Конструкция, принцип действия, маркировка и эксплуатация синхронных генераторов.

В синхронных машинах [магнитное поле](http://scask.ru/book_s_phis2.php?id=48) токов якорной обмотки и ротор вращаются с одинаковой скоростью (синхронно). Синхронные машины обратимы, т. е. они могут работать как генераторы и как двигатели. Однако наибольшее распространение они получили как генераторы переменного тока, которые устанавливают на всех современных электростанциях.

[Генератор переменного тока](http://sernam.ru/book_phis_t2.php?id=168) был изобретен выдающимся русским электротехником П. Н. Яблочковым. Этот генератор был применен для питания электрических свечей и по принципу работы ничем не отличался от современных генераторов, являясь первым многофазным генератором. На его статоре были уложены изолированные друг от друга несколько обмоток, каждая из которых имела свою цепь с группой свечей.

В 1888 г. другой выдающийся русский электротехник М. О. Доливо-Добровольский построил первый в мире трехфазный генератор мощностью около 3 кВА.

Синхронный генератор имеет две основные часик ротор и статор.

Ротор (подвижная, вращающаяся часть машины) образует систему вращающихся электромагнитов, питаемых постоянным током от внешнего источника.

Статор (неподвижная часть машины) ничем не отличается от статора асинхронной машины. В его обмотке действием вращающегося [магнитного поля](http://scask.ru/book_s_phis2.php?id=48) ротора наводится ЭДС, подаваемая на внешнюю цепь генератора (в режиме двигателя на обмотку статора подается напряжение сети). Такая конструкция генератора позволяет устранить скользящие контакты в цепи нагрузки генератора (обмотка статора соединяется с нагрузкой непосредственно) и надежно изолировать рабочую обмотку от корпуса машины, что весьма существенно для современных генераторов, изготовляемых на большие мощности при высоких напряжениях. Основной [магнитный поток](http://scask.ru/book_oet.php?id=31) синхронного генератора, создаваемый вращающимся ротором, возбуждается от постороннего источника-возбудителя, представляющего собой обычный [генератор постоянного тока](http://sernam.ru/book_phis_t2.php?id=169) (мощностью 0,5-10% от мощности генератора). Возбудитель устанавливается на общем валу с генератором либо соединяется с валом генератора муфтой или ременной передачей. Постоянный ток от возбудителя проходит через обмотку ротора через два кольца и неподвижные щетки, установленные на валу ротора.

По своей конструкции роторы различают явнополюсные (рис. 5-25, а) и неявнополюсные (рис. 5-25, б). Число пар полюсов ротора обусловлено скоростью его вращения. При частоте генерируемой ЭДС 50 Гц неявнополюсный ротор быстроходной машины—турбогенератора, вращающийся со скоростью

Рис. 5-25

Рис. 5-26

3000 об/мин, имеет одну пару полюсов, тогда как явнополюсный ротор тихоходного гидрогенератора (скорость вращения которого определяется высотой напора воды), вращающийся со скоростью от 50 до 750 об/мин, имеет число пар полюсов соответственно от 60 до 4.

Маломощные синхронные генераторы (до 100 кВА), как правило, имеют самовозбуждение: обмотка возбуждения питается выпрямленным током того же генератора (рис. 5-26). Цепь возбуждения образуют трансформаторы тока , включаемые в цепь нагрузки генератора, [полупроводниковый выпрямитель](http://sernam.ru/book_phis_t2.php?id=111) ПВ, собираемый, например, по схеме трехфазного моста, и обмотка возбуждения генератора ОВ с регулировочным реостатом R.

Самовозбуждение генератора происходит следующим образом. В момент пуска генератора благодаря остаточной индукции в магнитной системе появляются слабые ЭДС и токи в рабочей обмотке генератора. Это приводит к появлению ЭДС во вторичных обмотках трансформаторов ТТ и небольшого тока в цепи возбуждения, усиливающего [индукцию магнитного поля](http://lib.sernam.ru/book_u_phis2.php?id=16) машины. ЭДС генератора возрастает до тех пор, пока магнитная система машины полностью не возбудится.

Такие генераторы (однофазные и трехфазные) используют в маломощных низковольтных передвижных электростанциях, применяемых, например, в сельском хозяйстве для электрострижки овец и дойки коров, а также для питания сельских передвижных киноустановок и т. д. В этих генераторах рабочая обмотка часто выполняется на роторе, а на внутренней поверхности статора устраивается полюсная система с явно выраженными полюсами. Подключение генератора к внешней нагрузке осуществляется через скользящие токосъемы (щетки с кольцами на оси ротора).

Конструкция, принцип действия, маркировка и эксплуатация силового трансформатора.

**Силовой трансформатор** - это электрический аппарат, который предназначен для преобразования электрической энергии одного значения напряжения в электрическую энергию другого значения напряжения. Трансформаторы бывают:

* в зависимости от количества фаз: однофазные и трехфазные;
* по количеству обмоток: двухобмоточные и трехобмоточные;
* в зависимости от места их установки: наружной и внутренней установки;
* по назначению: понижающие и повышающие;

Кроме того, силовые трансформаторы различают по группам соединения обмоток, по способу охлаждения. Также при установке трансформаторов учитывают климатические условия.

Принцип работы любого силового трансформатора основан на законе электромагнитной индукции. Если к обмотке данного устройства [подключить источник переменного тока](http://elektri4estwo.ru/osnovi-elektrotehniki/1-peremennii-i-postoyannii-tok.html), то по виткам этой обмотки будет протекать переменный ток, который создаст в магнитопроводе трансформатора переменный магнитный поток. Замкнувшись в магнитопроводе, переменный магнитный поток будет индуктировать электродвижущую силу (ЭДС) в другой обмотке трансформатора. Это объясняется тем, что все обмотки трансформатора намотаны на один магнитопровод, то есть они связаны между собой магнитной связью. Значение индуктируемой ЭДС будет пропорционально количеству витков данной обмотки.

**Краткая характеристика и конструкция силового трансформатора типа ТДТН-40000/110**

Конструкции силовых трансформаторов различного типа схожи между собой. Отличие заключается в комплектации аппарата, конструкции системы охлаждения и защиты. Рассмотрим конструкцию аппарата на примере аппарата типа ТДТН-40000/110.

Расшифруем буквенные и цифровые обозначения. Первая буква Т говорит о том сколько фаз у трансформатора, в данном случае он трехфазный. Буква Д обозначает тип системы охлаждения. Система охлаждения Д характеризуется естественной циркуляцией трансформаторного масла и принудительной циркуляцией воздуха. Третья буква Т показывает количество обмоток силового трансформатора. В данном случае их три, то есть аппарат трехобмоточный. Последняя буква Н свидетельствует о возможности регулировки напряжения под нагрузкой (устройство РПН). Цифровое значение 40000 – номинальная мощность силового трансформатора в киловольтамперах (кВА). Значение 110 является номинальным напряжением обмотки высокого напряжения.

Далее рассмотрим основные конструктивные части силового трансформатора. Три обмотки [высокого, среднего и низкого напряжения](http://elektri4estwo.ru/osnovi-elektrotehniki/2-elektricheskoe-napryajenie.html) намотаны на сердечник (магнитопровод), выполненный из шихтованной стали. Магнитопровод с обмотками помещен в специальный бак. На крышке бака расположены выводы обмоток. В данном случае трех обмоток: высокого (ВН), среднего (СН) и низкого напряжений (НН). Обмотка ВН и СН имеет нулевой вывод, предназначенный для заземления обмотки. Если нулевой вывод трансформатора заземляется, то эта обмотка называется глухозаземленной, в противном случае именуется с изолированной нейтралью.

Также на крышке бака расположена выхлопная труба, газовая защита, устройство регулировки напряжения (РПН), расширитель и маслопровод, соединяющий расширитель непосредственно с самим баком.

Выхлопная труба служит для защиты бака трансформатора от разрыва при резком увеличении давления газа, который выделяется при внутренних повреждениях аппарата.

Газовая защита выполнена на газовом реле, которое действует на сигнал либо на отключение трансформатора в случае повреждения внутри самого аппарата.

Расширитель предназначен для обеспечения постоянного заполнения бака маслом при изменении температуры окружающего воздуха или нагрузки трансформатора, а также для уменьшения площади поверхности соприкосновения масла с воздухом. Соединение расширителя с атмосферой осуществляется через воздухоосушитель (дыхательный патрон).

Термосифонный фильтр заполняется силикагелем и служит для защиты масла от увлажнения и окисления. То есть осуществляет непрерывную регенерацию трансформаторного масла.

Для заливки и слива масла на баке аппарата расположены соответствующие задвижки, а также пробка для слива остатков масла. Для взятия пробы масла используется расположенный в нижней части бака кран.

Конструкция, принцип действия, маркировка и эксплуатация асинхронных двигателей.

8 марта 1889 года величайший русский учёный и инженер Михаил Осипович Доливо-Добровольский изобрёл **трёхфазный асинхронный двигатель** с короткозамкнутым ротором.



Современные [трёхфазные](http://electroandi.ru/toe/trekhfaznye-elektricheskie-tsepi.html) асинхронные двигатели являются преобразователями электрической энергии в механическую. Благодаря своей простоте, низкой стоимости и высокой надёжности асинхронные двигатели получили широкое применение. Они присутствуют повсюду, это самый распространённый тип двигателей, их выпускается 90% от общего числа двигателей в мире. Асинхронный электродвигатель поистине совершил технический переворот во всей мировой промышленности.

Огромная популярность асинхронных двигателей связана с простотой их эксплуатации, дешивизной и надежностью.

**Асинхронный двигатель** *- это асинхронная машина, предназначенная для преобразования электрической энергии переменного тока в механическую энергию.*Само слово “асинхронный” означает не одновременный. При этом имеется ввиду, что у асинхронных двигателей частота вращения магнитного поля статора всегда больше частоты вращения ротора. Работают асинхронные двигатели, как понятно из определения, от сети [переменного тока](http://electroandi.ru/toe/peremennyj-sinusoidalnyj-tok.html).

**Устройство**



На рисунке: 1 - вал, 2,6 - подшипники, 3,8 - подшипниковые щиты, 4 - лапы, 5 - кожух вентилятора, 7 - крыльчатка вентилятора, 9 - короткозамкнутый ротор, 10 - статор, 11 - коробка выводов.

Основными частями асинхронного двигателя являются статор (10) и ротор (9).

**Статор** имеет цилиндрическую форму, и собирается из листов стали. В пазах сердечника статора уложены обмотки статора, которые выполнены из обмоточного провода. Оси обмоток сдвинуты в пространстве относительно друг друга на угол 120°. В зависимости от подаваемого напряжения концы обмоток соединяются треугольником или звездой.



**Роторы** асинхронного двигателя бывают двух видов: короткозамкнутый и фазный ротор.

**Короткозамкнутый ротор** представляет собой сердечник, набранный из листов стали. В пазы этого сердечника заливается расплавленный алюминий, в результате чего образуются стержни, которые замыкаются накоротко торцевыми кольцами. Эта конструкция называется "беличьей клеткой". В двигателях большой мощности вместо алюминия может применяться медь. Беличья клетка представляет собой короткозамкнутую обмотку ротора, откуда собственно название.



**Фазный ротор** имеет трёхфазную обмотку, которая практически не отличается от обмотки статора. В большинстве случаев концы обмоток фазного ротора соединяются в звезду, а свободные концы подводятся к контактным кольцам. С помощью щёток, которые подключены к кольцам, в цепь обмотки ротора можно вводить добавочный резистор. Это нужно для того, чтобы можно было изменять активное сопротивление в цепи ротора, потому что это способствует уменьшению больших пусковых токов. Подробнее о фазном роторе можно прочитать в статье - [асинхронный двигатель с фазным ротором](http://electroandi.ru/elektricheskie-mashiny/asinkhronnyj-dvigatel-s-faznym-rotorom.html).

****

**Принцип работы**

При подаче к обмотке статора напряжения, в каждой фазе создаётся магнитный поток, который изменяется с частотой подаваемого напряжения. Эти магнитные потоки сдвинуты относительно друг друга на 120°, как во времени, так и в пространстве. Результирующий магнитный поток оказывается при этом вращающимся.

Результирующий магнитный поток статора вращается и тем самым создаёт в проводниках ротора ЭДС. Так как обмотка ротора, имеет замкнутую электрическую цепь, в ней возникает ток, который в свою очередь взаимодействуя с магнитным потоком статора, создаёт пусковой момент двигателя, стремящийся повернуть ротор в направлении вращения магнитного поля статора. Когда он достигает значения, тормозного момента ротора, а затем превышает его, ротор начинает вращаться. При этом возникает так называемое скольжение**.**

**Скольжение** **s** - *это величина, которая показывает, насколько синхронная частота****n1****магнитного поля статора больше, чем частота вращения ротора****n2****, в процентном соотношении.*

Скольжение это крайне важная величина. В начальный момент времени она равна единице, но по мере возрастания частоты вращения **n2** ротора относительная разность частот **n1-n2** становится меньше, вследствие чего уменьшаются ЭДС и ток в проводниках ротора, что влечёт за собой уменьшение вращающего момента. В режиме холостого хода, когда двигатель работает без нагрузки на валу, скольжение минимально, но с увеличением статического момента, оно возрастает до величины **sкр-**критического скольжения. Если двигатель превысит это значение, то может произойти так называемое опрокидывание двигателя, и привести в последствии к его нестабильной работе. Значения скольжения лежит в диапазоне от 0 до 1, для асинхронных двигателей общего назначения оно составляет в номинальном режиме - 1 - 8 %.

Как только наступит равновесие между электромагнитным моментом, вызывающим вращение ротора и тормозным моментом создаваемым нагрузкой на валу двигателя процессы изменения величин прекратятся.

Выходит, что принцип работы асинхронного двигателя заключается *во взаимодействии вращающегося магнитного поля статора и токов, которые наводятся этим магнитным полем в роторе*. Причём вращающий момент может возникнуть только в том случае, если существует разность частот вращения магнитных полей.

**Режмы работы электрооборудования**

**нормальный режим работы электрооборудования**(normal operation): Режим работы электрооборудования, характеризующийся рабочими значениями всех параметров. **Номинальный режим** (*продолжительный режим*) — такой режим работы машин и оборудования, при котором они могут наиболее эффективно работать на протяжении неограниченного времени (более нескольких часов). Для оборудования, связанного с рассеиванием энергии ([резисторы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80)), либо с её преобразованием ([двигатели](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C), [генераторы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80)), номинальный режим определяется возможностью работы оборудования без превышения предельно допустимых температур.

**Режим работы электрооборудования аварийный:**

"...Аварийный режим: эксплуатационный режим работы электрооборудования, требующийся для систем безопасности только в том случае, если происходит отказ в работе основного источника электроснабжения..."

**Место и назначение электромонтажных работ в электрификации и автоматизации сельского хозяйства.**

Электромонтажные работы – это выполнение различных работ, связанных с внедрением разных систем управления, установкой электрооборудования, инженерных коммуникаций, а также выполнением электромонтажа. Безупречная работа установленного оборудования зачастую зависит от качества выполненных электромонтажных работ. Наиболее важную роль играют электромонтажные работы, связанные с установкой систем автоматизации контроля, различных измерительных устройств и датчиков. Причина работы электрооборудования с перебоями зависит, прежде всего, от того, как выполнены электромонтажные работы. Если выполненные работы не соответствуют заданным стандартам и нормам, то электрооборудование работает с перебоями, имеет нарушения производственного цикла, что приводит к экономическим убыткам. Во избежание подобных случаев необходимо, прежде всего, ответственно и качественно выполнять проектирование и внедрение в эксплуатацию электрооборудования. Для этого, необходимо различать определенные этапы электромонтажных работ. Это не только монтаж и пуско-наладочные работы, но и проектировка, и предварительная подготовка. Как правило, комплексные электромонтажные работы состоят из ряда этапов.

**Классификация помещений по условиям окружающей среды пожароопасности степени опасности поражение электрическим током.**

Нормальная работа электроустановок зависит от различных факторов окружающей среды. На электрические сети и электрооборудование влияют температура окружающей среды и резкие ее изменения, влажность, пыль, пары, газ, солнечная радиация. Эти факторы могут изменять срок службы электрооборудования и кабелей, ухудшать условия их работы, вызывать аварийность, повреждения и даже разрушение всей установки.

Особенно зависят от условий окружающей среды электрические свойства изоляционных материалов, без которых не обходится ни одно электрическое устройство. Эти материалы под влиянием климата и даже изменения погоды могут быстро и существенно менять, а при критических обстоятельствах терять свои электроизоляционные свойства.

Влияние неблагоприятных факторов окружающей среды на электрооборудование необходимо учитывать при проектировании, монтаже и эксплуатации электроустановок. Требования по защите электрооборудования и кабельных изделий от воздействия неблагоприятных факторов в процессе хранения, монтажа и эксплуатации изложены в ПУЭ и СНиП.

В зависимости от характера окружающей среды и требований по защите электроустановок от ее воздействия в ПУЭ различают внутренние помещения и наружные установки. В свою очередь, внутренние помещения делятся на сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные, с химически активной средой, пожароопасные и взрывоопасные, а наружные (или открытые) установки — на нормальные, пожароопасные и взрывоопасные. Электроустановки, защищенные только навесами, относят к наружным.

**Сухими** считают помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60 %. Если в таких помещениях температура не превышает 30 °С, нет технологической пыли, активной химической среды, пожаро- и взрывоопасных веществ, то их называют помещениями с нормальной средой.

**Влажные помещения** характеризуются относительной влажностью воздуха 60...75 % и наличием паров или конденсирующейся влаги, выделяющихся временно и в небольших количествах. Большая часть электрооборудования рассчитана на работу при относительной влажности, не превышающей 75 %, поэтому в сухих и влажных помещениях используют электрооборудование в нормальном исполнении. К влажным помещениям относят насосные станции, производственные цеха, где относительная влажность поддерживается в пределах 60...75%, отапливаемые подвалы, кухни в квартирах и т. п.

**В сырых помещениях** относительная влажность длительно превышает 75 % (например, некоторые цеха металлопроката, цементных заводов, очистных сооружении и т.п.). Если относительная влажность воздуха в помещениях близка к 100 %, т. е. потолок, пол, стены, предметы в них покрыты влагой, то эти помещения относят к особо сырым.

На отдельных производствах металлургической и других отраслей промышленности (например, в литейных, термических, прокатных и доменных цехах) температура воздуха длительное время превышает 30 °С. Такие помещения называют **жаркими**. Одновременно они могут быть влажными или пыльными.

**Пыльными** считают помещения, в которых по условиям производства образуется технологическая пыль в таком количестве, что она оседает на проводах, проникает внутрь машин, аппаратов и т.д.

Различают пыльные помещения с токопроводящей и нетокопроводящей пылью. Пыль, не проводящая ток, не ухудшает качество изоляции, однако благоприятствует увлажнению ее и токоведущих частей электрооборудования вследствие своей гигроскопичности.

**В помещениях с химически активной средой** по условиям производства постоянно или длительно содержатся пары или образуются отложения, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

**Пожароопасными** называют помещения, в которых применяют или хранят горючие вещества. По степени пожароопасности их подразделяют на три класса: П-I, П-П, П-Па. К первому классу относятся помещения, в которых используют или хранят пожароопасные жидкости, ко второму классу — помещения, по условиям производства в которых выделяется взвешенная горючая пыль, не образующая взрывоопасных концентраций, а к последнему классу — помещения, где хранятся и используются твердые или волокнистые горючие вещества, не образующие взвешенных в воздухе смесей.

**Взрывоопасными** называют помещения, в которых по условиям производства могут образоваться взрывоопасные смеси горючих газов или паров с воздухом, кислородом или другими газами — окислителями горючих веществ, а также смеси горючих пылей или волокон с воздухом при переходе их во взвешенное состояние.

**Взрывоопасные установки** по степени опасности использования электрооборудования разделяют на шесть классов: B-I, В-Iа, B-I6, В-Iг, В-II и В-IIа. В установках класса B-I по условиям производства может происходить недлительное образование взрывоопасных смесей горючих газов или паров с воздухом либо другим окислителем при нормальных технологических режимах.

К классу В-Iа относят установки, в которых взрывоопасные смеси паров и газов могут образоваться только при авариях или неисправностях технологического оборудования. Для установок класса В-I6 характерно лишь местное образование взрывоопасных концентраций паров и газов в воздухе в незначительных объемах при надежно действующей вентиляции.

Наружные установки, образующие опасные взрывные концентрации горючих газов или паров, относят к классу В-Iг. В установках класса В-II могут создаваться взрывоопасные концентрации взвешенных горючих пылей при нормальной работе технологического оборудования, а в установках класса В-IIа — лишь при авариях или неисправностях.

Наружные установки, в которых перерабатывают или хранят горючие жидкости либо твердые горючие вещества (открытые склады минеральных масел, угля, торфа, дерева и т.п.), относятся к пожароопасным класса П-III.

Помещения классифицируют по наиболее высокому классу взрывоопасности расположенных в них установок. Агрессивная, сырая, пыльная и подобные им среды не только ухудшают условия работы электрооборудования, но и повышают опасность электроустановок для обслуживающих их людей. Поэтому в ПУЭ помещения в зависимости от возможности поражения людей электрическим током подразделяют на три группы: с повышенной опасностью, особо опасные и без повышенной опасности.

Большинство производственных помещений относятся к помещениям с повышенной опасностью, т. е. для них характерны наличие сырости (относительная влажность длительное время превышает 75 %) или проводящей пыли, токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных), высокой температуры (длительное время превышающей 30 °С), а также возможности одновременного прикосновения человека к соединенным с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой.

Для особо опасных помещений характерны особая сырость или наличие химически активной среды либо двух и более условий повышенной опасности.

Если в помещениях отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность, их называют помещениями без повышенной опасности. В зависимости от вида технологической деятельности в помещениях различных категорий и возможности поражения людей электрическим током  определяются характер исполнения электрооборудования, применяемого для данной среды, виды и способы выполнения электрических сетей.

**Электрические установки и классификация; по уровню рабочего напряжения ; по месту размещения изображения на схемах в виде условных обозначений.**

Электроустановками называется совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

По ***напряжению*** различают электроустановки:

– ***до 1000 В***;

– ***свыше 1000 В***.

По ***расположению*** электроустановки бывают:

– ***открытые*** или наружные (установки, защищенные сетками или навесами, рассматривают как наружные);

– ***закрытые*** или внутренние.

**Типы электрических схем.**

**Электри́ческая схе́ма** — это [документ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82), составленный в виде условных изображений или обозначений составных частей [изделия](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B5), действующих при помощи [электрической энергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE), и их взаимосвязей. Электрические схемы являются разновидностью [схем изделия](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%B8%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%8F) и обозначаются в шифре основной надписи буквой *Э*.

Правила выполнения всех типов электрических схем установлены [ГОСТ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2) 2.702-75 (не действителен, заменён на 2.702-2011), при выполнении схем цифровой вычислительной техники руководствуются ГОСТ 2.708-81.

**Содержание**

 [скрыть]

* [1Структурные электрические схемы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0#%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B)
* [2Функциональные электрические схемы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0#%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B)
* [3Принципиальные электрические схемы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0#%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BF%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B)
* [4Монтажные схемы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0#%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%B6%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B)
* [5Кабельные планы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0#%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%8B)
* [6Топологические электрические схемы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0#%D0%A2%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B)
* [7Мнемонические схемы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0#%D0%9C%D0%BD%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B)
* [8Ссылки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0#%D0%A1%D1%81%D1%8B%D0%BB%D0%BA%D0%B8)

Структурные электрические схемы[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&veaction=edit&section=1) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&action=edit&section=1)]

Разрабатываются на первом этапе [проектирования](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5). На структурных схемах отображаются основные элементы ([трансформаторы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80), линии).

Функциональные электрические схемы[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&veaction=edit&section=2) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&action=edit&section=2)]

**Функциональные электрические схемы** — Это наиболее общие схемы в отношении уровня абстракции и обычно показывают лишь функциональные связи между составляющими данного объекта и раскрывающими его сущность и дающие представление о функциях объекта, изображённого на данном [чертеже](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D1%82%D1%91%D0%B6). Каких-либо стандартов в изображении условных графических обозначениях этих схем нет. Действуют лишь общие требования к оформлению конструкторской документации или технологической.

Принципиальные электрические схемы[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&veaction=edit&section=3) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&action=edit&section=3)]

*Основная статья:*[***Принципиальная схема***](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BF%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0)

**Принципиальные электрические схемы** — это [чертежи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D1%82%D1%91%D0%B6), показывающие полные электрические и магнитные, и электромагнитные связи элементов объекта, а также параметры компонентов, составляющих объект, изображённый на чертеже. Здесь существуют много стандартов как на оформление чертежей, так и на условные графические изображения компонентов. На территории бывшего СССР действует государственный стандарт, однако с появлением принципиально новых компонентов пришлось отступать от стандартов, так как условных изображений просто не существует, поэтому реально наиболее общего стандарта на УГО фактически нет. В зарубежных странах приняты стандарты [IEC](https://ru.wikipedia.org/wiki/IEC), [DIN](https://ru.wikipedia.org/wiki/DIN) и [ANSI](https://ru.wikipedia.org/wiki/ANSI) и другие национальные стандарты, но на практике у производителей очень часто используется корпоративные стандарты, однако этот чертёж не учитывает габаритных размеров и расположения деталей объекта. В энергетике используются как однолинейные, так и полные схемы.

Эта разновидность схем предназначена в основном для наиболее полного понимания всех процессов, происходящих в цепи или на участке цепи, а также для расчёта параметров компонентов.

По уровню абстракции занимают среднее положение между функциональными и монтажными.

Монтажные схемы[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&veaction=edit&section=4) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&action=edit&section=4)]

**Монтажные схемы** — это чертежи, показывающие реальное расположение компонентов как внутри, так и снаружи объекта, изображённого на схеме. Предназначены, в основном, для того, чтобы можно было изготовить объект. Учитывает расположение компонентов схемы и электрических связей (электрических проводов и кабелей). Действуют лишь общие требования к оформлению конструкторской документации.

Кабельные планы[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&veaction=edit&section=5) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&action=edit&section=5)]

**Кабельные планы** — это чертежи, показывающие расположение и марки электрических проводов и кабелей. Действуют лишь общие требования к оформлению конструкторской документации.

Топологические электрические схемы[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&veaction=edit&section=6) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&action=edit&section=6)]

**Топологические электрические схемы** — это чертежи, показывающие расположение компонентов изображённого объекта. В микроэлектронике это обычно изображение чертежа микрокристалла интегральных микросхем.

Мнемонические схемы[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&veaction=edit&section=7) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&action=edit&section=7)]

**Мнемонические схемы** — это обычно плакаты с указанием реального состояния действующего положения коммутационной аппаратуры на объекте, над которым совершается управление его режимами. В основном используются в диспетчерских пунктах на энергетических объектах.

В настоящее время активно вытесняется системами компьютерной и компьютеризированными системами управления контроля и сигнализации ([SCADA](https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA)) с функциями ручного управления и принятия решений оператором.

Ссылки[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&veaction=edit&section=8) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0&action=edit&section=8)]

|  |  |
| --- | --- |
|  | [Электрическая схема](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category%3ACircuit_diagrams?uselang=ru) на Викискладе |

* [Примеры электрических схем](http://elektrik-master.ru/index.php?m=0&s=113)
* [Правила чтения электрических схем и чертежей](http://electricalschool.info/main/electroshemy/557-pravila-chtenija-jelektricheskikh-skhem.html)
* [ГОСТ 2.701-2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению](http://protect.gost.ru/v.aspx?control=7&id=174186)
* [ГОСТ 2.702-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем](http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=178579)
* **Требования к зданиям и сооружениям,принимаемым под монтаж электрооборудования, приемка помещения под монтаж.**
* Для повышения качества и сокращения сроков монтажа боль­шое внимание уделяют приемке помещений и сооружений под электромонтажные работы. Приемку объектов с составлением ак­тов, разрешающих производство электромонтажных работ, осу­ществляет комиссия. Такой порядок предусмотрен в СНиП.
*
* Выполнение электромонтажных работ без приемки помеще­ний часто приводит к повреждениям смонтированных электро­технических устройств или удлинению сроков ввода их в эксплу­атацию.
* К помещениям, предназначенным для установки *средних и круп­ных электрических машин,*при приемке под монтаж предъявляют следующие требования: все строительные и отделочные работы должны быть закончены до начала электромонтажа, убраны опа­лубки, излишние леса и строительный мусор, очищены, осуше­ны и накрыты щитами кабельные каналы для предотвращения травмирования работающих.
* По проектной документации проверяют наличие в помещениях проемов для доставки электрических машин в сборе или их наибо­лее крупных частей, а в перекрытиях над подвальной частью поме­щений — наличие люков, обеспечивающих перемещение наиболее крупных частей электрических машин и механического оборудова­ния. Размеры помещений должны обеспечивать возможность вы­полнения монтажа и демонтажа электрических машин (сдвиг рото­ра в осевом направлении, размещение частей машин, доступ к машинам во время их обслуживания и т.п.). Высота помещения должна позволять свободно проносить машину в сборе (при край­нем верхнем положении крюка мостового крана) или ее наиболее крупные части над другими установленными машинами.
* *Фундаменты*под монтаж принимают только при полном соот­ветствии их проектным геометрическим размерам и схеме распо­ложения закладных деталей и отверстий. Отклонения размеров не должны превышать: +30 мм— в плане, —30 мм — по высотным отметкам поверхности фундамента (без учета высоты подливки), -20 мм — по отметкам уступов в выемках и колодцах, +20 мм — по габаритам колодцев, ±5 мм — по осям анкерных болтов в пла­не, ±10 мм — по осям закладных устройств в плане, +20 мм — по отметкам верхних торцов анкерных болтов.
* Приемку готовности фундаментов оформляют актом, который подписывают представители строительной организации и технад­зора заказчика.
* К акту прилагают формуляр на фундамент с указанием:
* проектных и фактических отметок поверхности и основных размеров фундамента;
* проектных и фактических привязочных размеров и отметок анкерных колодцев;
* привязки главных осей фундамента;
* расположения и отметок реперов, заложенных в фундамент;
* расположения металлических планок, заложенных в фундамент.
* *Кабельные каналы*проверяют на соответствие их конфигурации, ширины и глубины проекту.

# **Аппаратура управления и защиты электродвигателей.**

Аппаратура управления и защиты электродвигателей — составная часть электропривода — предназначена для пуска и остановки двигателя, изменения частоты и направления вращения вала двигателя, а также для обеспечения работы электродвигателя в заданных режимах в соответствии с требованиями технологического процесса и для защиты его от ненормальных условий работы.

Аппаратуру управления классифицируют по назначению, способу управления (ручное, автоматическое, дистанционное), роду тока (постоянный или переменный), конструкции, исполнению (открытое, защищенное, пылебрызгонепроницаемое, тропическое и т. п.).

Аппаратура ручного управления приводится в действие обслуживающим персоналом. К аппаратуре ручного управления относятся рубильники, пакетные выключатели и переключатели, пусковые резисторы, кнопочные станции, автоматические выключатели. Ручное управление электроприводами применяют только в установках небольшой мощности с редкими включениями, не требующих дистанционного управления.

Для автоматического управления электроприводом чаще всего применяют релейно-контакторную аппаратуру, в которой используют контакторы, магнитные пускатели с кнопочными станциями, конечные и путевые выключатели, различные реле и т. п. Получают распространение бесконтактные способы управления электроприводами, основанные на применении тиристоров и симисторов.

Рубильники и переключатели предназначены для ручного включения, переключения и отключения электрических цепей с напряжением до 440 (постоянный ток) и 500 В (переменный ток). Рубильники и переключатели изготовляют на токи от 100 до 1500 А, выпускаются они в одно-, двух- и трехполюсном исполнении. По конструкции могут быть открытого типа, предназначенные для компоновки распределительных устройств станций и подстанций, а также с защитными кожухами — для отдельных электрических установок.

Рубильники и переключатели могут иметь центральный рычажный привод или боковую рукоятку. Подвижные контакты—ножи 4 рубильника (рис.38),

поворачиваясь вокруг осей стоек, входят в неподвижные контакты 3, выполненные в виде пружинящих губок. Ножи всех полюсов соединены изоляционной планкой 1, к которой крепится рукоятка 2. Применяются рубильники и с рычажным приводом.

Пакетные выключатели и переключатели предназначены для нечастых включений в цепях с небольшой мощностью (токи до 400 А при напряжении 220 В — постоянный ток и 380 В — переменный ток). Они выпускаются в открытом исполнении, а также с защитным кожухом и рассчитаны для установки на щитах, в распределительных ящиках в сухих помещениях.

Пакетный выключатель (рис.39)

состоит из отдельных сложенных вместе пакетов и приводного механизма. Пакет является одним полюсом выключателя, в котором имеется два разрыва. Неподвижные контакты выполнены в виде массивных пластин из латуни. Подвижный контакт насажен на квадратный изолированный вал выключателя с рукояткой и может поворачиваться вместе с ним.

Движение подвижного контакта создается с помощью приводного механизма. При вращении рукоятки сначала заводится пружина, а затем эта пружина сообщает необходимую скорость контактам.

Пакетные выключатели и переключатели обладают большими преимуществами по сравнению с рубильниками. Они имеют малые габариты, удобны в монтаже, вибро- и удароустойчивы.

Предохранители — самые простые и дешевые аппараты автоматической защиты электродвигателей и других электроприемников от токов короткого замыкания и больших перегрузок. Предохранитель состоит из корпуса и плавкой вставки, изготовляемой из медной или цинковой проволоки (ленты).

Ток, проходя по плавкой вставке, нагревает ее и, когда сила тока превышает допустимый предел, вставка расплавляется, отключая электроприемник.

Для двигателей с короткозамкнутым ротором плавкую встаку выбирают с учетом пускового тока по формуле:

Плавкие вставки для предохранителей выпускают на номинальные токи от 0,15 до 1000 А.

Для сокращения размеров распределительных устройств выпускают блоки предохранитель-выключатель (БПВ), обеспечивающие отключение номинальных токов и защиту от коротких замыканий. Трехполюсные блоки изготовляют с боковым приводом и боковой рукояткой (рис.40).

В стальном корпусе помещена пластмассовая траверса, на которой укреплены три патрона трубчатых предохранителей, замена которых возможна лишь в отключенном положении аппарата. При вращении рукоятки траверса с предохранителями перемещается и контакты аппарата замыкаются или размыкаются. Блоки предохранитель-выключатель изготовляют на токи до 350 А.

Для управления электроприводами широко применяют реостаты.

Реостат в простейшем виде представляет собой аппарат, состоящий из элементов резисторов и переключающего устройства. В зависимости от назначения реостаты делятся на пусковые, пускорегулирующие, регулировочные, нагрузочные и реостаты возбуждения.

Для изготовления элементов резисторов в реостатах применяют манганин, константан, нихром в виде проволоки или ленты, а также листовую электротехническую сталь и пластинки из литого чугуна.

По виду охлаждения различают реостаты воздушные, масляные с принудительным масляным или воздушным охлаждением.

В реостатах с масляным охлаждением применяют сухое и чистое трансформаторное масло. Масляные реостаты компактнее воздушных.

Автоматические выключатели предназначены для зашиты электрических установок от недопустимых перегрузок и токов короткого замыкания, а также для нечастого включения и выключения электроприемников при нормальных условиях работы.

Автоматический выключатель АП50-ЗМТ представляет собой конструкцию, заключенную в пластмассовый корпус. Снаружи выключатель имеет две кнопки: «Пуск» и «Стоп». При нажатии кнопки «Пуск» электроприемник, подключенный через этот выключатель, включается в сеть, при нажатии кнопки «Стоп» — выключается. Выключатели АП50-ЗМТ рассчитаны на рабочие токи до 50 А. В конструкции этих выключателей (рис. 41)

имеются тепловые (Т) и максимальные токовые (М) реле, часто называемые тепловыми и электромагнитными расцепителями. Их число указывается в типе выключателя, например в выключателе АП50-ЗМТ три тепловых и три максимальных реле.

Тепловое реле служит для защиты электроприемников от перегрузок. Оно состоит из биметаллической пластинки, которая представляет собой две жестко соединенные пластинки, выполненные из металлов с различными коэффициентами теплового расширения. В средней части биметаллическая пластинка покрыта листовым асбестом или слюдой, которые выполняют роль изолятора. Поверх асбестового (слюдяного) слоя намотан ленточный нагревательный элемент из проводника с высоким удельным сопротивлением (нихром). В ряде типов автоматических выключателей цепь тока нагрузки проходит непосредственно по биметаллической пластинке.

При перегрузке электроприемника в нагревательном элементе возрастает сила тока, так как он включен в цепь последовательно. Выделяющееся тепло нагревает биметаллическую пластинку и заставляет изгибаться. Изгибаясь, пластинка действует на механизм отключения выключателя, и электроприемник выключается.

Максимальное реле служит для защиты электроприемников от токов короткого замыкания (максимальных токов). Максимальное реле состоит из катушки с небольшим числом витков медной изолированной проволоки, включенной так же, как и нагревательный элемент теплового реле, последовательно с электроприемником. Внутри катушки размещается    подвижный стальной сердечник, связанный с механизмом отключения выключателя.

При возрастании силы тока до очень больших значений (короткое замыкание) сердечник втягивается внутрь катушки, нажимает на планку механизма отключения и аппарат отключается.

Номинальный ток теплового реле указывается на крышке выключателя. Ток срабатывания автоматического выключателя можно регулировать в диапазоне от 63 до 100%, перемещая рычаг, находящийся внутри выключателя. На смену автоматическому выключателю АГ150-ЗМТ начинают выпускать автоматы АЕ2000.

Автоматы серии A3100 и А3700 рассчитаны на токи от 15 до 1000 А; имеют в своей конструкции тепловые и максимальные реле и служат для включения и защиты мощных электроприемников от перегрузок и коротких замыканий.

**Особенности электроприводов сельскохозяйственных электроустановок.**

Электроприводом называется машинное устройство, преобразующее электрическую энергию в механическую и состоящее из электродвигателя, передаточного механизма и аппаратуры управления и защиты. Электропривод обеспечивает управление преобразованной механической энергией. В некоторые типы электропривода входят преобразовательные устройства: выпрямители, преобразователи частоты, инверторы.

Электропривод, применяемый в производственных процессах, делят на три основных типа: групповой (трансмиссионный), одиночный и многодвигательный.

Групповым называется такой электропривод, в котором от одного электродвигателя с помощью одной или нескольких трансмиссий движение передается группе рабочих машин. Такой электропривод из-за технического несовершенства находит очень ограниченное применение.

Одиночным называется такой электропривод, который с помощью отдельного электродвигателя приводит в движение одну машину или производственный механизм. Различают простой одиночный привод и индивидуально-одиночный. В простом одиночном приводе электродвигатель с рабочей машиной соединяется плоской или клиноременной передачей через редуктор или непосредственно с помощью муфт. Такой электропривод имеют измельчители кормов «Волгарь-5М», ИГК-30Б, дробилки кормов КДУ-2,0 и КДМ-2,0 и др.

Многодвигательным называется такой электропривод, когда в одной рабочей машине для привода рабочих органов используются отдельные электродвигатели (например, зерноочистительная машина ЗВС-20, очиститель вороха ОВП-20А, гранулятор ОГМ-0,8А и др.).

С развитием производства и его технической оснащенности в классификацию электроприводов введены дополнительные характеристики основных типов приводов.

В индивидуально-одиночном приводе имеется конструктивная связь деталей электродвигателя с рабочей машиной (машинка для стрижки овец со встроенным электродвигателем, электродрель и т.п.).

В многодвигательном электроприводе различают простой многодвигательный привод, когда электродвигатель с рабочими органами машины соединяется непосредственно без конструктивных изменений двигателя, то есть с помощью муфт, ременных передач и редукторов; в индивидуально-многодвигательном приводе детали электродвигателя служат одновременно и деталями рабочих органов машин (ролики прокатного стана, привод очесывающих валиков в хлебоуборочной машине и др.); агрегатированный многодвигательный электропривод, когда согласованно действует целая система рабочих машин, объединенных в общую поточную (технологическую) линию, например зерноочистительно-сушильные комплексы, цехи для приготовления концентрированных кормов типа ОКЦ-30, ОКЦ-50, установка для приготовления витаминной муки АВМ-0,4 и др.

Электрические приводы могут быть классифицированы по ряду признаков: по условиям применения (стационарные и передвижные), по способу управления (автоматизированные, частично автоматизированные и неавтоматизированные), по числу скоростей (односкоростные и многоскоростные), по роду используемой электрической энергии (постоянный ток, однофазный и трехфазный) и др.

Развитию электропривода и разнообразию его типов во многом способствуют следующие преимущества электропривода перед другими видами приводов: быстрый и простой пуск электродвигателя, благодаря которому легко осуществить частые пуски и остановки машины; возможность точного учета расхода энергии на отдельные производственные операции, что позволяет оценивать и сравнивать влияние этой составляющей на стоимость продукции, а также сравнивать между собой рабочие машины различных типов; способность электродвигателя выдерживать значительные перегрузки; электродвигатели могут работать погруженными в воду, в безвоздушном пространстве и в прочих условиях среды, где другие двигатели работать не могут; электродвигатели имеют более длительный срок службы, меньшие габариты и металлоемкость, просты в обслуживании и надежны в эксплуатации; при электроприводе легче осуществить автоматизацию работы как отдельных машин, так и всего производственного процесса в целом; возможность использования электрической машины как в двигательном, так и в тормозном (генераторном) режиме; возможность изготовления электропривода практически любой мощности (от долей ватта до сотен и тысяч киловатт), на различную частоту вращения; возможность конструктивного упрощения рабочей машины, ее совершенствования; экономия обтирочных и других материалов, чистота в помещении, улучшение условий труда.

**Выбор электродвигателей по мощности при кратковременном режиме работы.**

В режиме постоянной или незначительно изменяющейся нагрузки работает большое количество механизмов: вентиляторы, компрессоры, насосы, другая техника. При выборе электродвигателя необходимо ориентироваться на потребляемую оборудованием мощность.

Определить мощность можно расчетным путем, используя формулы и коэффициенты, приведенные ниже.

Мощность на валу электродвигателя определяется по следующей формуле:

где:
Рм – потребляемая механизмом мощность;
ηп – КПД передачи.

Номинальную мощность электродвигателя желательно выбирать больше расчетного значения.

**Формула расчета мощности электродвигателя для насоса**

где:
K3 – коэффициента запаса, он равен 1,1-1,3;
g –ускорение свободного падения;
Q – производительность насоса;
H – высота подъема (расчетная);
Y – плотность перекачиваемой насосом жидкости;
ηнас – КПД насоса;
ηп – КПД передачи.

**Изучение видов и конструкций электроприводов.**

Классификация электроприводов обычно производится по виду движения и управляемости, роду электрического и механического передаточных устройств, способу передачи механической энергии исполнительным органам.

**По виду движения** различаются [электроприводы](http://electricalschool.info/elprivod/1143-chto-takoe-jelektricheskijj-privod.html) вращательного и поступательного однонаправленного и реверсивного движения, а также электроприводы возвратно-поступательного движения.

**По принципу регулирования скорости и положения исполнительного органа** электропривод может быть:

* нерегулируемый и регулируемый по скорости;
* [следящий](http://electricalschool.info/elprivod/1276-chto-takoe-sledjashhijj-privod.html) (с помощью электропривода воспроизводится перемещение исполнительного органа в соответствии с произвольно изменяющимся задающим сигналом);
* программно-управляемый (электропривод обеспечивает перемещение исполнительного органа в соответствии с заданной программой);
* адаптивный (электропривод автоматически обеспечивает оптимальный режим движения исполнительного органа при изменении условий его работы);
* позиционный (электропривод обеспечивает регулирование положения исполнительного органа рабочей машины).

[****](http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/)**По роду механического передаточного устройства** различают редукторный электропривод, содержащий один из видов механического передаточного устройства, и безредукторный, в котором электродвигатель непосредственно соединен с исполнительным органом.

**По роду электрического преобразовательного устройства** различают:

* **вентильный электропривод**, преобразовательным устройством в котором является тиристорный или транзисторный преобразователь электроэнергии;
* **система управляемый выпрямитель-двигатель (УВ-Д)**– вентильный электропривод постоянного тока, преобразовательным устройством которого является регулируемый выпрямитель напряжения;
* **система преобразователь частоты – двигатель (ПЧ-Д)** – вентильный электропривод переменного тока, преобразовательным устройством которого является [регулируемый преобразователь частоты](http://electricalschool.info/econom/721-chastotnyjj-preobrazovatel-dlja.html);
* **система генератор-двигатель (Г-Д) и магнитный усилитель-двигатель (МУ-Д)** – регулируемый электропривод, преобразовательным устройством которого является соответственно электромашинный преобразовательный агрегат или [магнитный усилитель](http://electricalschool.info/main/electroshemy/326-magnitnye-usiliteli-v.html).

**По способу передачи механической энергии исполнительному органу** электроприводы делятся на групповые, индивидуальные и взаимосвязанные.

**Групповой электропривод** характеризуется тем, что от одного двигателя приводится в движение через трансмиссию несколько исполнительных органов одной или нескольких рабочих машин.

Кинематическая цепь в таком приводе сложна и громоздка, а сам электропривод является неэкономичным, усложняется его эксплуатация и автоматизация технологических процессов. Вследствие этого трансмиссионный электропривод в настоящее время почти не применяется, он уступил место индивидуальному и взаимосвязанному.

**Индивидуальный электропривод** характеризуется тем, что каждый исполнительный орган рабочей машины приводится в движение своим отдельным двигателем. Этот вид привода в настоящее время является основным, так как при индивидуальном электроприводе упрощается кинематическая передача (в некоторых случаях она полностью исключена) от двигателя к исполнительному органу, легко осуществляется автоматизация технологического процесса, улучшаются условия обслуживания рабочей машины.

[](http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/)Индивидуальный электропривод широко применяется в различных современных машинах, например: в сложных металлорежущих станках, прокатных станах металлургического производства, подъемно-транспортных машинах, роботах-манипуляторах и т.п.

**Взаимосвязанный электропривод** содержит два или несколько электрически или механически связанных между собой индивидуальных электроприводов, при работе которых поддерживается заданное соотношение или равенство скоростей, или нагрузок, или положение исполнительных органов рабочих машин.

Необходимость в таком приводе возникает по конструктивным или технологическим соображениям. Примером многодвигательного взаимосвязанного электропривода с механическим валом может служить привод длинного ленточного или цепного конвейера, привод платформы механизма поворота мощного экскаватора, привод общей шестерни мощного винтового пресса.

В том случае, когда во взаимосвязанном электроприводе возникает необходимость постоянства соотношения скоростей рабочих органов, не имеющих механических связей, или когда осуществление механических связей затруднено, используется специальная **схема электрической связи двух или нескольких электродвигателей, называемая схемой электрического вала**.

Примером такого привода может служить привод сложного металлообрабатывающего станка, электропривод шлюзов и разводных мостов и т.д. Взаимосвязанный электропривод широко применяется в бумагоделательных машинах, текстильных агрегатах, прокатных станах металлургического производства и т.д.

По уровню автоматизации электроприводы можно разделить на неавтоматизированные, автоматизированные и автоматические. Два последних типа электроприводов находят применение в подавляющем большинстве случаев.

Мирошник А. И., Лысенко О. А

**Условные обозначение пускорегулирующих аппаратов.**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**Пример:**

Расшифруем обозначение 2УБК—40/220—ВП—010—ВК У4.

В этом обозначении:
**2** — двухламповый;
**УБ** — стартерный;
**К** — компенсированный;
**40** — мощность каждой лампы (40 Вт);
**220** — номинальное напряжение сети (220 В);
**В** — встроенное исполнение;
**П** — пониженный уровень шума;
**ВК** — с выводными концами;
**010** — номер разработки, для потребителя он не имеет значения.

В конце обозначения указано климатическое исполнение **У** (для районов с умеренным климатом) и категория размещения **4** (в помещениях с искусственно регулируемым климатом).

**Выполнение слесарных работ по резке, правке и гибке металла**.

Правка — слесарная операция, предназначенная для устранения искажений формы заготовки (вмятин, выпучиваний, волнистости, коробления, искривления т. п.) путем пластического деформирования. Металл подвергается правке как в холодном, так и в нагретом состоянии. Правку можно выполнять ручным способом на стальной или чугунной плите или на наковальне. Машинную правку производят на прессах и правильных вальцах.

Для правки применяют: молотки из мягких материалов (медь, свинец, дерево) с круглым полированным бойком (квадратный боек оставляет следы в виде забоин); гладилки и поддержки (металлические или деревянные бруски) для правки тонкого листового и полосового металла; правильные бабки для закаленных деталей с фасонными поверхностями.

Кривизну заготовок проверяют на глаз по зазору между плитой и уложенной на нее заготовкой. Изогнутые места отмечают мелом. Наиболее проста правка металла, изогнутого по плоскости. В этом случае молотком или кувалдой наносят сильные удары по наиболее выпуклым местам, уменьшая силу удара по мере их выпрямления. При этом периодически заготовку поворачивают с одной стороны на другую. Более сложной является правка металла, изогнутого по ребру. Здесь прибегают к растяжению части заготовки. Правку металла, имеющего скрученный (спиральный) изгиб, рекомендуется производить методом раскручивания. Для этого один конец заготовки зажимают слесарными тисками, а другой — ручными тисочками. Затем рычагом кривизну выпрямляют. Результаты правки проверяют на глаз, а более точную проверку проводят на разметочной или контрольной плите по просвету.

Правка листового материала — сложная операция.

Она зависит от вида деформирования заготовки (выпуклости или вмятины в середине листа, волнистости краев я кромок, одновременно выпуклости и волнистости кромок и т. п.). На заготовке предварительно обводят мелом или карандашом волнистые участки, затем ее кладут на плиту выпуклостью вверх так, чтобы заготовка лежала всей поверхностью на плите. Придерживая лист левой рукой в рукавице, правой наносят удары молотком от края листа по направлению к выпуклости (как показано стрелками на  2.5,а). По мере приближения к выпуклости удары должны быть слабее и чаще. Во время правки лист поворачивают в горизонтальной плоскости так, чтобы удары равномерно распределялись кругом по всей площади заготовки. При наличии нескольких выпуклостей удары наносят в промежутке между ними, вследствие чего лист растягивается и все "выпуклости сводятся в одну, которую и выправляют указанным выше способом. Если лист имеет волнистость по краям, но ровную середину, то удары наносят'от середины листа к краям, В результате лист в середине вытягивается и волны по его кромкам исчезают. После этого лист переворачивают и продолжают править таким же способом до получения требуемых допусков прямолинейности и плоскостности. Для правки тонких листов применяют деревянные молотки-киянки, а очень тонкие листы проглаживают деревянными или металлическими брусками-гладилками. При этом листы периодически переворачивают. Качество правки контролируется с помощью линейки.

Правку ( закаленных заготовок проводят различными молотками с закаленным бойком или специальным молотком с закругленной узкой стороной бойка. Удары наносят не по выпуклой, а по вогнутой стороне заготовки. При этом волокна металла на вогнутой стороне растягиваются и заготовка выпрямляется. Правку заготовок сложной формы, например угольника, у которого после закалки изменился угол между измерительными сторонами, производят следующими способами: если угол меньше 90°, то удары молотком наносят у вершины внутреннего угла, если больше 90°,— у вершины наружного угла.

Гибка — одна из наиболее распространенных слесарных операций. Ее применяют для придания заготовке изогнутой формы по заданному контуру. В процессе

гибки металл подвергается одновременному действию растягивающих и сжимающих напряжений, поэтому здесь необходимо учитывать механические свойства металла, его упругость/ степень деформирования, толщину, форму и размеры сечения заготовки, углы и радиусы изгиба детали. Радиус изгиба детали не следует принимать близким к минимально допустимому, если это не диктуется конструктивными требованиями. Целесообразно не допускать радиус изгиба меньше толщины заготовки, так как это приводит к появлению трещин и других дефектов. В холодном состоянии рекомендуется изгибать детали из листовой стали толщиной до 5 мм, из полосовой стали — толщиной до 7 мм, из круглой стали — диаметром до 10 мм.

При гибке полосы из листовой стали на нее сначала наносят риску .загиба. Затем заготовку зажимают в тисках между угольниками-нагубниками так, чтобы разметочная риска была обращена к неподвижной губке тисков и выступала над ней на 0,5 мм. Наконец, ударами молотка, направленными к неподвижной губке, загибают конец полосы

Для гибки скобы заготовку зажимают в тисках между угольником и бруском-оправкой и загибают первый конец. Затем, вложив внутрь скобы брусок-оправку требуемого размера, скобу зажимают в тисках на уровне рисок и отгибают вторую лапку.

Гибка полосы под острым углом с применением специальной оправки показана на  2.7, д.

Гибку хомутика из тонкой полосовой стали выполняют в следующей последовательности: сначала зажимают в тисках оправку требуемого диаметра. Затем загибают заготовку на оправке двумя плоскогубцами и окончательно обрабатывают хомутик с помощью молотка на оправке в тисках. Доводку полуоткрытого хомутика выполняют на плите.

В конструкциях машин встречаются узлы с различными направлениями и формами изгиба деталей: шплинт или шайба в соединении гайка-болт; изгиб обеих соединяемых деталей; одна из деталей узла загибается в углубление или отверстие другой.

Гибочные работы выполняются также в связи с пригонкой различных труб. В холодном состоянии вручную гнут медные и латунные трубки малого диаметра (до 8

мм) при больших радиусах закруглений (более 10...12 диаметров). Такие же трубки большего диаметра (8... 14 мм) гнут вручную с использованием шаблонов или спиральных плотно навитых пружин, которые помещаются внутрь трубы в месте изгиба. Трубы диаметром более 20 мм гнут, как правило, с помощью специальных приспособлений или на гибочных станках, предварительно заполнив трубы песком или расплавленной канифолью. Медные и латунные трубы перед гибкой отжигают в зоне загиба. Стальные трубы диаметром до 10 мм гнут без нагрева и без наполнителя, а трубы больших диаметров — в горячем состоянии и, как правило, с наполнителем. В горячем состоянии гнут алюминиевые и дюралюминиевые трубы. Нагревают трубы только в зоне изгиба на

длине примерно jgd, где а — внешний угол изгиба;

Рубка представляет собой операцию обработки металла резанием. С помощью режущего инструмента — зубила, крейцмейселя или канавочника — с заготовки удаляют излишний слой металла, разрубают ее на части, вырубают отверстие, прорубают смазочные канавки и т. п. Рубку производят в тех случаях, когда по условиям производства невозможна станочная обработка или когда не требуется высокая точность обработки. Рубку мелких заготовок выполняют в тисках, крупные заготовки рубят на плите или наковальне.

Для рубки применяют следующие инструменты: зубило, крейцмейсель, канавочники.

Зубило слесарное состоит из трех частей: рабочей 2, средней 3 и ударной (бойка) 4 ( 2.10, а). Клиновидную режущую кромку зубила 1 и боек закаливают и отпускают. После термической обработки твердость режущей кромки достигает HRC356...61, бойка — HRC337...41. Зубило имеет длину 100...200 мм, а ширина режущей кромки •—соответственно 5...25 мм. Угол заострения зубила в зависимости от обрабатываемого материала должен составлять:

Твердые материалы (чугун, твердая сталь, бронза)         70°

Материалы средней твердости (сталь) I ....          60°

Мягкие материалы (медь, латунь)  45°

Алюминиевые сплавы и цинк       35°

Чем меньше угол заострения, тем меньшую силу необходимо приложить для резания. Однако чем больше твердость и хрупкость обрабатываемого металла, тем прочней должна быть режущая кромка и больше угол заострения; Боек зубила имеет вид усеченного конуса с полукруглым верхним основанием. Поэтому наносимый молотком удар всегда приходится по его центру.

Крейцмейсель отличается от зубила более узкой режущей кромкой ( 2.10, б). Он применяется для вырубания узких канавок, пазов и т. п. Углы заточки, твердость рабочей и ударной части крейцмейселя те же, что и у зубила.

Кйнавочники ( 2.10, в) отличаются от крейцмейсе- ля изогнутой формой режущей кромки и применяются для вырубания смазочных канавок во вкладышах и втулках подшипников и при других подобных работах.

Перед работой зубило располагают на верстаке с левой стороны тисков режущей кромкой к себе, а молоток — с правой стороны тисков бойком, направленным к тискам. Большое значение при рубке имеет правильное положение корпуса слесаря: у тисков надо стоять устойчиво вполоборота к ним.

Качество и производительность рубки зависят от удара молотком. Различают три вида удара молотком: кистевой, локтевой и плечевой. При кистевом ударе изгибается только кисть правой руки. Таким ударом пользуются при выполнении легкой и точной работы: снятии тонких слоев металла, удалении небольших неровностей, рубке тонкой листовой стали и т. п. При локтевом ударе рука изгибается в локте и удар получается более сильным. Этим ударом пользуются при снятии слоя металла средней толщины, прорубании пазов и канавок. При плечевом ударе рука движется в плече, при этом

получается большой замах я максимальная сила удара. Плечевой удар применяют при рубке толстого металла, удалении большого припуска за один проход, обработке больших плоскостей. Частота замахов молотком должна быть от 40 до 60 ударов в минуту при кистевом и от 30 до 40 — при локтевом и плечевом ударах. При рубке молоток берут правой рукой за рукоятку на располосового и листового металла стоянии 15...30 мм от ее конца так, чтобы четыре пальца охватывали рукоятку, а большой палец был наложен на указательный. Зубило держат левой рукой, не сжимая сильно пальцы, на расстоянии 20...30 мм от его головки. 26

Для защиты руки от случайного удара молотком целесообразно надевать на верхнюю часть зубила резиновую шайбу толщиной 8...10 мм и диаметром 45...50 мм.

При рубке металла большое значение имеет правильная установка оси зубила относительно обрабатываемой поверхности заготовки. Угол между заготовкой (плоскостями губок тисков) и осью зубила должен быть, равен 45°, угол наклона зубила зависит от угла заострения режущей кромки и должен составлять 30...35°. При меньшем угле наклона зубило скользит, а не режет, при большем — излишне углубляется в металл, создавая большую неровность обработанной поверхности.

При рубке руки должны действовать согласованно. Правой рукой следует точно ударять молотком по зубилу, а левой — перемещать зубило по металлу. При этом надо смотреть не на головку, а на режущую кромку зубила.

При рубке полосового и листового металла по уровню губок тисков часть заготовки, уходящая в стружку (срубаемая), должна располагаться над губками, а риска разметки — точно на их уровне без перекоса.

Рубку выполняют локтевым ударом. При размещении разметочных рисок выше уровня губок угол между осью зубила и обрабатываемой поверхностью периодически уменьшают

При срубании слоя металла на широкой плоской поверхности разметочные риски должны выступать над губками тисков на 5...10 мм. В этом случае сначала крейцмейселем прорубают канавки шириной 8... 10 мм, Ширина промежутков между канавками должна составлять 0,8 длины режущей кромки зубила. Затем зубилом срубают образовавшиеся выступ, Толщина стружки, снимаемая крейцмейселем за один ход, равна 0,5...1 мм, а при срубании выступов зубилом — 1,5...2 мм. Чугун, бронзу и другие хрупкие металлы рубят, не доходя до противоположного края заготовки. Недорубленные места следует рубить с противоположной стороны или предварительно сделать скос под углом 45°.

При вырубании пазов и криволинейных смазочных канавок ( 2.14,6) сначала на обрабатываемую поверхность заготовки наносят риски, затем крейцмейселем прорубают канавки глубиной 1,5...2 мм за каждый проход. Оставшиеся после рубки неровности устраняют канавочником, придавая пазам одинаковую ширину и глубину по всей длине заготовки.

При вырубании фигурной заготовки на плите или наковальне сначала легкими ударами надрубают размеченный контур, отступив от рисок на 2...3 мм. Рубят лист сильными ударами по зубилу. Если лист достаточ- за

но толстый, его переворачивают и рубят с противоположной стороны по обозначившемуся контуру. При вырубании заготовки с криволинейными контурами необходимо пользоваться зубилом с закругленным лезвием или крейцмейселем.

Различные приемы рубки металла показаны на  2.15.

Заточку зубил и крейцмейселей производят на заточных (точильных) станках. Для заточки инструмента из инструментальных сталей (углеродистой, легирован из электрокорунда зернистостью 40, 50 или 63 на керамической связке. Перед началом работы подручник заточного станка устанавливают таким образом, чтобы зазор между ним и периферией шлифовального круга не превышал 2...3 мм. Затем опускают защитный экран и включают станок. Зубило устанавливают под углом 30...40° к периферии круга и с легким нажимом медленно перемещают по всей ширине круга. В процессе работы его следует периодически поворачивать то одной, то другой стороной, чтобы обеспечить равномерную и симметричную заточку. При этом зубило каждый раз опускают в воду для охлаждения. Боковые грани зубила после заточки должны быть плоскими, одинаковыми по ширине и иметь одинаковые углы наклона. Угол заострения проверяют шаблоном, на котором имеются угловые вырезы 70, 60, 45 и 35° ( 2.16, а, б). После заточки мелкозернистым абразивным бруском снимают заусенцы (заправляют лезвие).

Резка — операция разделения на части круглого, полосового, профильного проката, а также труб ручным и механическим способом. Ручную резку заготовок в зависимости от профиля и площади сечения производят различными инструментами: ножовками, ножницами

(ручными, стуловыми, рычажными), труборезами и газопламенными горелками. Она состоит из рамки (ножовочного станка), подвижной головки, винта с гайкой для натяжения ножовочного полотна и неподвижной головки с хвостовиком и рукояткой. Рамки ножовки бывают цельными и раздвижными.

Ножовочное полотно представляет собой тонкую и узкую стальную пластину с зубьями на одном ребре. Каждый зуб ножовочного полотна имеет форму клина (резца), на котором различают задний

угол а, угол заострения 8, передний угол v и угол резания б,

Ручная ножовка — наиболее распространенный инструмент для резки толстых листов полосового и профильного металла, а также для прорезания пазов,

Для уменьшения трения ножовочного полотна о стенки разрезаемого металла (пропила) его зубья разводят в разные стороны, увеличивая таким образом толщину полотна h до ширины пропила. Зубья с большим шагом отгибают по одному поочередно вправо и влево, зубья с малым шагом — по два-три вправо и по два-три влево; при этом должна образовываться волнистая линия.

При разрезке металла ножовкой корпус слесаря должен быть развернут вправо под углом 45° к оси тисков. Положение ног показано на  2.17, е.

Прежде чем приступить к разрезке металла, необходимо выбрать ножовочное полотно с учетом твердости, формы и размеров разрезаемого металла. Степень натяжения полотна в рамке ножовки проверяют легким нажатием пальца на полотно сбоку: если оно не прогибается, то натяжение считается достаточным. При работе конец рукоятки должен упираться в середину ладони правой руки, а большой палец лежать вдоль рукоятки сверху. Левой рукой рамку ножовки берут так, чтобы большой палец находился внутри рамки, а остальные охватывали натяжной винт подвижной головки. Ножовку держат в горизонтальном положении, передвигая плавно, без рывков и производя от 30 до 60 двойных ходов в минуту. При ходе ножовки должно работать не менее 2/з ее длины. Тонкий материал при разрезке ножовкой зажимают в тиски между двумя деревянными брусками и разрезают вместе с ними. Приемы разрезания металла показаны на  2.18.

**Выполнение слесарных работ: опиливания, распиливания и припасовка, сверление,зинкерования и развертывания**.

*Опиливанием*называется операция по обработке металлов и других материалов путем снятия незначительного слоя напильниками вручную или на опиловочных станках.

Напильниками слесарь придает деталям нужную форму и размеры, припасовывает детали одну к другой, подготавливает кромки деталей для сварки и выполняет другие работы.

С помощью напильников обрабатывают плоскости, криволинейные поверхности, пазы, канавки, отверстия любой формы, поверхности, расположенные под разными углами, и др. Припуски на опиливание оставляются небольшими — от 0,5 до 0,25 мм. Точность обработки опиливания составляет 0,2—0,05 мм (в отдельных случаях — до 0,001 мм).

Ручная обработка напильником в настоящее время в значительной мере заменена опиливанием на специальных станках, но полностью вытеснить ручное опиливание эти станки не могут, поскольку пригоночные работы при сборке и монтаже оборудования часто приходится выполнять вручную.

*Напильники.*Напильник (рис. 1.7.1) — это стальной брусок определенного профиля и длины, на поверхности которого имеются насечки (нарезки), образующие впадины и острозаточенные зубцы, имеющие в сечении форму клина. Напильники изготавливают из стали У10А или У13А (допускается легированная хромистая сталь ШХ15 или 13Х), после насечки подвергают термической обработке.

Рис. 1.7.1. Слесарный напильник общего назначения:
*1* — носок; *2* — рабочая часть; *3* — ненасеченный участок; *4* — заплечик; *5* — хвостовик; *6, 8* — широкая и узкая стороны; *7* — ребра

Напильники различают по размерам насечки, ее форме, длине и форме бруска.

*Виды и основные элементы насечек.*Насечка на поверхности напильника образует зубья, которые снимают стружку с обрабатываемого материала. Зубья напильников изготавливают на пилонасекательных станках при помощи специального зубила, на фрезерных станках — фрезами, на шлифовальных станках — специальными шлифовальными кругами, а также путем накатывания, протягивания на протяжных станках (протяжками) и на зубонарезных станках. Каждым из указанных способов насекается свой профиль зуба. Однако независимо от способа изготовления каждый зуб имеет заданный угол α, угол заострения β и передний угол γ (рис. 1.7.2).

Рис. 1.7.2. Зубья напильника:
*а*— насеченные; *б*— полученные фрезерованием или шлифованием; *в* — полученные протягиванием

В напильниках с насеченными зубьями (рис. 1.7.2, *а*) с отрицательным передним углом (γ = –12—–15°) и сравнительно большим задним углом (α = 35—40°) обеспечивается достаточное пространство для размещения стружки. Угол заострения, образующийся при этом (β = 62—70°), обеспечивает прочность зуба.

Напильники с зубьями, образованными фрезерованием или шлифованием (рис. 1.7.2, *б*), имеют положительный передний угол (γ = 2—10°). У них угол заострения небольшой и соответственно меньшее усилие резания. Большая стоимость фрезерования и шлифования ограничивает применение этих напильников.

Для напильников с зубьями, полученными протягиванием (рис. 1.7.2, *в*), углы составляют γ = –5°, β = 55°, α = 40°.

Протянутый зуб имеет впадину с плоским дном. Эти зубья лучше врезаются в обрабатываемый металл, что значительно повышает производительность труда. Кроме того, напильники с такими зубьями более стойкие, так как зубья не забиваются стружкой.

Чем меньше насечек на 1 см длины напильника, тем крупнее зуб. Различают напильники с одинарной, или простой (рис. 1.7.3, *а*), с двойной, или перекрестной (рис. 1.7.3, *б*), точечной, или рашпильной (рис. 1.7.3, *в*), и дуговой (рис. 1.7.3, *г*) насечками.

Рис. 1.7.3. Виды насечек напильников:
*а*— одинарная (простая); *б*— двойная (перекрестная); *в* — точечная (рашпильная); *г* — дуговая

Напильники с одинарной насечкой могут снимать широкую стружку, равную длине всей насечки. Их применяют при опиливании мягких металлов, сплавов (латуни, цинка, баббита, свинца, алюминия, бронзы, меди и т. п.) с незначительным сопротивлением резанию, а также неметаллических материалов. Кроме того, эти напильники используют для заточки пил, ножей, а также для обработки дерева и пробки. Одинарную насечку наносят под углом λ = 25° к оси напильника.

Напильники с двойной (перекрестной) насечкой применяют для опиливания стали, чугуна и других твердых материалов с большим сопротивлением резанию. В напильниках с двойной насечкой сначала под углом λ = 25° насекают нижнюю глубокую насечку (основную), а поверх нее под углом ω = 45° — верхнюю неглубокую (вспомогательную), которая разрубает основную насечку на большое количество отдельных зубьев. Перекрестная насечка сильнее размельчает стружку, что облегчает работу.

Расстояние между соседними зубьями насечки называется шагом *S*. Шаг основной насечки больше шага вспомогательной. В результате зубья располагаются друг за другом по прямой, составляющей с осью напильника угол 5°, и при движении напильника следы зубьев частично перекрывают друг друга, поэтому на обработанной поверхности уменьшается шероховатость, поверхность получается более чистой и гладкой.

Напильники с рашпильной (точечной) насечкой (рашпили) применяют для обработки очень мягких металлов и неметаллических материалов — кожи, резины и т. п.

Рашпильная (точечная) насечка образуется вдавливанием металла специальными трехгранными зубилами, оставляющими в шахматном порядке вместительные выемки, способствующие лучшему размещению стружки.

Напильники с дуговой насечкой применяют для обработки мягких металлов (меди, дюралюминия и т. п.). Дуговую насечку получают фрезерованием; она имеет большие впадины между зубьями и дугообразную форму, обеспечивающую высокую производительность и повышенное качество обрабатываемых поверхностей.