 9 этого отсека.

На выдвижной тележке 14 располагаются выключатель 11 с приводом и подвижные элементы верхних 21 и нижних 5 разъемных контактов. Вторичные цепи аппаратуры, размещенной на выдвижной тележке, соединяются с цепями релейного отсека гибким жгутом 10 со специальным разъемом. На чертеже показаны также рычаг 12 для доводки тележки в рабочее положение, ручки, с помощью которых выкатывают тележку из корпуса шкафа, а также кнопки управления выключателем.

Кроме комплектных распределительных устройств КРУ используются комплектные распределительные устройства КСО (стационарные одностороннего обслуживания) на напряжение 10 кВ, состоящие из ряда камер.

Одна камера КСО показана на рис. 95.

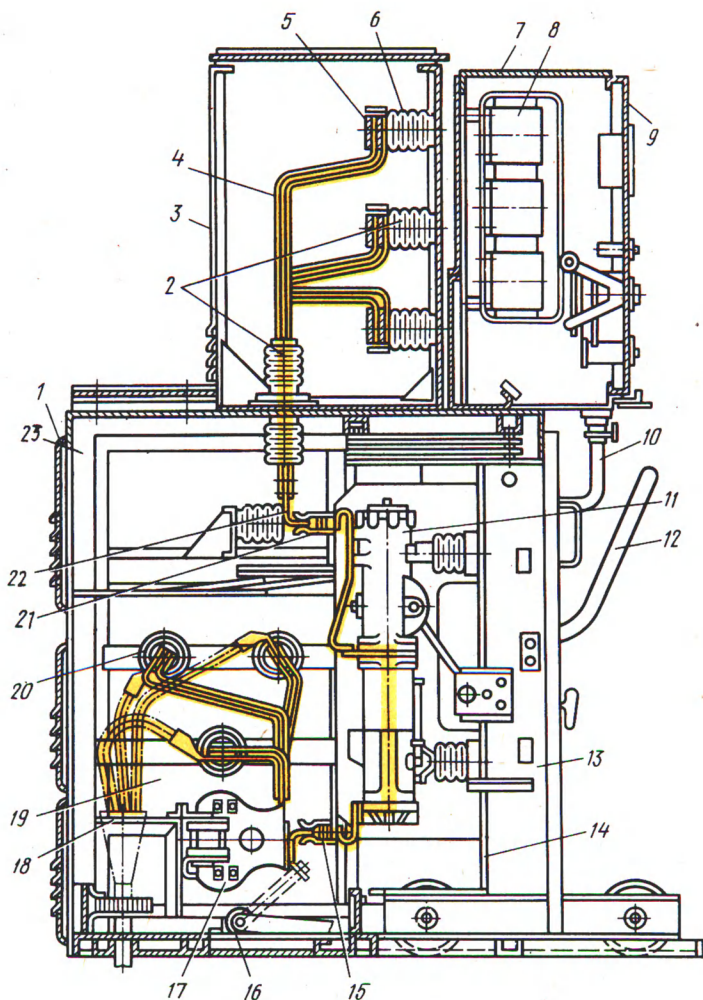


Рис. 94. Шкаф КРУ серии XXVI с выключателем

Камера представляет собой по конструкции стальной каркас, на котором размещены сборные шины 1 и шинный разъединитель 2 с приводом 4, выключатель 3 с приводом 7, трансформаторы тока 5 и кабельные разъединители 6. Две дверцы на фасаде соответственно предназначены для осмотра выключателя и для присоединения и испытания кабельной линии. Коробка зажимов для шинок вторичных цепей со световым карнизом размещена в верхней части фасада.

Комплектные распределительные устройства наружной установки (КРУН) также состоят из ряда ячеек различного назначения в виде шкафов с встроенными в них аппаратами, приборами, уст-

роystвами защиты и управления и отличаются от комплектных распределительных устройств внутренней установки (КРУ) наличием уплотнений, обеспечивающих защиту аппаратуры от загрязнений и атмосферных осадков.

Шкаф комплектного распределительного устройства наружной установки на 10 кВ серии К-VI с выключателем ММГ-10 на 2000 А и воздушным вводом показан на рис. 96.

В металлическом корпусе 5 с дверцей 2 размещены воздушный ввод 6, сборные шины 7, шинный разъединитель 8 с приводом 3, выключатель 9 с электромагнитным приводом 1 и трансформатором тока 4.

Комплектные трансформаторные подстанции внутренней и наружной установки соответственно составляют из комплектных распределительных устройств внутренней (КРУ) и наружной (КРУН) установки и силовых трансформаторов.

Сборные распределительные устройства собирают и монтируют в основном на месте монтажа, а не на заводе. Для закрытых распределительных устройств (ЗРУ) строят специальные здания, строительные элементы которых предусматривают установку соответствующего электрооборудования. Для открытых распределительных устройств (ОРУ) предусматривают специальные площадки, на которых устанавливают строительные конструкции под электрооборудование.

Схема заполнения первой и второй секций главного распределительного устройства на 10 кВ тепловой электростанции и его разрез по цепям генератора и группового реактора показаны на рис. 97, а, б.

● Схема заполнения (рис. 97, а) отображает компоновку главного распределительного устройства в плане для его первой и второй секций. На первом этаже находятся камеры с реакторами РБАМ-10 и выключателями МГ-10 и МГ-20 и шкафы КРУ, а на втором — блоки сборных шин и шинных разъединителей.

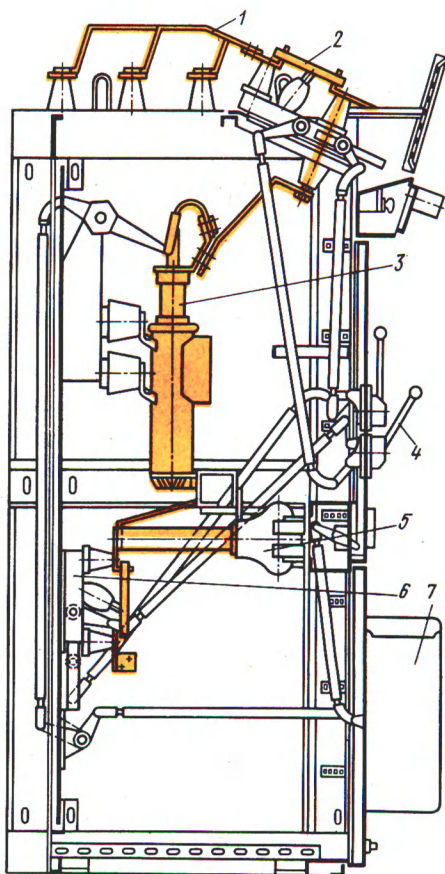


Рис. 95. Камера распределительного устройства КСО-272



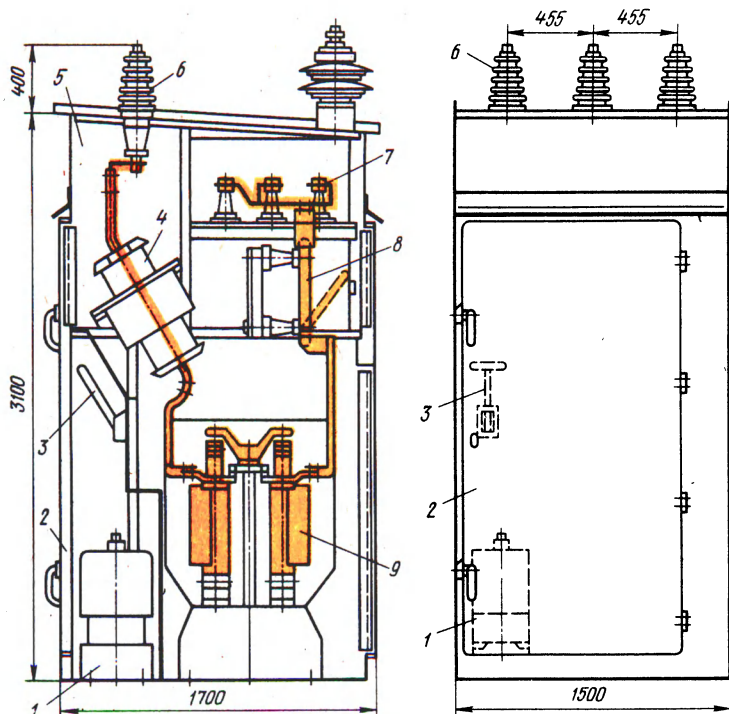


Рис. 96. Шкаф КРУН серии К-У1

Здание главного распределительного устройства (рис. 97, б) сооружается из стандартных железобетонных конструкций. Основной ячеек (камер) является стальной каркас, на который опираются плиты междуэтажного перекрытия. Оборудование располагается в два ряда. Рабочая система сборных шин 2 разделена на две секции и размещена в центральном отсеке, а резервная 1 — в боковых.

По длине здание разделено поперечными стенами, отделяющими одну секцию от другой. Блоки сборных шин и шинных разъединителей опираются на металлический каркас ячеек первого этажа. Подземные туннели 6 для прокладки силовых и контрольных кабелей одновременно служат фундаментами для оборудования ячеек первого этажа. В здании распределительного устройства предусмотрено по три коридора на каждом этаже (по одному центральному и два боковых), из которых можно осматривать оборудование.

● На разрезе главного распределительного устройства по цепям генератора и группового реактора (рис. 97, б) видны сборные шины 2 и 1 соответственно рабочей и резервной систем, шинные разъединители 3, групповой реактор 4 и подключенный к нему шкаф 5 комплектного распре-



лительного устройства, токопровод 9, проходящий через изолятор 11, и шинные трансформаторы тока 10, подключенные к выключателю 8 с приводом 7.

Простейшим сборным распределительным устройством открытого типа является мачтовая подстанция (рис. 98).

Эта подстанция оборудуется на деревянной П-образной опоре 2. Рядом с трансформатором 5, устанавливаемым на ригелях 3 на высоте 4—5 м, оборудуется площадка 4 для его обслуживания. Подключение линии 9 на напряжение 6—10 кВ выполняется через разъединитель 7 (РЛН-10) отпайкой 8 и далее — через трубчатые предохранители 6 (ПКС) к трансформатору 5. В шкафу 1 с аппаратами на напряжение до 1000 В, который для удобства обслуживания устанавливается внизу, располагают трансформаторы тока, сборка на напряжение 400/230 В, а также выключатели — общий и для каждой отходящей линии 10. Лестница 11 складывается и запирается, чтобы посторонние лица не могли по ней подняться на опору.

Размещение электрооборудования на открытых площадках крупных (районных и узловых) электрических подстанций обычно показывают на планах.

Оборудование должно размещаться так, чтобы обеспечивалась минимальная протяженность электрических связей. Кроме того, следует учитывать необходимость передвижения крупногабаритного оборудования при монтаже и ремонте.

Рассмотрим план открытой подстанции на напряжение 110/35/10 кВ (рис. 99).

Силовые трансформаторы 5 и 12 размещают в центре подстанции, чем обеспечиваются минимальная протяженность электрических связей от их выводов 110, 35 и 10 кВ до соответствующих распределительных устройств. В распределительном устройстве на 110 кВ имеется восемь ячеек: № 1, № 2, № 8 — для линий 110 кВ; № 4, № 6 — для силовых трансформаторов Т1 и Т2; № 3, № 7 — для обходного и шиносоединительного выключателей; № 5 — для шинных аппаратов.

Проезд возможен вдоль выключателей на 110 кВ. В ограде 1 предусмотрены съемные звенья, что позволяет доставлять оборудование в ОРУ 35 кВ с одной стороны и в ОРУ 110 кВ с двух сторон. В распределительном устройстве 35 кВ имеется четыре ячейки отходящих линий. Ошиновка ОРУ 110 кВ и ОРУ 35 кВ выполнена гибкой. Со стороны 10 кВ питание от трансформаторов подводится токопроводами 4 к КРУН 2, а от него кабелями, уложенными в кабельном канале 3, — к потребителям. Выключатели имеют пневматические приводы, управляемые сжатым воздухом, поступающим от компрессорного агрегата 10. Контрольные кабели и силовые кабели собственных нужд, а также воздухопроводы прокладываются в наземных коробах 7.

В общеподстанционном пункте управления (ОПУ) 13 размещены панели щитов собственных нужд, управления и релейной защиты, устройства связи, а также мастерские и другие служебные поме-



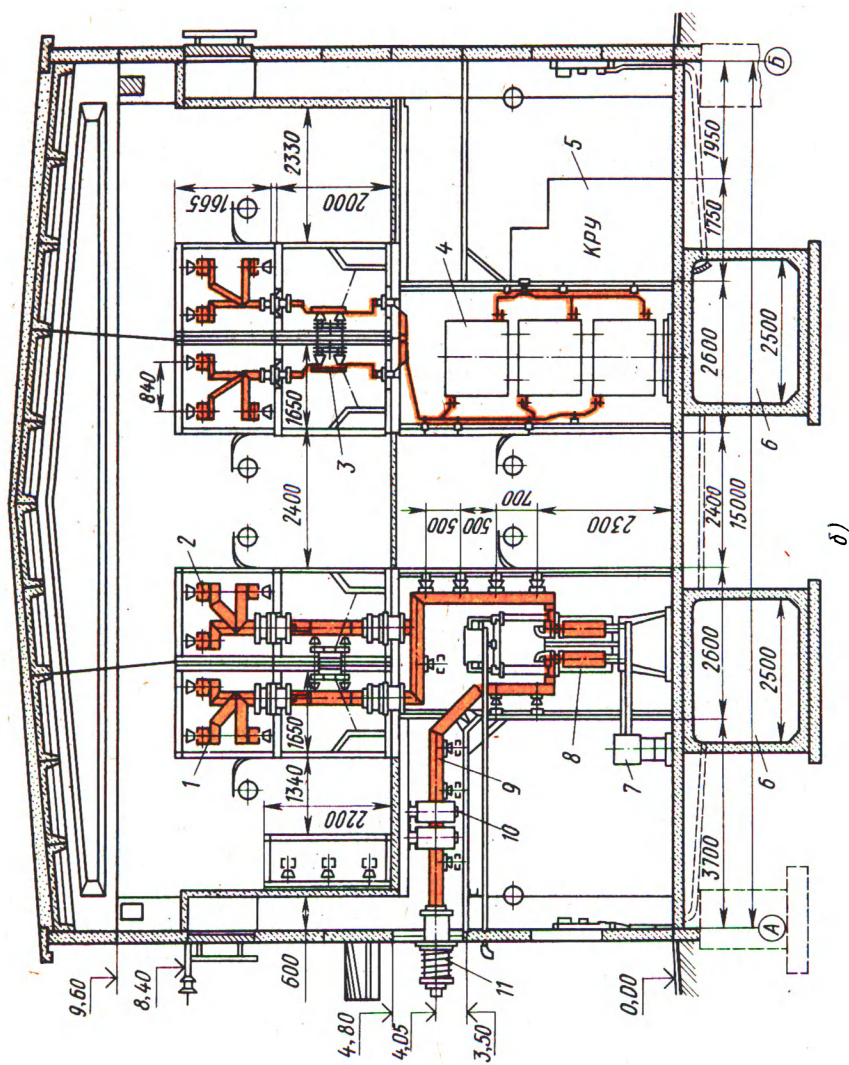


Рис. 97. Схема заполнения первой и второй секций главного распределительного устройства (а) и его разрез по цепям генератора и группового реактора (б)

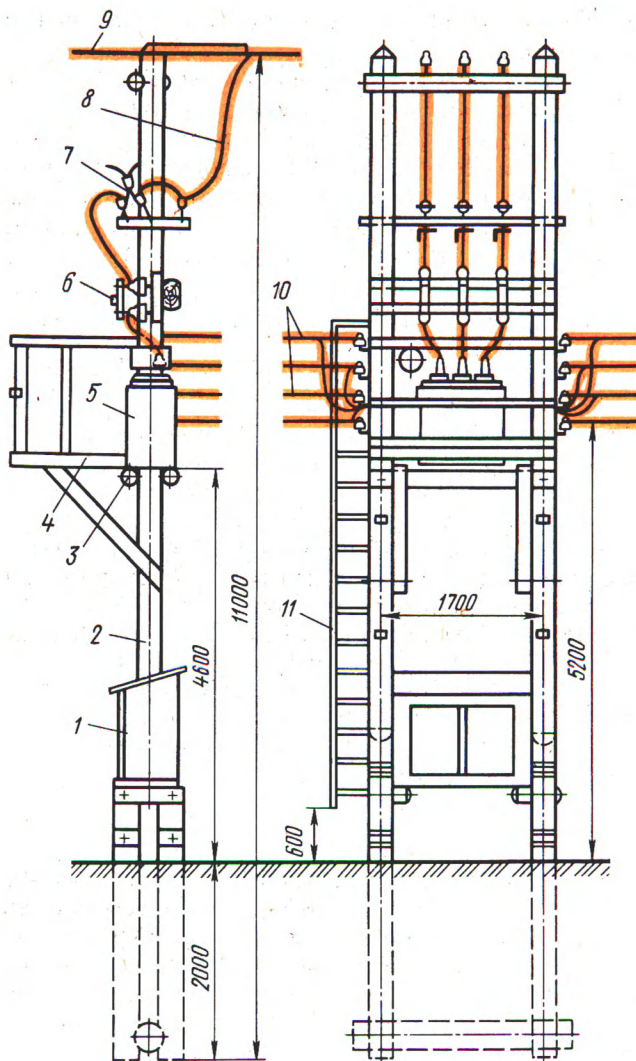


Рис. 98. Мачтовая подстанция

жения. Рядом с ОПУ расположены трансформаторы собственных нужд 14 и 15 и мачта 11 молниеотвода. На плане также показаны трансформаторы напряжения 8, разрядники 9 (шинные аппараты) и проезды 6 в ОРУ 110 кВ.

Кроме планов открытых распределительных устройств даются их разрезы по отдельным ячейкам. Рассмотрим три разреза для ОРУ на 110 кВ с выключателями ВМК-110 с двумя рабочими и одной обходной системой шин.



Разрез ОРУ на 110 кВ по ячейке силового трансформатора приведен на рис. 100.

На разрезе показаны сборные шины обходной 2, первой 9 и второй 7 рабочих систем и соответствующие шинные разъединители 1, 10 и 8. От шинных разъединителей 10 первой и 8 второй рабочих систем шин через выключатель 5, трансформатор тока 4 и разъединитель 3, а также от разъединителя 1 обходной системы шин провода 11 идут к трансформатору в направлении, указанном стрелкой. К этим же проводам подключен разрядник 12. Кабели проложены в кабельном коробе 6. Пунктиром обозначены предельные габариты оборудования, которое можно перемещать по проезжей части вдоль ряда выключателей на 110 кВ.

Разрез ОРУ на 110 кВ по ячейке шиносоединительного выключателя и шинных аппаратов приведен на рис. 101.

На разрезе показаны: шинные аппараты первой 10 (разрядник 14 и трансформатор напряжения 13) и второй 8 (разрядник 1 и трансформатор напряжения 2) систем шин; шиносоединительный выключатель 7 со своими шинными разъединителями 11 и 4 первой и второй систем шин и трансформатором тока 5; разъединители 3 и 12 шинных аппаратов и кабельный короб 9. Вторая система шин 8 связана со своими шинными аппаратами мостом 6.

Разрез ОРУ на 110 кВ по ячейке ЛЭП приведен на рис. 102.

На разрезе показаны: опорный изолятор 1, высокочастотный заградитель 2 с конденсатором; шины обходной 3, первой 11 и второй 9 рабочих систем и соответствующие шинные разъединители 4, 12 и 10; линейный разъединитель 5; трансформатор тока 6; выключатель 7; кабельный короб 8.

### § 23. ЧЕРТЕЖИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

При строительстве и обслуживании линий электропередачи (ЛЭП) пользуются планами и профилями трассы, чертежами переходов через естественные препятствия, железнодорожные и автомобильные трассы и другие сооружения, а также воздушных линий в кабельные и наоборот. Кроме того, используют чертежи опор и их элементов, а также установочные чертежи средств защиты линий от атмосферных перенапряжений.

● На плане (рис. 103) показывают ось линии электропередачи с указанием всех углов ее поворота, производственных пикетов (мест установки опор), длины прямых участков, прилегающей местности с пересекаемыми препятствиями.

● На профиле (рис. 104) показывают оси опор и положения нижнего провода ЛЭП при наибольшей стреле провеса\*, а также рельеф земной поверхности (сплошная линия), буровой профиль (пунктирные линии), указывая характер грунта. Ниже дают спрям-

---

\* Стрелой провеса называют максимальное расстояние по вертикали между низшей точкой провода в пролете и прямой линией, соединяющей точки его крепления к опорам.

Наименования ячеек	ВЛ 110 кВ	ВЛ 110 кВ	Обходной выключатель	Трансфор- матор 1Т
Номера ячеек	№1	№2	№3	№4

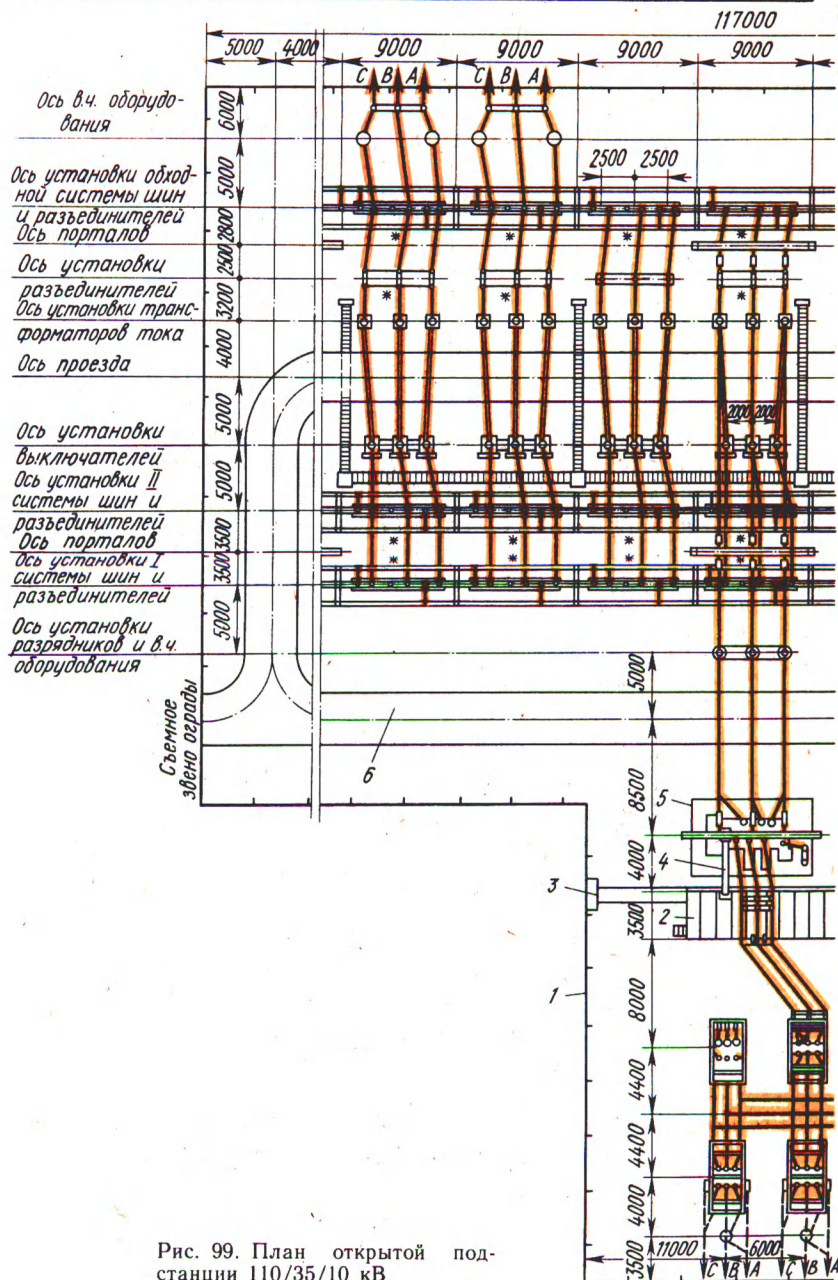
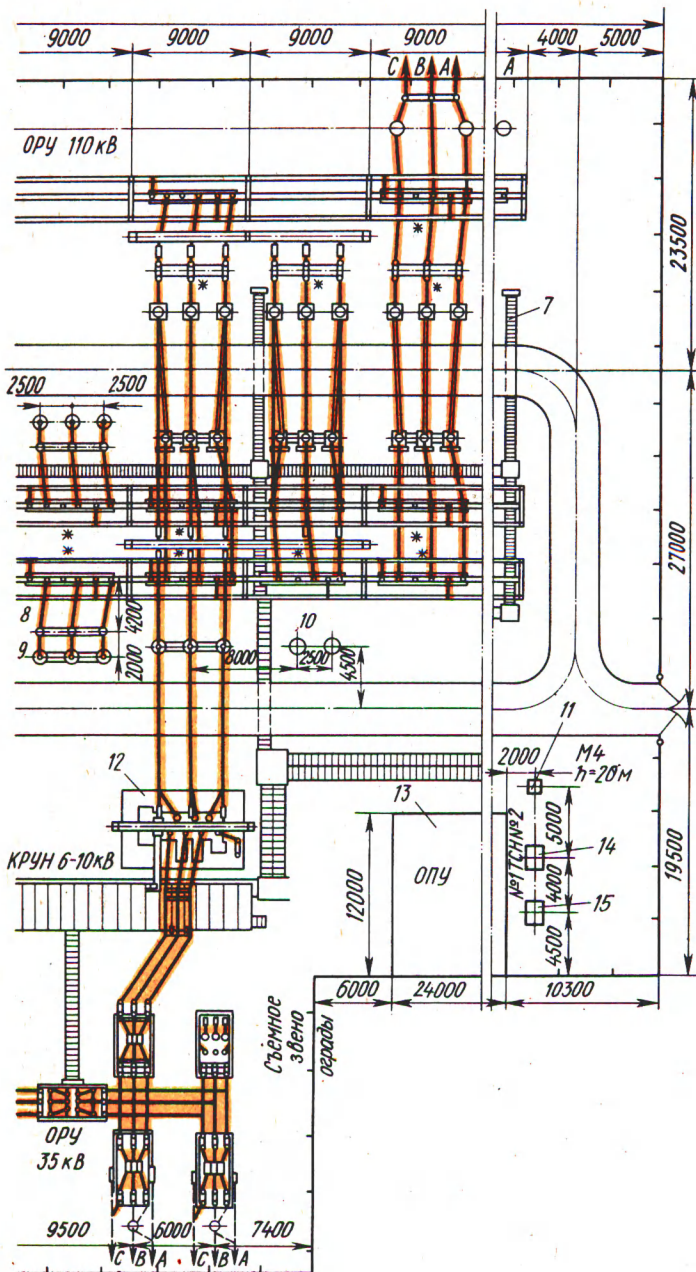


Рис. 99. План открытой под-  
станции 110/35/10 кВ

Шинные аппараты	Трансфор- матор 2Т	Шиносоеди- нительный выключатель	ВЛ 110 кВ
№5	№6	№7	№8





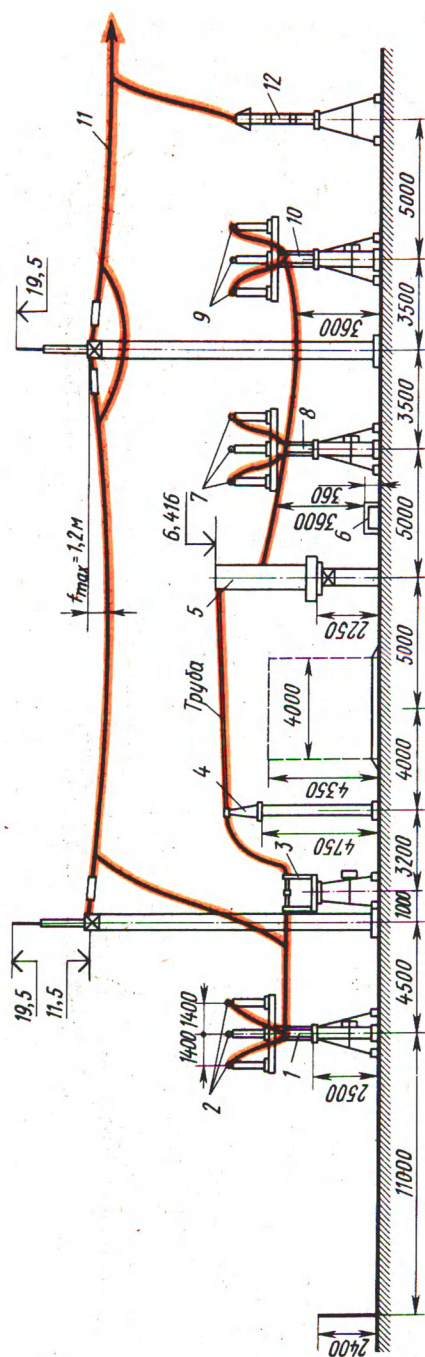


Рис. 100. Разрез ОРУ 110 кВ по ячейке силового трансформатора

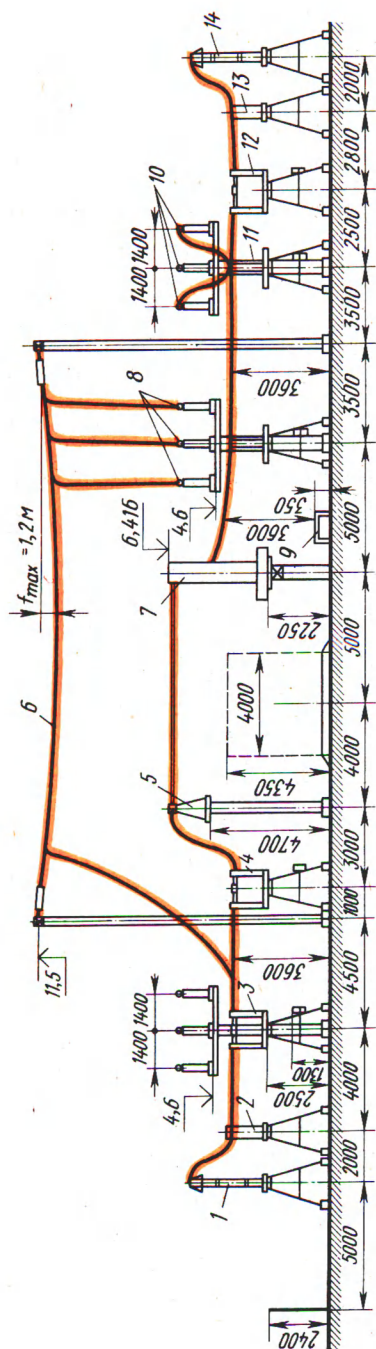


Рис. 101. Разрез ОРУ 110 кВ по ячейкам шиносоединительного выключателя и шинных аппаратов

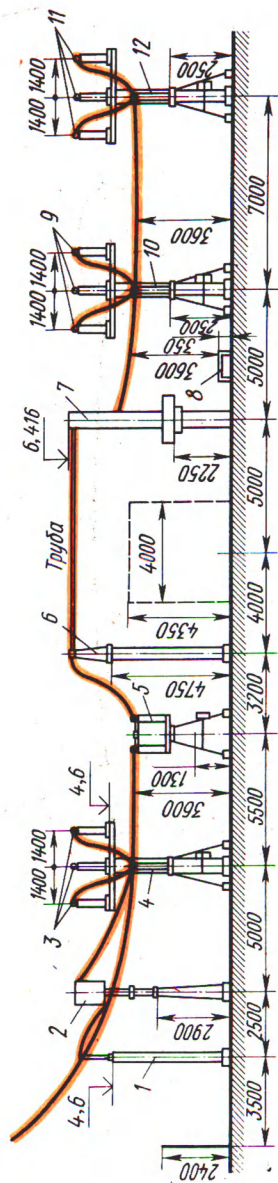


Рис. 102. Разрез ОРУ 110 кВ по ячейке ЛЭП

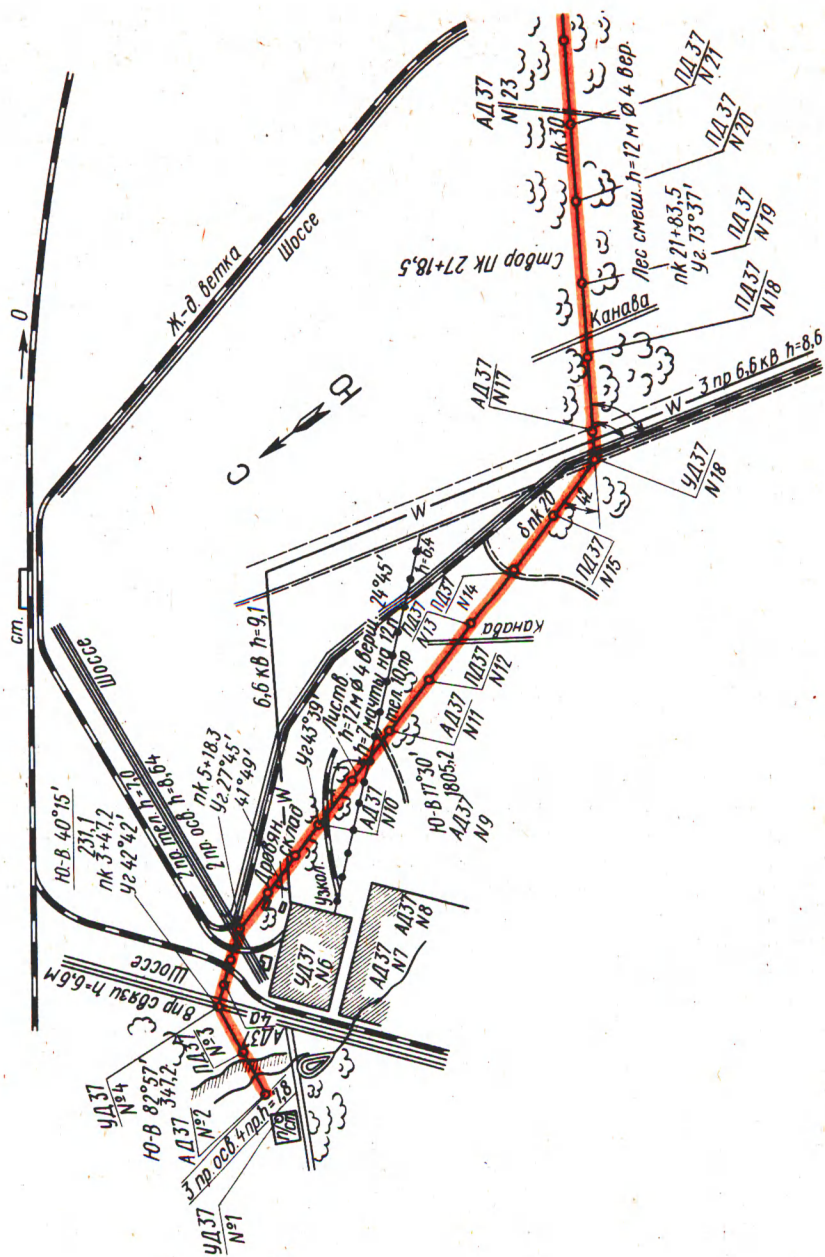


Рис. 103. План линии электропередачи

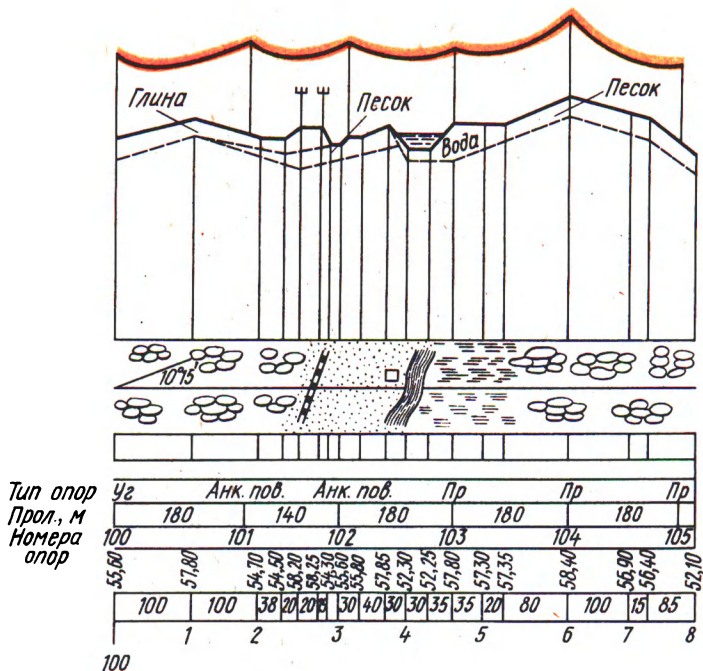


Рис. 104. Профиль линии электропередачи

ленный план линий (абрис), под которым помещают данные о типах опор, длинах пролетов между ними и порядковых номерах.

На рис. 104 показаны шесть опор, угловая Уг, две анкерные повышенные Анк. пов. и три промежуточные Пр, имеющие соответственно номера от 100 до 105. В самом низу показаны места пикетов и расстояния между ними, а также даны высотные отметки. Вычитая из большей отметки меньшую, можно узнать превышение. Так, отметка 58,40, где установлена опора 104, выше отметки 55,60, где установлена опора 100 на 2,8 м.

● На профиле линии электропередачи при переходе через препятствия (железнодорожные пути и линии связи), приведенном на рис. 105, показаны две опоры по одной с каждой стороны препятствия и провод (нижний) между ними с указанием стрелы провеса и габаритов\*.

## § 24. ЧЕРТЕЖИ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ

При небольшом количестве кабелей их показывают на чертежах сооружений и планах местности, используя обозначения, которые были приведены на рис. 56. Чтение таких чертежей не вызывает

\* Габаритом называют кратчайшее расстояние по прямой между натянутым проводом (или тросом) и землей или расположенным под проводом сооружением, а также расстояние от провода до опоры или троса.



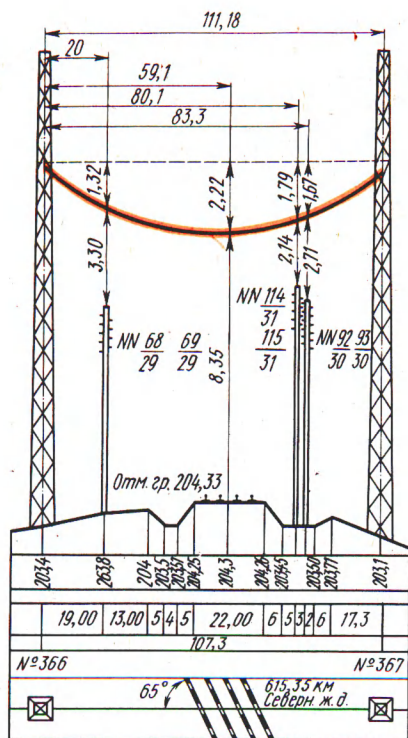


Рис. 105. Профиль линии электропередачи при переходе железнодорожных путей

их использованию для прокладки кабелей.

Все это привело к созданию принципиально новой документации, создаваемой поточно-координатным методом проектирования с помощью ЭВМ. Для прокладки кабелей при этом используют специальные планы трасс и кабельные журналы.

Рассмотрим пример выполнения поточно-координатным методом плана трасс и кабельного журнала при прокладке кабелей на блочной тепловой электростанции.

● План трасс кабелей (рис. 106) представляет собой план главного корпуса электростанции с нанесенной на него координатной сеткой. Координаты  $Y$  отсчитывают от ряда  $A$  колонн к последнему ряду (на чертеже снизу вверх), а координаты  $X$  — от первой колонны к последней (на чертеже справа налево). План разбивают на квадраты со стороной 3 м и наносят на него электрооборудование и трассы, по которым прокладываются кабели (сами кабели не показывают). Кроме того, приводят спецификацию электрооборудования (табл. 7) с указанием координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  мест его установки (координата  $Z$  — это отметка по высоте, на которой устанавливается оборудование).

трудностей. Однако на таких крупных энергетических объектах, как районные подстанции и особенно электростанции, количество прокладываемых кабелей исчисляется тысячами и даже десятками тысяч. При этом приходится пользоваться множеством планов по разным отметкам сооружения, на которых показаны трассы с проходящими по ним кабелями, разрезами мест переходов одной трассы в другую, а также пересечений трасс и переходов их из одного помещения в другое. Проектирование, монтаж и эксплуатация кабельного хозяйства сопряжены с большими трудностями, поскольку необходимо решать задачи оптимального выбора трасс для всех кабелей, наиболее полного использования кабельных конструкций и целесообразного объединения контрольных кабелей в потоки. Еще в большей степени эти трудности возрастают на атомных электростанциях, где особенно жесткие требования предъявляют как к проектированию трасс, так и обязательному

Т а б л и ц а 7. Перечень оборудования на плане кабельных трасс

№ п/п	Наименование	Монтажная марка	Координаты		
			X	Y	Z
1 2	КРУ на 6 кВ, секция РА КРУ на 6 кВ, секция РБ	<i>НРА</i> <i>НРБ</i>	10	20	0,00
· · ·					
11 12	Сборка турбогенератора То же	<i>ННМ1</i> <i>ННМ2</i>	24 24	1 1	0,00 0,00
· · ·					
23	Сборка задвижек	<i>НЗМ4</i>	24—25	1	0,00
· · ·					
39	Сборка освещения	<i>МЦЛ2</i>	8	1	0,00
· · ·					
48 49	Сборка котла То же	<i>ННК5А</i> <i>ННК5Б</i>	23—24 24	31 31	0,00 0,00
· · ·					
57 58 59 60 61 62 63 64	Общестанционная сборка То же » Сборка задвижек То же » Местный щит котельной Сборка освещения	<i>НКЦА</i> <i>НКЦБ</i> <i>НКЦВ</i> <i>НЗКП</i> <i>НЗКЦ</i> <i>НЗБН</i> <i>НКЦЩ</i> <i>ІКЦЛ-І</i>	6 6 5 9 5—6 7 8 5	33 33 33 27 33 27 27 34	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00

План трасс выполняют на один блок, если компоновочные решения всех блоков одинаковы. Такой план можно использовать для любого числа блоков, для чего в монтажную марку оборудования вместо

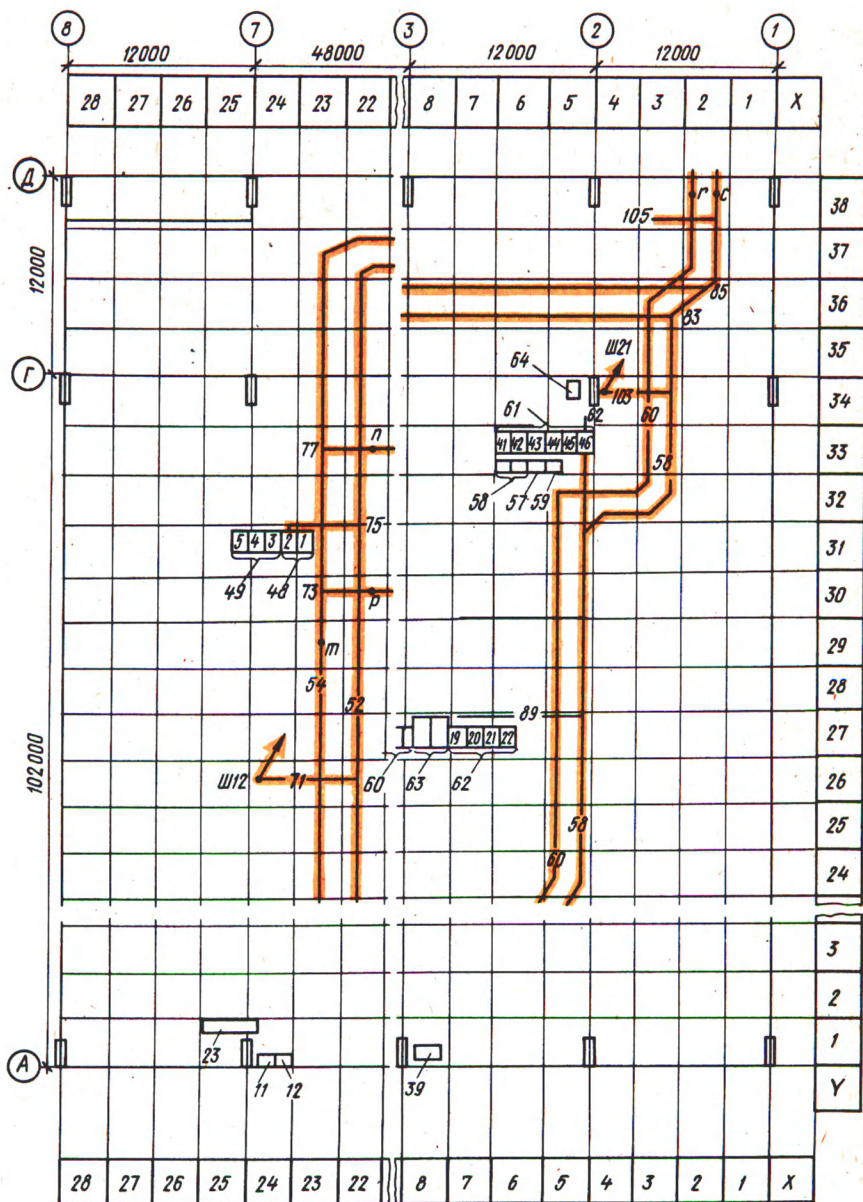


Рис. 106. План трасс кабелей

номера блока вводят индекс  $N$ . Например, секции КРУ на 6 кВ всех блоков на плане обозначают  $NPA$ . Кабельные трассы нумеруются от 1 до 100 на отметке 0,00 и от 101 и далее выше отметки 0,00. При этом



трассы, идущие параллельно и перпендикулярно ряду *A* колонн, нумеруют соответственно нечетными и четными числами. Подъемы и спуски трасс нумеруют от 1 и далее, присваивая букву *Ш* — шахта (подъем указывает стрелка, направленная вверх, а спуск — стрелка, направленная вниз). Для того чтобы не путать номера оборудования с номерами трасс, первые должны обязательно иметь выносные линии.

Таким образом, места установки оборудования и любые точки трасс кабелей определяются их координатами. Например, общестанционные сборки *НКЦА* и *НКЦБ* определяются координатами  $X = 6$  и  $Y = 33$ ; точки *m*, *n* *p* трасс 54, 77 и 73 — соответственно координатами  $X = 23$  и  $Y = 29$ ,  $X = 22$  и  $Y = 33$ ,  $X = 22$  и  $Y = 30$ ; подъем *Ш12* трассы 71 — координатами  $X = 24$  и  $Y = 26$  и т. д.

● В кабельном журнале указывают: координаты мест установки электрооборудования, соединяемого кабелем; номер кабеля, его марку, длину, число и сечение жил; трассу прокладки. Трассу прокладки кабеля обозначают дробью, указывая в числителе ее номер, а в знаменателе — номер полки кабельной конструкции.

При прокладке кабелей под потолком в один ряд (плоский переход) в знаменателе дроби ставят индекс «0». При прокладке контрольных кабелей по полу сооружения в мостиках или коробе вместо номера полки в знаменателе ставят индекс «П». Так, обозначение  $\frac{20}{0}$  в графе «Трасса прокладки» означает прокладку кабеля под потолком кабельного сооружения в один ряд по трассе № 20, а обозначение  $\frac{26}{\text{П}}$  — прокладку контрольного кабеля в коробе по полу по трассе № 26.

Буквенные обозначения  $\frac{\text{Б}}{1}$ ,  $\frac{\text{Б}}{2}$ ,  $\frac{\text{Б}}{3}$ ,  $\frac{\text{Б}}{4}$  в графе «Трасса прокладки» журнала указывают, что кабели должны быть проложены по трассам сооружений соответственно блоков № 1, 2, 3 и 4. Ограничение трассы прокладки кабелей в пределах сооружений одного блока указывается знаком  $\square$ . Отсутствие в графе журнала «Трасса прокладки» буквенного обозначения номера блока указывает, что для всех блоков трассы кабелей одинаковы.

В пределах тематики кабельного журнала (силовые, контрольные, КИП и другие кабели) приняты сквозная нумерация кабелей. При этом перед номером кабелей проставляют цифровой индекс с точкой, указывающий их назначение.

Так, отмечают следующими индексами кабели энергетических блоков: 1 — силовые на напряжение 6 кВ и выше; 2 — силовые на напряжение до 1000 В; 3 — контрольные; 4 — кабели КИП (контрольно-измерительных приборов), а общестанционные — индексами: 5 — силовые на напряжение 6 кВ и выше; 6 — силовые на напряжение до 1000 В; 7 — контрольные, 8 — КИП.

Например, второй силовой блочный кабель 6 кВ имеет номер 1.0002, а общестанционный — 5.0002; третий силовой блочный кабель 0,4 кВ имеет номер 2.0003, а общестанционный — 6.0003;

[illegible]

Рис. 107. Образец листа кабельного журнала

двести второй контрольный блочный кабель имеет номер 3.0202, а общестанционный — 7.0202.

Пример заполнения кабельного журнала для контрольных кабелей № 3.0513; 3.0514; 3.0515 и 3.0516 приведен на рис. 107. Так, один кабель № 3.0513 с маркировкой NMA-272 по проекту идет от шкафа рядов зажимов 2 блочного щита управления БШУ с координатами  $X = 12$ ,  $Y = 18$  и  $Z = 9,00$  по трассам 115, 112, 119 и 118 к панели 8 блочного щита с координатами  $X = 16$ ,  $Y = 18$  и  $Z = 9,00$  и уложен на первой полке кабельных конструкций. Марка этого кабеля КВВГ, число жил 19 сечением  $1,5 \text{ мм}^2$ , из которых пять — резервные; длина кабеля 20 м. Другой кабель № 3.0516 с маркировкой NMA-460 по проекту идет от секции NPA КРУ на 6 кВ с координатами  $X = 10$ ,  $Y = 20$  и  $Z = 0,00$  в котельное отделение к аварийной кнопке с координатами  $X = 13$ ,  $Y = 26$  и  $Z = 0,00$  по трассам 57 (полка 8), 20 (под потолком), 55 (полка 8), 26 (по полу), 57 и 24 (по полкам 8) и 50 (по полке 9).

В графе «Трасса прокладки» для этих кабелей отсутствует буква Б, что означает идентичность трасс для всех блоков.

Для кабелей № 3.0514 с маркировкой МА-300 в графе «Трасса прокладки» проставлены буквенные обозначения  $\begin{bmatrix} \frac{Б}{1,3} \end{bmatrix}$  и  $\begin{bmatrix} \frac{Б}{2,4} \end{bmatrix}$  перед номерами трасс, указывающие их идентичность для блоков 1 и 3 в первом случае и блоков 2 и 4 во втором и ограничение трасс пределами сооружений соответствующих блоков. На отметке 0,00 номера трасс пронумерованы в пределах 100, а на отметке 9,00 — выше 100.

Заполнение полок кабельных конструкций в узловых (координатных) точках, определяемых местами пересечения трасс, фиксируется на специальных форматках, которые брошюруются в «Альбом координатных точек». Эти форматки заменяют чертежи разрезов трасс в координатных точках. В каждой форматке указываются координаты узловой точки и номер трассы, номера полок уложенных на них кабелей.

Кабельные журналы комплектуются дублирующими листами, что позволяет отрезать продублированный лист (по пунктирной линии на рис. 96) при выдаче задания на прокладку кабелей. При этом в кабельном журнале остаются основной лист и корешок (графы 1, 2, 3, 4, 5) дублирующего листа, на которых делают отметки о начале и окончании прокладки кабелей.

## 2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие варианты конструкторской документации установлены для изделий с электромонтажом?
2. Какими средствами обеспечивается показ невидимых мест присоединения проводников на чертежах изделий?
3. Как отображают присоединение проводников к многоконтактному изделию?
4. Что отображают на чертежах жгутов проводов?
5. Какие сведения приводятся в таблице соединений?
6. Как изображают проводники и изоляцию электрических обмоток на видах и в разрезах?

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	3
Глава первая. Общие сведения о чертежах и схемах электроустановок	6
§ 1. Основные средства изображения устройств и установок . . . . .	6
§ 2. Виды и типы схем . . . . .	6
§ 3. Особенности схем электроустановок и общие требования к их выполнению . . . . .	7
Глава вторая. Условные графические обозначения в электрических схемах . . . . .	9
§ 4. Построение условных графических обозначений . . . . .	9
§ 5. Примеры условных графических обозначений . . . . .	13
§ 6. Размеры условных графических обозначений . . . . .	33
Глава третья. Условные буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах . . . . .	35
§ 7. Общие сведения . . . . .	35
§ 8. Позиционные обозначения . . . . .	36
§ 9. Обозначения цепей . . . . .	41
Глава четвертая. Принципиальные электрические схемы . . . . .	49
§ 10. Основные правила выполнения и чтения принципиальных схем	49
§ 11. Схемы электрического освещения . . . . .	54
§ 12. Схемы распределения электроэнергии между потребителями . . . .	56
§ 13. Схемы управления электрооборудованием силовых электрических цепей	61
14. Схемы устройств с электронной и микроселектронной аппаратурой	71
Глава пятая. Схемы соединений и подключения . . . . .	81
§ 15. Основные правила выполнения схем соединений и подключения	81
§ 16. Схемы соединений . . . . .	83
§ 17. Схемы подключения . . . . .	91
Глава шестая. Планы расположения электрооборудования и прокладки электрических сетей . . . . .	97
Глава седьмая. Чертежи электротехнических изделий и электроустановок	103
§ 18. Конструкторская документация изделий, изготавливаемых с применением электроустановки . . . . .	103
§ 19. Чертежи электрических жгутов . . . . .	106
§ 20. Чертежи изделий с электрическими обмотками и печатных плат	110
§ 21. Установочные чертежи . . . . .	117
§ 22. Электротехнические чертежи распределительных устройств и подстанций на напряжение выше 1000 В . . . . .	123
§ 23. Чертежи линий электропередачи . . . . .	131
§ 24. Чертежи прокладки кабелей . . . . .	137

**50 коп.**