



В. Н. ВЕНГАНДСКИЙ

Ю. С. МАЛЮКОВ

Р

АДИОМОНТАЖНОЕ

ДЕЛО

УЧЕБНИК ДЛЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

**В. И. ВЕНГЛИНСКИЙ,
Ю. С. МАЛИКОВ**

РАДИОМОНТАЖНОЕ ДЕЛО

УЧЕБНИК ДЛЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Утвержден Министерством просвещения УССР

Издание второе, дополненное



ИЗДАТЕЛЬСТВО „РАДЯНСЬКА ШКОЛА“ КИЕВ—1965

6Ф2(075)
В29

Обложка художника
А. САМСОНОВА

ХАРЬКОВСКАЯ ТИПООФСЕТНАЯ ФАБРИКА

ВВЕДЕНИЕ

Более полстолетия прошло с тех пор, как гениальный русский ученый и изобретатель радио Александр Степанович Попов положил начало эпохе радиотехники. Его по праву считают первым радиоконструктором и радиотехнологом.

Однако в дореволюционной России изобретение А. С. Попова не нашло должной поддержки со стороны царского правительства. Самостоятельное развитие радиопромышленности в России началось лишь после Великой Октябрьской социалистической революции. В 1918 г. вышел специальный декрет Совета Народных Комиссаров за подписью В. И. Ленина о создании Нижегородской радиолaborатории, которая явилась первым центром отечественной радиотехники и радиопромышленности. В ней под руководством выдающихся ученых и конструкторов М. А. Бонч-Бруевича, В. К. Лебединского, В. П. Вологодина и др. разрабатывались и изготовлялись первые образцы отечественной радиоаппаратуры.

В 1922 г. в Москве закончилось строительство радиостанции, через которую 17 сентября был передан первый в Европе радиовещательный концерт. Эта радиостанция мощностью 12 квт в то время была самой большой в мире. С тех пор Советский Союз занимает ведущее место в мире по мощности радиовещательных станций.

В период первых пятилеток была создана наша отечественная радиопромышленность, которая обеспечила массовый выпуск радиоаппаратуры. В годы Великой Отечественной войны радиозаводы обеспечивали Советскую Армию мощными средствами радиосвязи.

За последнее десятилетие в радиотехнической промышленности значительно усовершенствовалась

технология производства радиоаппаратуры, внедряется автоматизация. В настоящее время на всех радиозаводах СССР сборка радиоприемников, телевизоров и других массовых радиотехнических изделий переведена на поточно-конвейерные линии. Широко внедряются печатные схемы, новые, передовые технологические процессы.

Технологический процесс изготовления радиоаппаратуры состоит из ряда отдельных операций, которые по специфическим особенностям производства можно разделить на три основных группы: сборочные, монтажные, настроечно-регулирующие. Кроме того, на различных этапах сборки, монтажа и регулировки радиотехнические изделия подвергаются контролю для проверки качества выполнения отдельных производственных операций и испытанию в различных условиях, близких к эксплуатационным (климатические, механические).

На многих заводах СССР механизировано большинство трудоемких операций электромонтажа, внедрены новые приборы автоматического регулирования и испытания различной радиотехнической аппаратуры.

Современное производство радиоаппаратуры характеризуется широкой унификацией и нормализацией радиотехнических деталей и узлов. Это позволяет создавать специализированные предприятия для массового изготовления радиодеталей с применением комплексной механизации и автоматизации технологических процессов.

Внедрение в технику радиоприборостроения печатных, микромодульных и молекулярных схем открывает большие возможности для снижения трудоемкости монтажно-сборочных процессов. Дальнейшее развитие и освоение их значительно улучшит производство радиоаппаратуры, сократит трудоемкость, снизит себестоимость и повысит ее качество.

Радиопромышленность Советского Союза в настоящее время является крупной самостоятельной отраслью, играющей большую роль в развитии народного хозяйства страны и в повышении культурного уровня советского народа. Трудно найти область науки или техники, в которой не использовались бы современные достижения радиотехники и не применялись бы изделия радиопромышленности.

Новые грандиозные задачи по завершению радиофикации страны и строительству телевизионных центров, охватывающих все промышленные и сельскохозяйственные районы Советского Союза, записаны в Программе партии, принятой XXII съездом КПСС.

Для осуществления этих задач необходимы высококвалифицированные кадры.

Чтобы изготавливать современную радиоаппаратуру, нужно овладеть правильными приемами выполнения основных слесарных, сборочных, электро-монтажных и регулировочных операций. Для этого необходимо хорошо знать оборудование и инструменты, применяемые в радиопромышленности, уметь правильно обращаться с ними. Кроме того, монтажник радиоаппаратуры должен уметь пользоваться технологической документацией и хорошо читать чертежи.

Современная организация производства в радиопромышленности требует от рабочего высокой производственной культуры, широкого технического кругозора, постоянного накопления знаний, совершенствования приемов работы и освоения новых, прогрессивных технологических процессов.

Во время изготовления радиоприбора на различных этапах сборки и монтажа радиомонтажник производит ряд производственных операций: укладку монтажных проводов и их крепление к несущим конструкциям, механическое крепление концов монтажных проводов к распаячным лепесткам и их пайка, механическое крепление отдельных деталей и узлов и т. д.

Современные изделия радиотехнической промышленности представляют собой весьма сложные устройства. Поэтому для правильного выполнения монтажных работ радиомонтажник должен знать правильные приемы и способы выполнения различных операций, технологический процесс монтажа, принцип действия монтируемого прибора.

Знание принципа действия прибора и технологии его изготовления имеет большое значение в том случае, когда радиомонтажнику поручается полное изготовление какого-либо блока или прибора. В этом случае монтажник выполняет как сборочные, так и электро-монтажные операции. Поэтому радиомонтажник должен хорошо знать правильные приемы выполнения сборочных операций.

Для изготовления любого радиоприбора применяется большое количество разнообразных деталей, узлов, проводниковых, изоляционных и вспомогательных материалов. Радиомонтажник должен знать устройство и технологический процесс изготовления отдельных деталей и узлов, их назначение, свойства различных электропроводящих и электроизоляционных материалов и их применение.

Монтаж радиоаппаратуры выполняется по принципиальным и монтажным схемам, технологическим картам, в которых радиомонтажник должен легко и хорошо разбираться.

Таким образом, радиомонтажник, кроме основательного знания всех особенностей своей специальности, должен знать основы математики, физики, химии, механики и т. д.

Большое влияние на качество выполнения монтажных работ и повышение производительности труда радиомонтажника оказывает умение правильно организовать рабочее место, выбрать необходимый и наиболее удобный монтажный инструмент и содержать его в образцовом порядке.

Современное развитие техники и организация производства требует от работников радиотехнической промышленности знания наиболее передовых, рациональных приемов работы и высокой культуры производства.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

- 1. Промышленная санитария и личная гигиена. Великая Октябрьская революция навсегда уничтожила в нашей стране эксплуатацию человека человеком. Труд человека превращен в дело чести, доблести и геройства.

С первых лет существования Советской власти охрана труда и техника безопасности находятся под неуклонным вниманием партии, правительства и профсоюзов. Поэтому в советском законодательстве о труде содержатся специальные статьи по вопросам техники безопасности и охраны труда.

Наблюдение за выполнением законодательных норм, правил и мероприятий по технике безопасности и охране труда, а также контроль за состоянием техники безопасности на предприятиях ведут как администрация через специальные бюро по технике безопасности, так и профсоюзы через специальную техническую инспекцию.

Для создания нормальных условий труда в производственных помещениях необходимо обеспечить достаточное, но не яркое освещение, чистый воздух, нормальную температуру и ограждение всех вращающихся и двигающихся частей механизмов.

Освещение на рабочем месте должно быть таким, чтобы обрабатываемые поверхности деталей были равномерно освещены. На рабочих поверхностях не должно быть резких теней, блескости и излишней яркости: от яркого света, как и от недостаточной освещенности, быстро утомляются глаза.

Необходимое освещение обеспечивается естественным дневным светом, а в вечернее и ночное время — лампами, подвешенными под потолком (но не ниже 3 м) либо установленными на станке или верстаке. Местное освещение, как правило, выполняется низковольтными лампами с напряжением порядка 12—24 в.

Лампочка мощностью 40—60 *вт* дает вполне достаточную освещенность рабочего места при расположении на расстоянии 0,5—0,75 м от освещаемой поверхности. Она должна иметь отражатель или абажур, предохраняющий глаза рабочего от непосредственного воздействия света. Наилучшее освещение рабочего места обеспечивают люминесцентные лампы с отражателями.

Чистый воздух в помещениях создают с помощью вентиляции. Вентиляция может быть естественная с помощью открываемых форточек и фрамуг или принудительная.

Принудительная вентиляция применяется в цехах и на участках, где выделяются вредные газы (монтажные, гальванические ванны, обработка карболита или текстолита и т. д.), на участках с повышенной пыльностью (шлифовальные, точильные) и др. Она состоит из вентиляции вытяжной, отсасывающей загрязненный воздух из помещения или с рабочего места, и приточной, нагнетающей чистый теплый воздух в рабочее помещение. Для нормальных условий работы отсос и приток должны быть сбалансированы, то есть количество поступающего чистого воздуха должно быть равно количеству отсасываемого загрязненного воздуха.

В производственных цехах принимаются также специальные меры по снижению шума, создаваемого оборудованием или рабочими при клепке и жестянических работах.

Все вращающиеся идвигающиеся части станков и механизмов (маховики, колеса, валы, шкивы, ременные передачи и т. д.) должны быть защищены специальными ограждениями, исключающими возможность случайного соприкосновения с ними человека.

При работе со свинцовыми припоями очень важно выполнять правила личной гигиены. После окончания смены или в обеденный перерыв перед едой необходимо тщательно вымыть руки теплой водой с мылом, нужно избегать возможности попадания в пищу, в рот налета свинцового припоя, остающегося на пальцах.

При пайке следует избегать излишнего применения флюса, так как его выгорание загрязняет воздух.

В течение рабочего дня несколько раз (через 2—3 часа работы) необходимо делать перерывы на 5 *мин* для производственной гимнастики. Производственная гимнастика выполняется в установленное время под руководством специального инструктора.

При работе на конвейере или поточных линиях, кроме перерывов, после каждого часа работы устанавливается 5—10-минутный перерыв для отдыха.

Правильная организация рабочего места, соблюдение правил техники безопасности, личной гигиены, режима работы

и отдыха способствуют высокой производительности труда в течение всего рабочего дня, а также сохраняют здоровье рабочих.

- **2. Травматизм и его причины.** Понятие травматизма происходит от греческого слова «травма», что значит рана. Под травмой понимается повреждение человеческого организма вследствие какого-либо внешнего воздействия.

К промышленному травматизму относятся случаи, когда пострадавший получил травму на производстве при исполнении своих обязанностей, либо иных порученных ему работ на территории предприятия.

По своему характеру травмы могут вызываться воздействием: а) механическим (ушибы, порезы, ранения и т. д.), б) химическим (ожоги кислотой, отравление и т. д.), в) электрическим (ожоги, удары током).

Несчастный случай сам по себе возникнуть не может. Каждый несчастный случай рассматривается как сигнал о ненормальных условиях труда.

Причинами несчастных случаев могут быть: неисправность оборудования или инструмента, несовершенное ограждающее устройство или отсутствие защитных средств (перил, очков), недостатки в содержании рабочего места или проходов (захламленность, скользкость), нерациональные и опасные приемы работы и т. д. Поэтому каждый несчастный случай тщательно расследуется, выясняются причины и принимаются меры по устранению возможности появления его в дальнейшем.

Во избежание несчастных случаев рабочий на производстве должен быть одет опрятно, на одежде не должно быть длинных свисающих частей и рукавов, которые могли бы попасть в движущиеся или вращающиеся части станка. Волосы должны быть повязаны косынкой или убраны под кепку или обруч.

На рабочем месте не должно быть никаких лишних предметов. Во время работы необходимо тщательно соблюдать порядок технологического процесса, избегая применения опасных приемов, как-то: установки и съёма деталей до остановки станка, работы на точилье без стеклянных щитков или защитных очков и т. д.

- **3. Техника безопасности при монтажных работах.** Каждый поступающий на производство рабочий или ученик проходит вводный инструктаж по технике безопасности, на котором его знакомят с основными положениями по технике безопасности. Кроме того, в течение первых шести смен мастер на рабочем месте дает производственный инструктаж относительно конкретных условий и безопасных приемов работы на его рабочем месте.

Монтажные участки, в особенности рабочие места, где производится обжиг изоляции на проводах, должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией или местными индивидуальными отсосами.

Во избежание поражения электрическим током напряжение сети, подведенное к рабочим местам для нагрева паяльников, не должно превышать 36 в.

Конструкция подставок, на которые кладутся электропаяльники, должна исключать возможность случайных соприкосновений с нагретой частью паяльника.

Находящаяся на рабочем месте смывка для промывания паяк всегда должна быть закрыта. На рабочем месте монтажника и вблизи его необходимо быть осторожным с огнем. Курить на рабочем месте воспрещается. Рабочим предприятия разрешается курить на производстве только в специально оборудованных местах.

Продувку монтажа сжатым воздухом необходимо выполнять в специальном помещении или в специальных шкафах.

Свое рабочее место монтажник должен протирать от пыли влажной тряпкой и содержать его в чистоте.

- **4. Организация рабочего места монтажника.** Организация рабочего места монтажника имеет весьма важное значение. От правильности оборудования рабочего места в большой степени зависит производительность, качество и безопасность работы.

Стол монтажника должен быть устроен так, чтобы инструмент был правильно и удобно размещен. Ни в коем случае не допускается хранение в одном ящике монтажного, сборочного, слесарного и измерительного инструмента. Такое хранение ведет к порче инструмента, затрудняет нахождение его во время работы, создает неопрятный вид рабочего места и снижает производительность труда.

Весь инструмент должен быть разложен по ящикам стола в строгом порядке, по группам его применения. Например, для каждой группы инструмента — измерительного, слесарного, сборочного и т. д. — должен быть свой ящик или свое отделение в ящике. Укладка инструмента в ящик также должна быть продумана.

Наилучшим способом хранения инструмента в ящиках стола является укладка каждого инструмента в изготовленное для него гнездо наподобие того, как в готовальне. Такое хранение инструмента обеспечивает его сохранность, быстрое нахождение, а также приучает монтажника к порядку и создает опрятный вид рабочего места.

Мелкие детали (винты, гайки, шайбы, заклепки и т. п.), а также радиодетали (сопротивления и конденсаторы) удобнее

всего хранить в так называемых кассах (ящиках с перегородками). Кассы, конструкции которых показаны на рис. 1, могут быть изготовлены как из пластмассы, так и из листовых материалов (стали, алюминия, фанеры, прессшпана и др.).

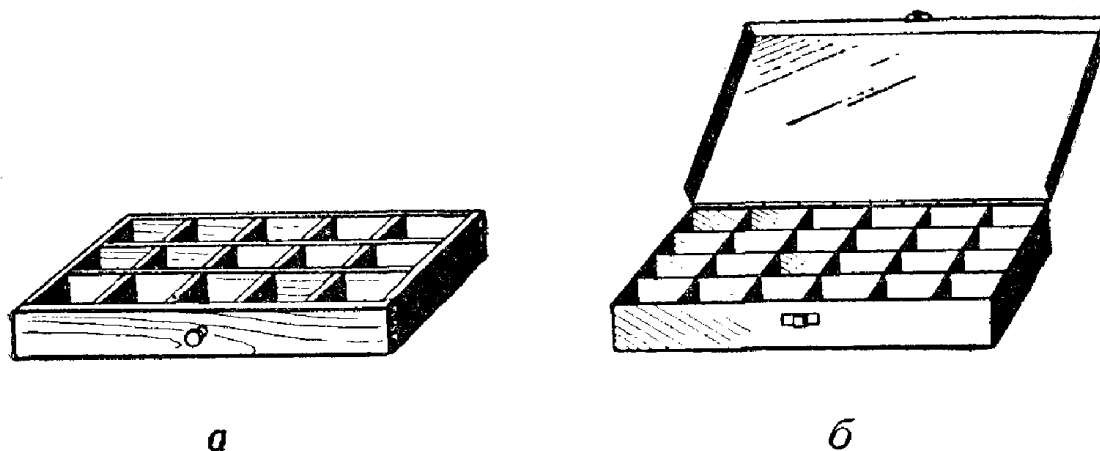


Рис. 1. Конструкции касс:
а — касса-шкафчик; б — касса настольная.

При отсутствии касс монтажные детали можно размещать на прессшпановых или картонных полосках длиной 150—200 мм, как показано на рис. 2. Ширина полоски берется по длине сопротивления. Конденсаторы и сопротивления располагаются маркировкой вверх, чтобы легко был виден их номинал.

При производстве монтажных работ, кроме основных материалов — проводниковых и изоляционных, применяются припой и флюсы, а также вспомогательные материалы, к которым относятся: растворители для промывки паяк, лаки и краски для закрашивания паяк после контроля, гаек и винтов во избежание их самораскручивания, клей и т. д.

Все эти материалы, из которых многие огнеопасны, следует хранить в небольших количествах в металлических банках или стеклянных пузырьках с широкими горлышками, закрываемыми резиновыми пробками. Все пузырьки желательно хранить в ящиках стола, помещенными в общую металлическую коробку, закрываемую плотно пригнанной крышкой.

В настоящее время для монтажных работ применяются преимущественно электрические паяльники различных видов, питаемые от сети с напряжением не выше 36 в. В монтажно-

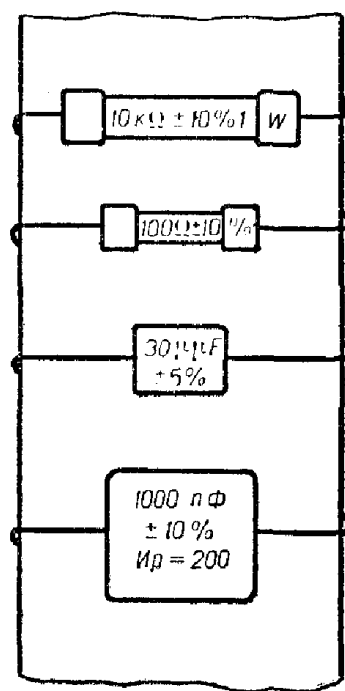


Рис. 2. Хранение мелких радиодеталей на картонной полоске.

сборочных цехах заводов вдоль сборочной линии прокладывается линия для питания паяльников напряжением 12—36 в от специального понижающего трансформатора. В лабораториях и учебных мастерских для питания паяльника необходимо на рабочем месте (или на нескольких местах) устанавливать понижающий трансформатор. На каждом рабочем месте для включения паяльника устанавливается штепсельная розетка или колодка.

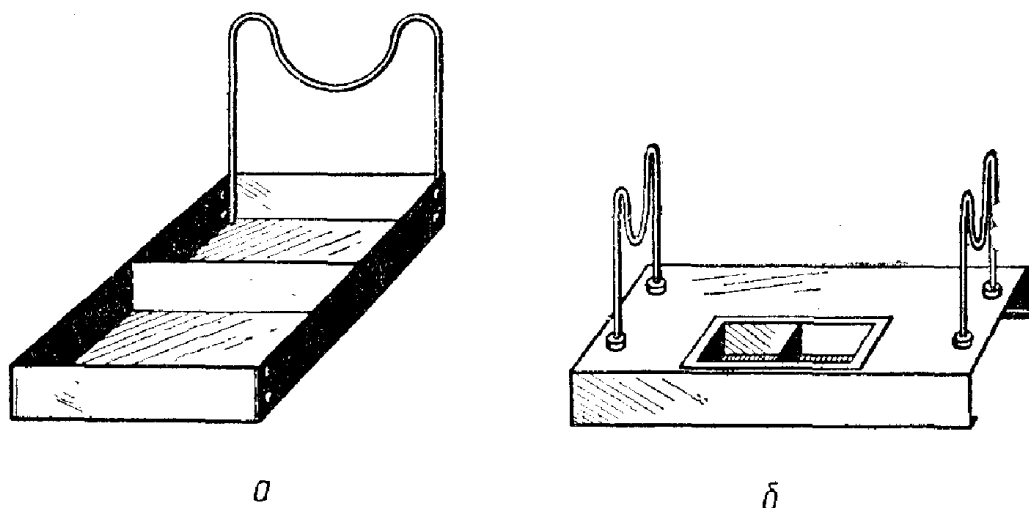


Рис. 3. Подставки для паяльников:

а — подставка вместе с коробочкой; *б* — подставка, в которой коробочка изготовлена отдельно и вставлена в основание подставки.

Для пользования паяльником на рабочем месте необходимо иметь подставку. Различные конструкции подставок приведены на рис. 3.

Подставка для паяльника может быть изготовлена вместе с коробкой, разделенной на две части: для канифоли и припоя. Рекомендуется на дно коробки поместить лист прессшпана или плотной бумаги, которые при загрязнении канифоли вместе с ней выбрасываются; при этом дно коробочки всегда остается чистым.

Для выполнения мелких слесарных работ, встречающихся при сборке и монтаже радиоаппаратуры (расчеканка лепестков, завальцовка пистонов и т. д.), на рабочем месте устанавливают специальные приспособления. На каждом рабочем месте необходимо иметь мягкую подстилку — фланелевую, суконную или резиновую, которая подкладывается под монтируемый прибор с целью предохранения его (особенно окрашенных поверхностей) от повреждения во время сборки и монтажа.

Каждое рабочее место должно быть снабжено стулом, регулируемым по высоте, или табуретом со спинкой. Высота стула должна быть такой, чтобы удобно было работать.

Кроме указанного, на рабочем месте необходимо иметь подставку, на которой закрепляется и устанавливается сборочно-монтажная документация, технологическая карта.

Оборудование рабочего места монтажника радиоаппаратуры, работающего на поточной или конвейерной линии сборки при массовом или серийном выпуске аппаратуры, определяется технологией производства. Для выполнения определенной операции, закрепленной за данным рабочим местом, требуется небольшое количество инструмента и радиодеталей. Но для разных операций, следовательно, для разных рабочих мест, инструмент требуется разный, специализированный для той или иной операции.

- **5. Размещение инструмента и деталей на рабочем столе.** Рабочее место монтажника должно быть опрятным и удобным для работы. Монтажник должен следить за тем, чтобы его рабочее место не было загромождено ненужным инструментом, приспособлениями и деталями. На столе надо иметь только те инструменты и детали, которые необходимы для проведения данной работы. Например, если монтируется прибор, в котором все детали установлены и предусмотрены все отверстия для прохода проводов, он должен иметь на своем рабочем месте только монтажный инструмент, то есть пинцет, паяльник, кусачки, плоскогубцы. В случае, если монтажнику приходится производить одновременно монтаж и частичную сборку прибора, на рабочем столе, кроме монтажного инструмента, необходимо иметь и сборочный: различные ключи и отвертки нужных размеров.

Ни в коем случае нельзя допускать перемешивания инструмента с винтами, гайками и монтажными деталями. Такое перемешивание создает на рабочем месте беспорядок, а также затрудняет отыскание нужного инструмента, крепежных и монтажных деталей. Подобная неорганизованность на рабочем месте нередко приводит к порче радиодеталей, снижает качество и производительность труда.

Для того чтобы на рабочем месте был должный порядок, необходимо перед началом работы приготовить нужный для работы инструмент, отобрать монтажные детали и разложить их по кассам или коробочкам или закрепить на прессшпановых либо картонных полосках.

При поточном или конвейерном производстве эта работа предварительно выполняется подготовителями и на рабочие места поступает разложенным весь комплект деталей и заготовок.

Наиболее удобным расположением всех элементов на рабочем месте является такое, при котором все детали и инструмент находятся под рукой, чтобы можно было достать их,

не делая лишних движений (подъема со стула, передачи из одной руки в другую и т. п.). В связи с этим инструмент, который держат в правой руке (плоскогубцы, ланцет, отвертка и т. п.), располагают с правой стороны, а слева — радиодетали и пинцет. Пинцетом в левой руке при пайке поддерживают припаяемый провод или радиодеталь.

Паяльник с подставкой обычно располагают справа на столе. Следовательно, и розетку, и трансформатор для подключения паяльника устанавливают с правой стороны стола.

Осветительная арматура, в зависимости от ее конструкции, располагается с левой стороны или сверху посередине.

Ежедневно, после окончания работы, необходимо убрать свое рабочее место. При этом монтажный материал и инструмент должны быть разложены по местам.

- **6. Правила внутреннего трудового распорядка.** Находясь на производстве или в учебных мастерских, каждый работник должен соблюдать правила внутреннего распорядка.

Правила внутреннего трудового распорядка определяют нормы поведения работников, правильную организацию и безопасные условия труда, рациональное использование рабочего времени и повышение производительности труда.

Каждый работник и учащийся обязан:

работать честно и добросовестно; во-время приходить на работу, использовать все рабочее время исключительно для производственной работы, учебы или выполнения служебных обязанностей, своевременно и точно выполнять распоряжения администрации (руководителя, мастера производственного обучения и т. д.);

выполнять нормы выработки, добиваться их перевыполнения, строго соблюдать технологическую дисциплину, не допускать брака в работе;

беречь социалистическую собственность: станки, инструмент, материалы, спецодежду и т. д.;

полностью соблюдать требования техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной охраны, пользоваться предохранительными средствами и спецодеждой;

содержать в чистоте свое рабочее место, соблюдать чистоту в цехе, мастерской и на территории предприятия. Передавать свое рабочее место сменяющему работнику в чистоте и исправном состоянии.

Нарушение трудовой дисциплины влечет за собой дисциплинарное взыскание.

Дисциплинарными взысканиями, налагаемыми администрацией за нарушение трудовой дисциплины, являются: замечание, выговор, строгий выговор и перевод на нижеоплачиваемую работу на срок до 3-х месяцев.

За каждое нарушение трудовой дисциплины может быть наложено только одно взыскание. Взыскания объявляются в приказе и сообщаются нарушителю под расписку.

Если в течение года работник не подвергался новому взысканию, то взыскание с него снимается. Взыскание может быть снято и раньше года, если работник после нарушения проявил себя с хорошей стороны.

За добросовестную работу, старательное и примерное выполнение своих обязанностей по работе или учебе, за новаторство в труде администрация поощряет работников, объявляя благодарность, награждая почетной грамотой, заносая в Книгу почета или на Доску почета, выдавая денежные премии или ценные подарки.

В Советском Союзе трудовая дисциплина основывается на сознательном отношении всех граждан к труду. Каждый гражданин СССР в соответствии со статьей 130 Конституции Союза Советских Социалистических Республик обязан блюсти дисциплину труда.

Находясь в учебных мастерских, каждый ученик обязан строго и немедленно выполнять все указания педагога и мастера производственного обучения.

Учащийся должен выслушать и усвоить все указания мастера об обращении с механизмами, инструментами и о порядке работы с ними.

Без разрешения мастера запрещается трогать и включать какое-либо оборудование.

Перед началом работы учащийся обязан осмотреть и проверить исправность своего инструмента, разложить его в удобном для работы порядке.

Учащийся должен в точности выполнять последовательность и технологические приемы, показанные педагогом или мастером производственного обучения, не нарушая их, так как несоблюдение этих указаний может привести к применению опасных приемов работы и к несчастному случаю.

Если в процессе работы обнаружатся какие-либо неполадки или неисправности, надо немедленно выключить механизм, станок или паяльник и сообщить об этом педагогу или мастеру и до его разрешения к работе не приступать.

В течение всего периода работы ученик должен находиться на своем рабочем месте, не ходить по мастерской, не отвлекать своих товарищей от работы. В результате непроизвольного движения, которое может произойти во время поворота и ответа товарищу, может произойти несчастный случай: ожог паяльником, укол, порез и т. д.

Уходя со своего рабочего места, даже на короткое время, обязательно надо выключить станок или паяльник.

Вращающиеся и двигающиеся части находящегося без присмотра станка или горячий паяльник могут быть причиной несчастного случая.

Оставленный без присмотра включенный мотор или паяльник может привести к пожару: обмотка перегреется, изоляция повредится, произойдет короткое замыкание и пожар.

Причиной пожара может быть также неосторожное обращение с огнем вблизи от незакрытых баночек с бензином или смывкой, применяемых для промывания паяк. Поэтому баночки с горючими материалами следует держать всегда закрытыми, а при промывке не допускать попадания брызг на горячий паяльник.

Соблюдение учащимися всех правил трудовой дисциплины является залогом производительной и безопасной работы, успешного производственного обучения и освоения необходимых трудовых навыков.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные требования, предъявляемые к производственным помещениям.
2. Что такое травматизм? Перечислите причины травм и возможности их устранения.
3. Перечислите основные правила организации рабочего места и хранения различных деталей и инструмента.
4. Как размещать радиодетали и инструмент на рабочем столе во время сборки или монтажа радиоприбора?
5. Перечислите основные обязанности учащегося, работающего в учебных мастерских.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ЕГО ЭЛЕМЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

- 7. Основные сведения о монтаже радиоаппаратуры. Технологический процесс изготовления радиоаппаратуры состоит, как известно, из сборочных, монтажных и регулировочно-настроечных работ.

Кроме того, на различных этапах сборки, монтажа и регулировки изделия подвергаются контролю, при котором проверяется качество выполнения отдельных производственных операций.

Сборкой называется процесс изготовления изделия, в результате которого детали механически соединяют вначале в простые, а затем в более сложные узлы.

Монтажными работами принято называть ряд рабочих приемов по электрическому соединению между собой отдельных деталей и узлов.

При монтаже производятся следующие основные операции: укладка монтажных проводов и их увязка или крепление, механическое закрепление концов монтажных проводов или радиодеталей к распаячным лепесткам и их пайка.

- 8. Изделия и их элементы. В производстве радиоаппаратуры широко применяются специфические термины, характеризующие конструкцию и ее отдельные элементы, а также выполняемые функции или место, занимаемое тем или иным элементом аппаратуры. Согласно ГОСТу 5290—60 введены определения часто применяемых терминов.

Радиоаппарат (или радиоприбор) — радиотехническое устройство, имеющее самостоятельное эксплуатационное назначение, например: радиоприемник, радиопередатчик, телевизионный приемник, генератор стандартных сигналов и т. п.

Радиоаппарат или радиоприбор состоит из отдельных элементов (узлов и деталей), соединенных между собой.

Простейшим элементом является деталь.

Деталью называют такой элемент, который может быть изготовлен из одного куска материала путем обработки резанием, штамповкой, гибкой или прессованием, например: болты, шпильки, гайки, шестерни, контактные лепестки, уголки, скобы, стойки, щетки катушек, детали из пластмассы и т. д.

Узлом называют часть изделия, которая состоит из нескольких деталей и может быть применена в различных приборах как самостоятельный элемент, например: конденсатор переменной емкости, трансформатор, громкоговоритель, лентопротяжный механизм магнитофона и т. д.

Прибор или блок состоит из нескольких узлов и выполняет в общем сложном аппарате какие-либо определенные функции, например: блок питания, блок приемника, усилитель, передатчик, антенна.

Соединение между собой нескольких самостоятельных различных блоков и составляет радиопарат или радиоприбор, комплекс, станцию или систему. Так, например, радиола состоит из блока приемника и блока проигрывателя (мотор с механизмом вращения пластинки и адаптером).

В случае особой сложности радиотехнической аппаратуры она называется станцией, комплексом или системой (например, телевизионная станция, система радиоуправления и т. д.), состоящей из ряда связанных между собой радиоприборов.

Часто в производстве радиоаппаратуры отдельные элементы, имеющие самостоятельное значение и применяющиеся в различных радиоустановках и радиоприборах (трансформаторы, сопротивления, конденсаторы, переключатели и т. д.), называются радиодетальями.

- **9. Структура технологического процесса.** Технологическим процессом называют часть производственного процесса, связанного с переработкой или обработкой материалов, изменением формы или состояния материалов, сборкой деталей, узлов, изделий с целью превращения поступивших на завод материалов и полуфабрикатов в готовые изделия.

От применяемого оборудования и инструмента, то есть технического оснащения производства, в значительной степени зависят производительность труда, качество и стоимость выпускаемой продукции.

Технологический процесс изготовления какого-либо изделия разделяется на операции. Операции, в свою очередь, делятся на установки, позиции и переходы.

Операцией называется часть технологического процесса, выполняемого над определенной деталью или несколькими деталями, или сборочными единицами одним рабочим или группой рабочих непрерывно и на одном рабочем месте, например: штамповка на кривошипном прессе пластин для сердечников трансформатора, намотка обмотки катушки трансформатора, пропитка катушек трансформатора и т. д.

Операция является основной единицей для производственного и технологического планирования.

Установкой называется часть операции, выполняемой при одном закреплении детали или сборочной единицы. Примером может быть выполнение безиндукционной секционированной обмотки для проволочного сопротивления. В этой обмотке соседние секции имеют противоположное направление витков, что может быть достигнуто поворачиванием каркаса катушки на 180° после заполнения каждой секции проводом и его повторным закреплением в шпинделе намоточного станка.

Позицией называется каждое из различных положений детали или сборочной единицы относительно оборудования при одном их закреплении. Примером может служить выполнение многосекционной обмотки на секционированном каркасе. Каркас закрепляется в приспособлении на шпинделе намоточного станка. Вначале наматывается одна обмотка, затем, после смещения каркаса вдоль оси вращения на необходимую величину — новую позицию, наматывается следующая обмотка и т. д.

Переходом называется часть операции, установки или позиции, выполняемой одним инструментом или набором нескольких одновременно работающих инструментов над одним из участков детали или узла. Например: изготовление распаячной платы (см. рис. 4) состоит из следующих переходов:

первый — в отверстие основания 1 вставляется пустотелая заклепка 2;

второй — устанавливается основание 1 с заклепками 2 на металлическую плату;

третий — на заклепку 2 одевается лепесток 3;

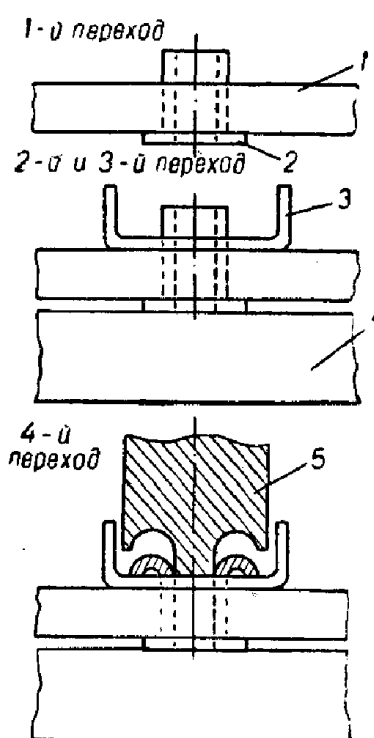


Рис. 4. Изготовление расшивочной панельки по переходам.

четвертый — развальцовывается заклепка развальцовкой 5;
пятый — контролируется качество крепления.

При сложных технологических процессах операция делится на установки и позиции, а последние — на переходы. При несложных технологических процессах операции делятся непосредственно на переходы.

- **10. Типы организации производства.** В зависимости от количества выпускаемых изделий различают следующие виды производства — индивидуальное (или единичное), серийное и массовое.

Индивидуальным (или единичным) видом производства называется такое производство, при котором изделия изготавливаются в одном или нескольких экземплярах; изготовление этих изделий либо вовсе не повторяется, либо повторяется через неопределенные промежутки времени. Характерным признаком этого вида производства является применение универсального оборудования, инструментов и приспособлений. Сборка и монтаж радиоустройства выполняется сборщиками высокой квалификации, которые хорошо разбираются в чертежах, принципиальных электрических схемах, знают принцип действия прибора и его особенности.

Серийным называется такое производство, при котором изделия изготавливаются отдельными сериями, повторяющимися через определенные промежутки времени. В зависимости от количества изделий в серии применяются универсальное и специальное оборудование, приспособления и инструмент. Применение специальных приспособлений и инструментов, разработанных для изготовления данного изделия и его деталей (режущего и мерительного инструментов, специальных контрольных и измерительных приборов), способствует более быстрому изготовлению изделия.

Технологический процесс изготовления радиоизделий при серийном производстве делится на операции, которые следуют друг за другом. Одни и те же операции повторяются через определенные промежутки времени на каждом изделии и выполняются с помощью одного и того же оборудования и инструмента.

Разбивка всего процесса изготовления прибора на отдельные операции упрощает технологию производства и позволяет использовать менее квалифицированных рабочих, чем при единичном виде производства.

На рабочем месте находится операционная технологическая документация, в которой отражается технологический процесс производства отдельной операции, выполняемой на данном рабочем месте: чертеж сборки, монтажная схема, инструкция на монтаж или технологическая карта. При серий-

ном производстве широко применяются поточные методы сборки монтажа и настройки радиоаппаратуры.

Массовым называется непрерывное производство изделий в больших количествах, при котором изготовление изделий производится путем выполнения на рабочих местах одних и тех же постоянно повторяющихся операций. Весь технологический процесс сборки и монтажа разбивается на возможно большее количество простых операций, выполнение которых может осуществляться рабочими невысокой квалификации.

При массовом производстве широко применяются специализированное оборудование, приспособления и инструменты, предназначенные для определенного рабочего места и определенной операции, специально разработанные и изготовленные контрольно-измерительные приборы для настройки, регулировки и испытаний радиоаппаратуры.

В массовом производстве широко применяются поточные и конвейерные методы сборки и монтажа, а также автоматические линии для изготовления отдельных деталей и неразъемных сборок.

Одним из основных условий массового производства является осуществление принципа взаимозаменяемости деталей, узлов и т. п. Узлы и детали, поступающие на рабочие места, должны быть уже проверены и соответствовать допускам, предусмотренным технологическими условиями.

При поточном или конвейерном методе сборки и монтажа радиоприбора должен быть производственный задел деталей, узлов и сборочных групп. Малейшая задержка в подаче на рабочее место деталей, узлов или сборочных групп вызывает нарушение нормального ритма процесса сборки и монтажа радиоприбора. Документация на рабочем месте — пооперационные технологические карты.

При небольших партиях выпуска продукции допустима более простая организация технологического процесса, а при значительных партиях необходимо использование тщательно разработанного и продуманного технологического процесса, обеспечивающего минимальную трудоемкость и себестоимость изделий.

- **11. Проектирование технологического процесса.** Задачей проектирования технологического процесса является: а) установление наиболее рационального порядка изготовления деталей, сборки, монтажа и настройки изделий, обеспечивающего наименьшие затраты и наибольшую производительность;

б) определение необходимого оборудования, инструментов, приспособлений и операционно-настроечной аппаратуры и установление режима их использования; в) разработка специальной оснастки, инструмента, контрольно-поверочной и операционно-настроечной аппаратуры.

Разработка технологического процесса производится в следующем порядке: а) устанавливается структура процесса, то есть весь технологический процесс разбивается на операции, позиции, установки и переходы; б) производится выбор необходимого оборудования, приспособлений, инструмента, измерительных приборов, установок для испытаний и т. п.; в) выполняются различные расчеты по установлению операционных размеров: припусков на обработку и определению режимов обработки; г) производится разработка специального инструмента и приспособлений; д) оформляется разработанный технологический процесс в соответствующей документации.

На практике часто разрабатывают несколько вариантов технологического процесса — упрощенный для выпуска первой опытной, или головной, партии и окончательный для последующего производства.

- **12. Технологическая документация.** Исходными данными, которыми технологи должны располагать при разработке технологических процессов изготовления, сборки или монтажа изделий, являются: а) рабочие чертежи деталей; б) сборочные чертежи; в) принципиальные электрические схемы; г) монтажные схемы; д) технические условия на изготовление узлов и изделия; е) характеристики имеющегося оборудования; ж) размер производственной программы выпуска изделия.

Эти данные готовят конструкторские отделы или проектные организации, а также соответствующие службы завода.

Основными формами технологической документации являются: маршрутная или маршрутно-технологическая карта; технологическая карта; операционная карта; производственно-технологическая инструкция.

Маршрутные (или маршрутно-технологические) карты (см. табл. 1) применяются в единичном экспериментальном или мелкосерийном производстве, где не требуется детализировка процесса. В этих картах дается последовательность прохождения детали, узла или изделия по цехам, перечень операций и их последовательность, указывается оборудование, инструмент, количество одновременно обрабатываемых деталей, партия деталей, разряд работы и норма времени на операцию.

Технологические карты (см. табл. 2) применяются в малосерийных и серийных производствах. Такие карты разрабатываются на деталь или узел с разбивкой технологического процесса по операциям, установкам, позициям и переходам. Ввиду большого разнообразия технологических процессов на практике применяются различные формы карт по различным видам работ. Так, например, отдельно составляются карты на слесарные, механические, сварочные, пропиточные, монтажные, станочные, регулировочные и испытательные работы.

Эскизно-операционные карты применяются в массовом и крупносерийном производствах (см. табл. 3). Эти карты составляются на отдельную операцию изготовления той или иной детали или узла для подробного освещения технологического процесса. Они снабжаются эскизами по переходам и дополнительными данными о режимах, методике измерений, испытаний и т. п.

В отдельных случаях в массовом или крупносерийном производстве с целью более подробного изложения последовательности технологического процесса (на монтаж, настройку, пропитку и т. п.) вместо операционных карт применяются производственно-технологические инструкции.

Для широко применяемых технологических процессов (гальванических, лакокрасочных, пропиточных и т. д.) в целях сокращения документации разрабатывают описания типовых технологических процессов, применяемых вместо операционно-технологических карт.

Технологические карты состоят из двух основных частей: общих данных и данных технологического процесса; в них также вносится методика контроля.

Графы общих данных заполняются на основании чертежей, требований, ГОСТов, ведомственных и заводских нормалей и сведений. Графы по технологическому процессу заполняются на основании предварительных исследовательских работ и накопленного опыта.

Эскизы, приводимые в картах, иллюстрируют особенности технологических процессов и должны быть выполнены четко и ясно.

- **13. Технологическая дисциплина в производстве радиоаппаратуры.** Сущность технологической дисциплины состоит в строгом соблюдении установленных оптимальных технологических процессов, обеспечивающих высококачественное изготовление радиоизделий без брака.

Всякое, порой незначительное, отступление от установленного технологического процесса или чертежей может привести к снижению качества изделия, увеличению брака. Например, в технологическом процессе изготовления пластин ротора и

		Маршрутно-технологическая карта				
		Наименование и марка материала		ГОСТ или ТУ на материал	Профиль и размер	ГОСТ на сортament
		Шифр покрытия		Площадь покрытия	Шифр покрытия	
		№			Наименование и содержание операции, перехода	Оборудование
		цеха	операции	перехода		
		1	2	3	4	5
Взамен инв. № подлинника						
Инв. № подлинника						
		Лит. изменение	Количество	№ распоряжения	Подпись	Дата
Дата		Подпись				

Таблица 1

Наименование детали					№ чертежа		
Направить			Лист		Листов		
Размер заготовки	Количество деталей из заготовки	Единица измерения	Норма расхода на деталь	Номенклатурный номер материала	Стоимость		
					цена	сумма	
Площадь покрытия		Шифр покрытия		Площадь покрытия			
Оснастка			Разряд	Норма времени на деталь, мин		Расценки за деталь, руб.	
Приспособления, штампы, пресс-формы и пр.	Инструмент						
	режущий	измерительный		п/з	шт.	п/з	шт.
6	7	8	9	10	11	12	13
Количество	№ распоряжения	Подпись	Дата	Разработал			
				Нормировал			
				Проверил			
				Утвердил			

[illegible]

Таблица 3

ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА		Наименование детали										№ чертежа			
		Наименование и марка материала		ГОСТ или ТУ на материал		Лист		Листов							
Взамен инв. № подлинника		Размер заготовки		Количество деталей из заготовки		Наименование операции									
		Получить		Направить		№ операции									
				Количество одновременно		№ цеха									
		Обработано деталей		Обслужено станков		Оборудование									
		Приспособления, штампы, пресс-формы и прочее		Шифр											
		Наименование		№ чертежа		Мощность									
Инв. № подлинника	Установки, переходы		Инструмент			Расчетные данные			Режим работы				Время, мин		
	№	Наименование и содержание	Режущий	Вспомогательный	Измерительный									основное	вспомогательное
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дата	Подпись	Лит. изменения	Количество	№ распоряжения	Подпись	Дата	Лит. изменения	№ распоряжения	Подпись	Дата	Разработал				
											Проверил				
											Утвердил				

статора для конденсаторов переменной емкости предусмотрен отжиг пластин после штамповки. В процессе отжига снимается внутреннее напряжение в пластинах, полученное в процессе штамповки. Если внутреннее напряжение не снять, то через некоторое время может произойти коробление пластин, в результате которого может произойти замыкание ротора на статор, что приведет к выходу из строя не только конденсатор, но и целое радиоустройство, в котором он установлен.

При монтаже радиоаппаратуры, работающей на сверхвысоких частотах, а также импульсной аппаратуры любое самовольное отклонение от утвержденного монтажа, то есть от расположения монтажных проводов и их типов нередко приводит к появлению паразитных связей, к ухудшению параметров аппаратуры и затруднениям во время ее налаживания и настройки.

Приведенные примеры показывают, насколько важно строго соблюдать указания технологических документов. Поэтому какие-либо отступления от технологического процесса или замена материалов допускается только с разрешения конструкторского и технологического отделов, а также отдела технического контроля и оформляются соответствующим «листком отклонения».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите и дайте определение составных элементов радиоприбора.
2. Перечислите и дайте определение составных элементов технологического процесса.
3. Назовите типы производств и дайте их характеристику.
4. Расскажите, в какой последовательности разрабатывается технологический процесс.
5. Перечислите и дайте краткую характеристику технических документов, необходимых для разработки технологического процесса.
6. Перечислите и дайте характеристику технологических документов.
7. Расскажите о значении технологической дисциплины на производстве.

ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

- 14. **Материалы, применяемые для радиоаппаратуры.** Большое разнообразие функций, выполняемых узлами и деталями радиоаппаратуры, различные механические, электрические, физические, а иногда и химические воздействия на них вызывают необходимость при изготовлении радиоаппаратуры применять самые разнообразные материалы.

В радиоаппаратостроении используются как обычные конструкционные, так и специальные электротехнические материалы, а также пластмассы. Конструкционные материалы такие, как чугун, сталь, сплавы алюминия и другие, к которым предъявляются, в основном, требования механического характера (прочность, жесткость и др.), используются для изготовления шасси, кожухов, передних панелей и других несущих конструкций радиоустройств.

Электротехнические материалы разделяются по какому-либо характерному свойству (например, по электропроводимости, способности намагничиваться и т. п.) на проводниковые, электроизоляционные, полупроводниковые и магнитные, а потому и имеют различное назначение.

Проводниковые материалы, обладающие высокой электропроводимостью (медь, серебро, алюминий и их сплавы), широко применяются для изготовления проводов, различных контактов и др.

Электроизоляционные материалы, или диэлектрики (керамика, различные пластмассы, бумага, смолы, лаки и др.), используются для изоляции токонесущих элементов приборов от заземленных элементов прибора или друг от друга.

Полупроводниковые материалы (германий, кремний, селен, карбид кремния и др.) по проводимости электрического тока занимают промежуточное место между проводниками и диэлектриками. Они используются для изготовления диодов, транзисторов, для выпрямителей и усилителей, фотоэлементов, нелинейных сопротивлений, широко применяемых в электротехнике и радиотехнике.

Магнитные материалы (электротехнические стали, пермал-

лой, ферриты и др.) обладают малым сопротивлением магнитным силовым линиям и используются для изготовления сердечников трансформаторов, дросселей, катушек индуктивностей, магнитных антенн.

Основные понятия о металлах и сплавах. В периодической системе элементов Менделеева элементы с преобладающими металлическими свойствами составляют примерно $3/4$ всех элементов. Атомы металлов характеризуются малым количеством (1—2) электронов на наружной электронной оболочке. Они легко отдают свои электроны и превращаются в положительно заряженные ионы.

Высокая электро- и теплопроводность металлов, как и другие их характерные физические и химические свойства, объясняются легкостью отрыва у них внешних электронов.

Все металлы и металлические сплавы в твердом состоянии являются телами кристаллическими. В отличие от твердых аморфных тел (стекло, смола), имеющих хаотическое расположение атомов, в металлах атомы занимают в пространстве строго определенные места, образуя так называемую пространственную или кристаллическую решетку.

Свойства металлов определяются взаимной связью атомов друг с другом. Существенное значение имеет число атомов, находящихся во взаимной связи. Но, кроме того, свойства одного и того же металла можно изменить путем соответствующей обработки, то есть изменения структуры кристаллической решетки.

Таким образом, свойства металлов зависят от структуры металла, то есть от порядка расположения частиц атомов, молекул, из которых состоит металл, и от их количества, входящих в скопления, называемые кристаллами.

Так, например, если сталь подвергнуть термообработке, то из мягкого и вязкого состояния можно привести ее в очень твердое и хрупкое. Если обработать алюминий механическим способом (прокатать через валки, протянуть через фильеры или обработать под прессом), то из мягкого состояния он переходит в твердое. Твердый алюминий обладает большей механической прочностью и упругостью.

Строение кристаллов в сплавах металлов более сложное, чем в чистых металлах.

Свойства сплавов зависят от многих причин, и главным образом от сплавляющихся компонентов и их процентного содержания в сплаве.

Так, например, если в малоуглеродистую сталь (углерода до 1%) ввести до 5% кремния, то такой сплав, носящий название электротехнической стали, будет обладать более высокими магнитными свойствами, большим активным сопротивлением, большей хрупкостью, чем обычная сталь. Если в медный сплав ввести до 30% цинка, то получают латунь, которая

обладает меньшей электропроводностью, чем медь, но большей механической прочностью на разрыв и твердостью.

Наиболее характерными свойствами металлов, по которым их выбирают для тех или иных целей, являются:

1. Механические свойства — прочность, твердость, упругость и др.

2. Физические свойства — температура плавления, тепловое расширение, жаростойкость.

3. Химические свойства — антикоррозийная стойкость, стойкость против воздействия различных химических веществ (кислот, щелочей).

4. Электрические свойства — способность намагничиваться, хорошо проводить электрический ток и т. д.

- **15. Состав и сорт чугуна и стали.** В производстве радиотехнических устройств широко применяются различные сплавы металлов. Важнейшими из них являются чугун и сталь. Эти сплавы в основном состоят из двух важнейших компонентов: железа (Fe) и углерода (C).

Чугун. Чугуном называется сплав железа с углеродом, содержащий больше 2% C. Кроме углерода, чугун содержит ряд примесей — марганец, кремний, сера, фосфор и др.

Углерод и кремний являются важнейшими элементами, входящими в состав чугуна. Они способствуют понижению температуры плавления чугуна, обеспечивают его высокие литейные качества, жидкотекучесть и хорошее заполнение формы.

Марганец способствует повышению твердости чугуна.

Сера является вредной примесью в чугуне, способствующей уменьшению жидкотекучести и образованию газовых пузырей.

Фосфор (до 0,05 %) повышает жидкотекучесть чугуна.

Различают чугун белый и серый.

Белый чугун обладает большой твердостью и хрупкостью. Детали из белого чугуна изготавливаются только литьем.

Белый чугун в основном используют как полуфабрикат для получения из него стали.

Серый чугун обладает высокими литейными качествами: жидкотекучестью в расплавленном состоянии, малой усадкой и хорошим заполнением литейной формы, хорошо обрабатывается резанием. Самое большое применение чугун находит в машиностроении.

Серый чугун выпускается таких марок: СЧ12-28; СЧ18-32; СЧ32-52 и др.; буквы СЧ обозначают «серый чугун»; первое число показывает минимальное значение предела прочности на разрыв (12, 18 или 32 кГ/мм^2), второе — минимальное значение предела прочности на изгиб (28, 32 или 52 кГ/мм^2);

Серый чугун используется для изготовления силовых нагруженных деталей (кронштейны, станины и т. п.).

Обработывая термически белый чугун, обжигая его, получают ковкий чугун, который имеет такую маркировку: КЧ37-12, КЧ35-10, КЧ33-8 и др.; буквы КЧ обозначают «ковкий чугун», первое число — предел прочности на разрыв (37, 35 или 33 кг/мм^2), второе — относительное удлинение (не менее 2, 10 или 8%). Из ковкого чугуна изготавливают преимущественно мелкие детали: валики, втулки, рычаги и т. д. Ковкий чугун широко применяется в вагоностроении, станкостроении и т. п.

Сталь. Это сплав железа с углеродом с содержанием углерода не более 2%. Кроме углерода, в стали есть и другие элементы, которые неизбежно попадают (кислород, водород, азот и др.) или умышленно вводятся в сплав (кремний, марганец, никель и др.).

Свойства стали зависят от состава и процентного содержания вводимых компонентов.

В связи с этим стали разделяют на углеродистые и легированные. Если в стали будет небольшое количество примесей: кремния — 0,3÷0,4%, марганца — 0,5÷0,8%, фосфора — 0,05%, серы — 0,07%, то влияние их на свойства стали будет незначительно. Такие стали называют углеродистыми. Если же в стали будет большее количество так называемых легирующих примесей (Si, Mn, Ni, Cr и др.), то они не только будут влиять на свойства стали, но и значительно изменять их. Такие стали называются легированными. Например: добавляя кремний, получаем электротехническую сталь, хром и никель — нержавеющую.

Примеси серы и фосфора являются крайне вредными.

Они резко понижают механические свойства стали.

Кроме того, на физико-химические и специальные свойства сталей большое влияние оказывает термообработка и ее режим.

По назначению стали могут быть конструкционные, инструментальные и стали с особыми физико-химическими свойствами: жароупорные, нержавеющие, изнosoустойчивые и др.

Государственными стандартами СССР принята определенная система обозначения сталей различных марок, которая позволяет легко определить приблизительный химический состав стали. В основу обозначения марок стали по ГОСТу положена буквенно-цифровая система.

Легирующие элементы обозначаются буквами: Г — марганец, С — кремний, Х — хром, Н — никель, М — молибден, В — вольфрам, Ф — ванадий, К — кобальт, Ю — алюминий, Т — титан и Д — медь.

Например: сталь с содержанием 0,55÷0,65% С и 1,5÷2% Si обозначается 60С2; сталь с содержанием 0,35÷0,45% С и 0,8÷1,1% Cr — 40Х; сталь с содержанием 0,60÷0,75% С и 3,2÷3,8 Cr — 7ХЗ и т. д.

Цифры слева от букв обозначают среднее содержание углерода: если две цифры — в сотых долях процента, если одна цифра — в десятых долях.

Цифры справа от букв показывают приблизительное содержание легирующих элементов в процентах. Если содержание легирующего элемента меньше или около 1 %, то цифру после буквы не ставят.

Некоторые стали обозначаются условными буквами, характеризующими группу или тип стали с добавлением цифры, или буквы и цифры, указывающей на содержание углерода или легирующего элемента. Например: У — углеродистые инструментальные стали (У7 — 0,6÷0,74 % С); А — автоматные стали (А20 — 0,15÷0,25 % С); Е — магнитные стали — (ЕХЗ — 2,8 ÷ 3,8 % Сг); Э — электротехническая листовая кремнистая (Э42, Э44 — 4,2÷4,4 Si).

Для высококачественных сталей (с содержанием серы и фосфора не более 0,03 % каждого) в конце обозначения марки стали ставят букву А. Например, марка 12Х2Н4А обозначает высококачественную сталь с содержанием 0,11 — 0,17 % С, около 2 % Сг и около 4 % Ni.

Конструкционные стали, из которых изготовляют различные несущие и другие конструктивные элементы изделий (зубчатые колеса, оси и т. п.), должны обладать высокой прочностью, упругостью и твердостью.

Радиопромышленность применяет углеродистые конструкционные стали марок: Ст3, Ст5, Ст10, Ст20, Ст45 и другие — для изготовления шасси, кожухов, передних панелей, винтов, болтов, гаек, осей, потенциометров и т. п. Из легированных применяются марганцевые стали марок: 15Г, 20Г, 65Г; хромистые марок 20Х; 30Х; 40Х; хромоникелевые марок 12ХН3А, 12Х2Н4А и др. Из легированных сталей изготовляют шестерни, валы, оси и другие детали, подвергающиеся износу и действию переменных напряжений.

Конструкционные стали выпускаются промышленностью в виде листов, прутков, лент, трубок различных профилей и размеров.

Инструментальные стали применяются для изготовления режущего и измерительного инструмента, штампов.

Инструментальные стали должны обладать высокой твердостью, износоустойчивостью, вязкостью и выдерживать высокие температуры, сохраняя основные свойства.

Углеродистые инструментальные стали марок У7А, У8А, У10А, У12А и др. содержат углерода от 0,6 до 1,25 %, используются для изготовления метчиков, разверток, зубил, плашек и т. п.

Легированные инструментальные стали марок Х, 9ХС,

ХВГ, Х12Ф1, 35ХГС, 6ХС и др. применяются для изготовления штампов, режущего инструмента и др.

Измерительный инструмент изготавливается из стали ХГ, Х и др. и низкоуглеродистой стали 20.

Специальные стали — это нержавеющие стали марок 1Х13, 2Х13, 3Х13, Х18Н9 и др., отличающиеся высокой ковкостью, вязкостью, антикоррозийной стойкостью и применяются для изготовления различных конструкционных деталей режущего инструмента и т. п.

Жаростойкие сплавы марок 12ХМФ, 4Х9С2, Х14Н18В2Б применяются для изготовления изделий, работающих при высоких температурах ($500\div 1000^\circ\text{C}$). Эти стали обладают стойкостью против образования окислов при высоких температурах.

- **16. Твердые сплавы.** Твердыми сплавами принято называть сплавы, получаемые из смеси порошков металлов и неметаллических материалов путем спекания при температурах, лежащих ниже точек плавления, или с частичным расплавлением легкоплавких частиц. Получаемые таким путем порошковые сплавы называют также металлокерамическими, ввиду сходства их изготовления с изготовлением керамических изделий.

С использованием методов порошковой металлургии появилась возможность получать металлические изделия различной формы и точных размеров, не прибегая к обычным, в большинстве случаев длительным металлургическим операциям (плавка, литье) и к последующей трудоемкой механической обработке резанием.

Получаемые при этом металлокерамические изделия характеризуются достаточно удовлетворительной для многих случаев практического использования прочностью и обладают рядом весьма ценных технических и экономических свойств, которые невозможно получить при изготовлении металлов и сплавов обычными методами. Ценным является и возможность получения изделий из тугоплавких металлов (W, Mo и др.).

Технологический процесс изготовления металлокерамических изделий состоит из следующих основных операций:

1. Изготовление порошков металлов на шаровых или специальных вихревых мельницах или другими способами (размер зерен $40\div 70\text{ мк}$).
2. Составление смеси порошков по рецепту.
3. Прессование изделий из порошков в прессформах (при давлении от 0,5 до 20 Т/см^2).
4. Спекание изделий в печах ($1,5\text{—}2\text{ час}$, $t^\circ = 1450\div 1500^\circ\text{C}$).

В последнее время процесс прессования и спекания производят вместе в подогретых прессформах.

Из твердых порошковых сплавов изготавливаются, напри-

мер, в виде пластинок резцы, которые припаиваются медным припоем к стальным державкам.

Твердые порошковые сплавы выпускаются таких марок: ВК2, ВК3, ВК15 и др. (вольфрамовые) и марок Т5К10, Т15К6, Т60К6 и др. (титановольфрамокобальтовые).

Кроме порошковых твердых сплавов, в машиностроении применяют и литые твердые сплавы под названием «Сормайт» № 1 и № 2, «Сталинит», «Стелит».

Литыми твердыми сплавами наплавляют штампы, токарные центры и сильно истирающиеся детали, что увеличивает в несколько раз их стойкость.

Порошковая металлургия — прогрессивный высокопроизводительный метод производства металлических изделий, позволяющий при его промышленном использовании резко увеличить выпуск, сократить потребность в станках и получать изделия с высокими техническими и экономическими характеристиками.

- **17. Ферромагнитные материалы.** Значение ферромагнитных (магнитных) материалов в современной электро- и радиотехнике чрезвычайно велико. Эти материалы необходимы для изготовления магнитопроводов в электрических машинах и трансформаторах, сердечников электромагнитов, катушек индуктивностей и реле, отклоняющих и фокусирующих систем электроннолучевых трубок и т. п., постоянных магнитов в электроизмерительных приборах, магнето, индукторах и пр.

К ферромагнитным материалам относятся железо, никель, кобальт, их сплавы и др.

Основное свойство всех ферромагнитных материалов — способность намагничиваться под влиянием внешнего магнитного поля.

Основными характеристиками магнитных материалов являются: остаточная индукция B_r (в гауссах), коэрцитивная сила H_c (в эрстедах), магнитная проницаемость и кривая намагничивания, называемая петлей гистерезиса.

Все магнитные материалы по своим характеристикам разделяются на магнитомягкие и магнитотвердые.

Магнитомягкие материалы применяют для изготовления сердечников трансформаторов, дросселей катушек индуктивности, электрических машин и т. п. Они обладают малой коэрцитивной силой, большой магнитной проницаемостью, малыми потерями энергии на перемагничивание в переменном магнитном поле (петля гистерезиса узкая и острая).

Рассмотрим некоторые магнитомягкие материалы.

Листовая электротехническая сталь — сплав железа с кремнием (Si до 5% и С до 1%). Применяется для изготовления сердечников в устройствах, работающих в сети переменного

го тока с частотой до 20—25 кГц. Обладает большой индукцией (16 000—20 000 гаусс), малой коэрцитивной силой и малыми потерями на вихревые токи и гистерезис.

Выпускается эта сталь следующих марок: Э11, Э12, Э13; Э21, Э22; Э31, Э32; Э41, Э42, Э48; Э310, Э320, . . . , Э380; Э1100, Э1200, Э1300, Э3100, Э3200.

Буква Э обозначает «электротехническая листовая сталь»; первая цифра после буквы (1, 2, 3, 4) — процентное содержание кремния (от 1 до 4,8%); вторая цифра характеризует удельные потери при перемагничивании (в Вт/кг) — чем больше цифра, тем меньше потери; «О» и «ОО» показывает, что сталь холоднокатанная. Стали марок Э11, Э12 и т. п. (без «О») горячекатанные.

Сталь марок «Э» выпускается в листах толщиной 0,1; 0,2; 0,35; 0,5 и 1,0 мм, а стали марок Э310 выпускаются так же в виде лент толщиной 0,03—0,05 и больше. Сердечники из ленточных материалов уменьшают вес и габариты трансформаторов до 40% по сравнению с сердечниками из листовых материалов.

Пермаллой — сплавы железа (20—50%) с никелем (80—50%) с содержанием молибдена, хрома, меди и других примесей. Пермаллой отличаются высокой магнитной проницаемостью (от 10 000 до 300 000 гаусс/эрстед) и малой коэрцитивной силой от 0,025 до 1,01 эрстед. Пермаллой применяются для изготовления сердечников малогабаритных трансформаторов и дросселей, сердечников магнитных усилителей, элементов счетно-решающих устройств, экранов приборов, работающих на частотах до 25 кГц.

Пермаллой выпускаются в листах толщиной от 0,02 до 2,5 мм. Они боятся механических воздействий; уменьшают магнитную проницаемость и повышают коэрцитивную силу.

Пермаллой выпускаются таких марок: 79 НМ (79% никеля, доли процента молибдена); 80 НХС (80% никеля с примесью хрома и кремния) и др.

Магнитодиэлектрики состоят из зерен магнитного материала, изолированных друг от друга диэлектриком. Как магнитный материал применяют магнетит, альсифер (сплав алюминия, кремния и железа), карбонильное железо, а диэлектриком-связкой — фенол-формальдегидную смолу (бакелит) или полистирол. Сердечники различных конструкций изготовляют либо горячим прессованием (как изделия из термореактивных смол), либо литьем (если связка полистирол).

Магнитодиэлектрики применяются для изготовления сердечников различных катушек индуктивностей, работающих как в области низких частот (до 20 кГц), так и в области высоких — до 10^7 Гц.

Сердечники из магнитодиэлектриков способствуют умень-

шению объема катушек до 80 %, веса до 60 %, экономии провода до 60 %.

Магнитотвердые материалы применяют для изготовления постоянных магнитов. Они отличаются от магнитомягких материалов высокой коэрцитивной силой, остаточной индукцией, магнитной энергией и имеют широкую и тупую кривую гистерезиса. К магнитотвердым материалам относятся такие стали: углеродистая (У7, У10); легированные: хромистая (ЕХ2), вольфрамовая (Е7В6), кобальтовая (ЕК5, ЕК10, ЕК15). Лучшим из материалов является кобальтовая сталь. К магнитотвердым материалам относятся также некоторые специальные сплавы: альни — сплав алюминия, никеля и железа, марка АН1; альнико — сплав алюминия, никеля, кобальта, марка АНКо; магнико — сплав то же, что и альнико, но другая специальная термообработка, марка АНКо4.

Сплавы магнитотвердых материалов обладают более высокими магнитными свойствами, чем легированные стали. Кроме того, эти сплавы обладают большим постоянством магнитных свойств и меньшей зависимостью свойств от механических ударов и сотрясений и от изменений температуры, чем легированные стали. Эти преимущества и обусловили более широкое применение сплавов для изготовления магнитов, применяемых в электрорадиотехнических изделиях (громкоговорители, микрофоны, телефоны и т. д.).

- **18. Проводниковые электрические материалы.** Из проводниковых материалов, основным свойством которых является способность проводить электрический ток, изготавливают токопроводящие части радио- и электротехнических устройств: жилы кабелей, катушки индуктивности, обмотки трансформаторов, дросселей, электрических машин и аппаратов, различные контакты, штепселя и штепсельные гнезда, пластины конденсаторов и т. д.

Наибольшее значение в современной электротехнике из проводниковых материалов имеет медь или ее заменитель — алюминий. В тех случаях, когда требуются проводники с высоким активным сопротивлением для изготовления проволоочных сопротивлений, нагревательных элементов и т. д., применяются специальные сплавы: нихром, константан, манганин и т. д.

Рассмотрим свойства основных металлов, применяемых в радиотехнических устройствах.

Медь — это металл красноватого цвета, который добывают из медных руд. Она имеет высокую электропроводность, то есть обладает малым удельным электрическим сопротивлением $0,0175 \text{ ом мм}^2/\text{м}$.

Механические свойства меди в большей степени зависят от термической обработки. В результате отжига твердой меди, полученной после прокатывания или протягивания через филь-

еры, получают мягкую медь. Твердая медь обладает довольно большой механической прочностью (прочность на разрыв около 45 кг/мм^2) и сильно пружинит.

Мягкая медь обладает меньшей механической прочностью до 28 кг/мм^2 , но при растяжении сильно вытягивается [удлинение без разрыва более 30—40%], легко принимает задаваемую форму и не пружинит.

Указанное различие в свойствах твердой и мягкой меди определяет область их применения в электротехнике. В том случае, когда необходим проводник с высокой механической прочностью (например, голые провода для воздушных линий передачи электроэнергии), используют твердую медь. Для изготовления же всякого рода изолированных проводниковых изделий (силовые кабели, обмоточные провода для трансформаторов, катушек индуктивностей и т. п.) применяют мягкую медную проволоку, так как в этих случаях нужна гибкость.

Медная проволока обозначается так: МТ — проволока из твердой меди (неотожженная), ММ — проволока из мягкой меди (отожженная).

Промышленность выпускает медные провода обмоточные и монтажные, без изоляции и с изоляцией. Обмоточные и монтажные провода могут быть одножильные и многожильные. Кроме того, выпускаются провода в виде шнуров (из 2-х или 3-х проводов) и кабели из 2-х и более (до десятков) проводов, изолированных друг от друга.

Диаметр и марки обмоточных проводов выбирают в зависимости от рабочего напряжения и тока. Диаметр провода выбирается по такой формуле:

$$d = 0,7 \div 0,9 \sqrt{I},$$

где d — диаметр провода в мм без изоляции; I — ток в а.

В табл. 4 (см. приложение) приведены данные пробивного напряжения в вольтах для некоторых марок проводов в зависимости от диаметра проволоки (чем больше диаметр провода, тем толще слой изоляции).

Нашей промышленностью выпускаются обмоточные провода различных диаметров и с различной изоляцией. Марки и диаметры выпускаемых проводов приводятся в табл. 5 и 6.

Провода с органической и пластмассовой изоляцией применяются при рабочей температуре не более $100\text{—}110^\circ \text{C}$.

Если необходима изоляция, выдерживающая более высокую рабочую температуру (до $145\text{—}200^\circ \text{C}$), то берут провода с второпластовой или неорганической волокнистой изоляцией (асбестовой или стеклянной), марки ПДА — провод с «дельта-асбестовой» изоляцией, то есть с покрытием асбестовой нескрученной пряжей, проклеенной и пропитанной обмоткой из стеклянной нити.

Провода с эмаливой и волокнистой изоляцией могут работать при более высоких напряжениях, чем провода только с эмаливой изоляцией.

В радиоаппаратуре широко применяются сплавы меди с содержанием олова, кремния, фосфора, бериллия, хрома, магния и т. п. Такие сплавы называются бронзами. Они имеют более высокие механические свойства, хотя и несколько большее удельное сопротивление, чем чистая медь. Бронзы широко применяются для изготовления токопроводящих пружин и упругих контактов (особенно бериллиевая).

Сплав меди с цинком называют латунию. Латунь применяется для изготовления различных токопроводящих деталей (контактные лепестки, переходные контакты и т. п.).

Алюминий. Вторым по значению после меди материалом является алюминий. Это мягкий и хорошо обрабатываемый металл серебристо-белого цвета, его плотность менее 5 г/см^3 ; плотность литого алюминия — около $2,6 \text{ г/см}^3$, а прокатного — $2,7 \text{ г/см}^3$. Алюминий легче меди примерно в 3,5 раза. Температура плавления алюминия 657°C .

Алюминий выпускается промышленностью в виде проволоки, фольги, шин. Удельное электрическое сопротивление алюминия — $0,029 \text{ ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ (в 1,65 раза больше, чем меди).

Алюминиевый лист применяется для изготовления шасси, лицевых панелей, экранов, пластин, конденсаторов переменной емкости.

Таблица 4
Пробивное напряжение изоляции проводов

Для номинальных диаметров проволоки, мм, в пределах	Пробивное напряжение	
	Для марок ПЭЛ, ПЭТ	Для марки ПЭЛУ
0,05—0,07	350	450
0,08—0,13	400	500
0,14—0,21	550	650
0,23—0,51	800	1000
0,53—0,80	900	1100
0,83—1,35	1000	1300
1,40—2,44	1250	1600

Алюминиевые провода в основном используются для воздушных линий передачи электрической энергии.

Алюминиевая фольга широко применяется для изготовления электролитических и бумажных конденсаторов.

Серебро. Это металл белого цвета, легко поддающийся механической обработке и полировке, химически стойкий, обладающий наивысшей электро- и теплопроводностью. Его удельное сопротивление равно $0,0162 \text{ ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, удельная теплопроводность — $4,3 \text{ вт/см град}$.

Таблица 5
Маркировка обмоточных проводов

Марка	Характеристика	Выпускаемые диаметры, мм
ПЭЛ	С эмаливой лакостойкой изоляцией	0,05—5,2
ПЭЛУ	С эмаливой утолщенной лакостойкой изоляцией	0,05—2,44
ПЭТ	С эмаливой изоляцией повышенной теплостойкости	0,05—5,2
ПЭВ-1и	Эмалированные с одинарным и двойным винилфлексовым покрытием	0,1—2,44
ПЭВ-2		
ПЭМ-1	Эмалированные с одинарным, двойным и тройным металвиниловым покрытием	0,1—2,44
ПЭМ-2и		
ПЭМ-3		
ПЭЛБО	Изолированный лакостойкой эмалью и одним слоем хлопчатобумажной обмотки	0,2—2,1
ПЭЛБД	Изолированный лакостойкой эмалью и двумя слоями хлопчатобумажной обмотки	—
ПЭЛШО	Изолированный лакостойкой эмалью и одним слоем шелковой обмотки	0,05—1,45
ПЭЛШД	То же, двумя слоями шелковой обмотки	—
ПЭЛШКО	Изолированный лакостойкой эмалью и одним слоем обмотки из шелка капрон	—
ПЭЛШКД	То же, двумя слоями обмотки из шелка капрон	—
ПЭЛБВ	Изолированный лакостойкой эмалью и обмоткой из длинноволокнистой бумаги	—
ПБО	Изолированный одним слоем хлопчатобумажной изоляции	0,1—2,1
ПБД	Изолированный двумя слоями хлопчатобумажной изоляции	0,2—5,2
ПШД	Изолированный двумя слоями шелковой изоляции	0,1—2,1

Таблица 6
Высокочастотные обмоточные провода (литцендрат)

ЛЭШО			ЛЭШД		
Число и размер скрученных проводов	Наружный диаметр изолированного провода, мм	Вес 1000 м провода, кг	Число и размер скрученных проводов	Наружный диаметр изолированного провода, мм	Вес 1000 м провода, кг
24×0,07	0,54	0,97	7×0,07	0,34	0,31
35×0,07	0,71	1,77	32×0,07	0,66	1,32
12×0,1	0,54	0,99	49×0,07	0,84	1,98
21×0,1	0,67	1,68	70×0,07	1,08	2,81
28×0,1	0,8	2,23	7×0,1	0,45	0,63
63×0,1	1,34	4,93	12×0,1	0,58	1,00
84×0,1	1,49	6,49	16×0,1	0,66	1,34
119×0,1	1,79	9,18	19×0,1	0,70	1,58
			7×0,2	0,78	2,19
			19×0,2	1,22	5,90

Примечание. ЛЭШО — провод обмоточный высокочастотный в одинарной общей обмотке шелком. ЛЭШД — провод обмоточный высокочастотный в двойной общей обмотке шелком.

В природных условиях встречается самородное серебро и в виде соединений с серой. Серебро применяется в радиоаппаратостроении для изготовления контактов и в качестве антикоррозийных и токопроводящих покрытий различных радиодеталей, изготовленных из других металлов (меди, латуни и др.).

Высокоомные сплавы. Это специальные сплавы, которые нашли широкое применение при изготовлении электроизмерительных приборов, образцовых проволоочных сопротивлений, реостатов и электронагревательных приборов. Наиболее распространены такие сплавы, как константан, манганин, нихром и фехраль.

Константан — это сплав 60% меди и 40% никеля. Хорошо протягивается в проволоку диаметром до 0,03 мм и ленту. Удельное электрическое сопротивление — $0,5 \text{ ом/мм}^2/\text{м}$, прочность на разрыв — $40\text{—}50 \text{ кг/мм}^2$ при удлинении 30—40%.

Константан широко применяется для изготовления реостатов и нагревательных элементов в тех случаях, когда рабочая температура не превышает $400\text{—}500^\circ \text{C}$.

При достаточном нагреве на поверхности константана образуется пленка окислов, обладающая электроизоляционными свойствами. Покрытая такой пленкой проволока может наматываться плотно (виток к витку) без дополнительной изоляции между витками.

Константановая проволока изготавливается также в эмалевой изоляции (марки ПЭК — провод эмалированный константановый).

Манганин — сплав 86% меди, 12% марганца и 2% никеля. Имеет красновато-желтый цвет. Рабочая температура около 300°C . Хорошо вытягивается. Удельное сопротивление — $0,42 \text{ ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$. Прочность на разрыв — $40\text{—}55 \text{ кг/мм}^2$ при удлинении 25—30%. Особенностью манганина является крайне малый температурный коэффициент. Манганин применяется для изготовления эталонных сопротивлений. Величина его сопротивления при нагреве на 1°C меняется на одну десятитысячную процента.

Нихром — примерно 70% никеля, 15% хрома и 15% железа. Отличается высокой допускаемой рабочей температурой (до 1000°C). Удельное сопротивление — около $1,1 \text{ ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, прочность на разрыв — 70 кг/мм^2 при удлинении 25%. Изготавливается проволока диаметром от 0,03 мм и более с изоляцией и без изоляции. Марки проводов — ПЭНХ (провод эмалированный нихромовый). Применяется для изготовления высокоомных проволоочных (постоянных и переменных) сопротивлений.

Фехраль — сплав 80% железа, 15% хрома, 5% алюминия. Удельное сопротивление — $1,2 \text{ ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, прочность на

разрыв — 70 кг/мм^2 при удлинении 20%. Фехраль дешевле нихрома, но допускаемая рабочая температура — около 800°C . Фехраль более хрупок и тверд, чем нихром, и с трудом вытягивается в проволоку и ленты малого сечения.

- 19. **Электроизоляционные материалы.** Основным назначением электроизоляционных материалов является изолирование различных токонесущих и находящихся под напряжением элементов как друг от друга, так и от шасси (корпуса) прибора или узла. Электрические свойства электроизоляционных материалов характеризуются сопротивлением или электропроводностью изоляции, электрической прочностью, диэлектрической проницаемостью и диэлектрическими потерями.

Все применяемые в практике изоляционные материалы можно распределить на группы: газообразные; жидкие материалы; твердеющие материалы; волокнистые материалы; минеральные материалы; пластические массы; стекла и керамические материалы.

Из широкого ассортимента употребляемых в современной технике электроизоляционных материалов мы рассмотрим лишь важнейшие, имеющие наибольшее применение в радиоаппаратостроении.

Волокнистые электроизоляционные материалы можно разделить на две основные группы: органические и неорганические.

К органическим волокнистым материалам относятся: бумага, картон, фибра и текстильные продукты (пряжа, ткани и ленты); к неорганическим — асбест и стеклянное волокно, искусственные волокна (капрон, нейлон и т. д.)

Все органические волокнистые материалы отличаются значительной пористостью и большой гигроскопичностью, особенно при изготовлении их из растительных волокон.

Пробивное напряжение электроизоляционного слоя, изготовленного из волокнистых материалов, из-за наличия воздуха в порах ниже, чем у изолятора, изготовленного из целого куска того же материала. Вследствие гигроскопичности волокнистые материалы быстро поглощают влагу, сыреют и резко снижают свои электроизоляционные свойства.

С целью устранения пористости волокнистые материалы пропитывают в изоляционных жидких и твердеющих материалах (парафин, масло, лаки и пр.).

Из волокнистых изоляционных материалов в электро- и радиопромышленности наибольшее применение получили:

Кабельная бумага — марок К-0,8; К-12; К-17 — толщиной соответственно 0,08; 0,12 и 0,17 мм; применяется для изоляции силовых кабелей; в силовых трансформаторах, как между-слойная и междуобмоточная изоляция.

Телефонная бумага марки КТ толщиной 0,05 мм применяется для изоляции телефонных кабелей и проводов, для изготовления листового гетинакса, намоточная бумага толщиной 0,05 и 0,07 мм — для изготовления намоточных изделий (различных трубок).

Конденсаторная бумага толщиной от 0,006 до 0,024 мм применяется для изготовления бумажных конденсаторов.

Электротехнический картон — это тонкий листовый материал, который изготавливается из растительных волокон толщиной 0,1—0,5 мм в рулонах и до 2—3 мм в листах. Картон изготавливается двух марок: ЭВ — для работы на воздухе и ЭМ — для работы в масле.

Пробивное напряжение для картона ЭВ — не менее 110 кВ/см при толщине 0,1—0,5 мм и не менее 75 кВ/см при толщине 2,5—3 мм, а для картона ЭМ после сушки и проварки в масле при толщине 0,05 мм — не менее 470 кВ/см, а при толщине 2 мм — не менее 190 кВ/см.

Электрокартон изготавливается из древесной целлюлозы и применяется для прокладок между слоями обмоток в электрических машинах.

Фибра изготавливается из пористой бумаги, подвергнутой предварительной обработке раствором хлористого цинка ($ZnCl_2$). Фибра хорошо механически обрабатывается и имеет высокие механические свойства, но обладает высокой гигроскопичностью, достигающей 50—60%. Используется в виде прокладок в электромашинах.

Текстильные электроизолирующие материалы изготавливаются в виде пряжи, ткани и лент для изоляции проводов и шнуров, а также для защиты основной изоляции от механических внешних воздействий.

Лакоткани изготавливаются путем пропитки хлопчатобумажной ткани или ткани из шелка масляным или маслянобитумным лаком. Лакоткани выпускаются марок ЛХ (хлопчатобумажная) толщиной от 0,12 до 0,4 мм и ЛШ (шелковая) толщиной от 0,04 до 0,16 мм.

Лакоткани широко применяются в электро- и радиопромышленности как междуслойная, междуобмоточная изоляция в катушках трансформаторов, дросселей и т. п.

Гетинакс изготавливают из бумаги, которую пропитывают раствором бакелитовой смолы. Пропитанные листы бумаги прессуют при температуре 130—140° С.

Гетинакс хорошо обрабатывается (точится, фрезеруется, сверлится, распиливается, штампуются и т. п.). Обладает хорошими электротехническими свойствами. Широко используется для изготовления каркасов трансформаторных катушек, расшивочных (распаянных) панелек, для различных изоляционных деталей в радио- и электроустройствах и т. д. Промыш-

ленность выпускает гетинакс восьми марок: А, Б, В, Г — для нормальной частоты и АВ, БВ, ВВ, ГВ — для высокой частоты.

Текстолит представляет собой многослойную ткань, пропитанную резольной смолой и спрессованную под большим давлением при 150° С.

Текстолит обладает более высокими механическими и электрическими свойствами по сравнению с гетинаксом. Хорошо обрабатывается механическими способами, менее хрупкий. Изготавливается в листах размером не менее 400×600 мм, толщиной от 0,5 до 50 мм, в виде цилиндров и стержней.

Текстолит выпускается трех классов: А — для работы в трансформаторном масле и на воздухе, Б — для работы на воздухе (с пониженными электрическими свойствами, но с повышенной механической прочностью и влагостойкостью), ВЧ (высокочастотный) — для работы на воздухе, как изолятор для токов повышенной частоты.

Из текстолита изготавливаются «бесшумные» зубчатые колеса, основания переключателей, каркасы катушек, корпуса потенциометров и т. п. Основные характеристики текстолита и гетинакса приведены в табл. 7.

Таблица 7

Свойства текстолита и гетинакса

Наименование	Плотность г/см ³	Водо- погло- щае- мость, %	Темпе- ратура размяг- чения	Удель- ное объем- ное со- противле- ние, ом·см	Ди- элек- триче- ская прони- цае- мость	При 50 гц	Пробивная напряжен- ность, кв/см
Гетинакс А . . .	1,25—1,4	4	150	10 ¹¹	5—6	0,02	200—240
Гетинакс Б . . .	1,25	4	150	10 ¹⁰	5—6	0,02	200—240
Текстолит А . . .	1,3—1,4	3	130	10 ¹⁰	5—8	0,01	200—230
Текстолит Б . . .	1,3—1,4	2	120	10 ⁹	5—8	0,04	200—230

Асбест — минеральный волокнистый материал, выдерживает высокие температуры (до 300°—400° С). Имеет низкие электроизоляционные свойства и применяется как изолятор в нагревательных приборах.

Свойства асбестовой изоляции повышаются с пропиткой. Асбест обеспечивает возможность работы при высоких температурах.

Стеклоанное волокно — это один из новых изоляционных материалов. Тонкие стеклянные нити гибки, теплостойки. Из нитей изготавливают ткани, ленты, шланги. Нити используются для изоляции проводов марки ПСД. Толщина нити 5—7 мк, толщина тканей — 0,7—0,28 мм.

При пропитке стеклянной ткани лаками (глифталевыми, кремнийорганическими) получают стеклоткань (марка ЛС).

Стеклянная волокнистая изоляция по сравнению с органическими волокнами обладает более высокой жаростойкостью, механической прочностью и лучшими электроизоляционными свойствами.

- **20. Пластические материалы.** Широкое применение в радиоаппаратостроении получили пластические материалы (пластмассы).

Изделия из пластмассы применяются не только как изоляторы, но и для конструкционных и декоративных целей. Во многих случаях они успешно конкурируют с металлическими изделиями того же назначения и по прочности не уступают им. Изделия из пластмассы часто армируются металлическими вставками, позволяющими осуществлять резьбовые соединения, обеспечивающие большую прочность всей конструкции.

Пластмассовые изделия имеют меньший вес по сравнению с металлическими и не требуют внешней отделки. В зависимости от состава, а также от применяемых красителей пластмассовые изделия могут быть различного цвета и всевозможных оттенков.

Из пластмассы изготавливаются: ящики для приемников, корпуса громкоговорителей, кожухи измерительных приборов, ручки управления, головки зажимов, обрамления, каркасы катушек индуктивностей, платы переключателей, ламповые панели и т. п.

Пластмассы в радиоаппаратостроении применяются и для защиты радиодеталей от вредного влияния влаги. В этом случае детали запрессовывают в пластмассу (конденсатор типа КСО).

Существует большое количество различных видов пластмасс. По технологическому признаку они разделяются на термореактивные и термопластические.

Термореактивные пластмассы обладают способностью под действием температуры и давления вначале размягчаться и заполнять свободное пространство прессформы, а затем переходить в твердое и нерастворимое состояние, сохраняя приданную им форму. Термореактивные пластмассы необратимы и не могут быть подвергнуты переработке.

Исходным материалом для изготовления изделий из термореактивных пластмасс служат прессовочные порошки (пресспорошки). Они представляют собой смеси тонкоизмельченных компонентов, состав которых и количество зависят от назначения пресспорошка.

В состав пресспорошка входят следующие основные компоненты:

1. Синтетическая смола (связующее вещество) — от 30 до 50 весовых частей.

2. Наполнитель в виде древесной муки, молотого мрамора, молотой слюды, кварца, асбеста и др. — от 30 до 40 весовых частей. Наполнители придают изделию определенные свойства, повышенные механические, электрические свойства, теплоустойчивость и т. п.

3. Пластификатор (стеарин, олеиновая кислота) — от 1 до 2 весовых частей. Вводится в пресспорошки для предупреждения прилипания изделия к стенкам прессформы, выполняя таким образом роль смазки. Кроме того, пластификатор придает изделию пластичность.

4. Краситель (анилиновые и минеральные краски, мумия, нигрозин) — от 1 до 1,5 весовых частей, для придания пластмассе желаемого цвета.

Для повышения механической прочности отдельных участков деталей они армируются металлическими (латунными) деталями (бонками, угольниками и т. д.), эта арматура закладывается в прессформу, в специальные гнезда и во время прессования деталей пластмасса обтекает арматуру и хорошо с ней механически связывается.

Из многочисленных пресспорошков в электрорадио промышленности нашли наибольшее применение следующие марки:

1. К-18-2 — связующим веществом является фенольно-формальдегидная смола (бакелит), наполнителем — древесная мука. Краситель этого пресспорошка черный. В состав порошка также входит пластификатор и ускоритель полимеризации (затвердевания). Заменителем К-18-2 могут быть пресспорошки К-20-2 и К-17-2. Из него изготавливаются разнообразные детали, работающие при относительно невысоких напряжениях и токах с частотой до нескольких сот тысяч герц.

2. К-21-22 — связующим веществом является крезольно-формальдегидная смола с органическим наполнителем.

Краситель этого пресспорошка — коричневый пигмент. В состав пресспорошка также вводится пластификатор и ускоритель полимеризации. Изделия из К-21-22 обладают более высокой механической прочностью и лучшими электрическими свойствами, чем из К-18-2. Из него изготавливаются изделия, которые выполняют механические функции и в то же время являются диэлектриками (ламповые панели, каркасы катушек, платы переключателей и т. д.).

3. К-211-3 — смола резольного типа с минеральным наполнителем (молотая слюда, кварц). Применяется для изготовления изделий, работающих на повышенных напряжениях и частотах. Изделия из этого порошка имеют светло-желтый или светло-коричневый цвет.

4. К-6 (азбобакелит) — связующим веществом является крезольно-формальдегидная смола, наполнителем — асбестовое волокно. Изделия из этого порошка обладают повышенной термостойкостью и механической прочностью.

5. Порошок АГ4, представляющий собой стеклянные волокна, связанные фенольно-формальдегидной смолой. Детали из АГ4 отличаются особой механической прочностью, влагостойкостью, повышенными электроизоляционными свойствами и пониженными потерями на высоких частотах. Из него изготавливаются особо ответственные детали.

Термопластические пластмассы. Наиболее широкое применение в электропромышленности получили следующие термопластические материалы: полистирол (для изготовления различных деталей), полихлорвинил и поливинил (как изоляция проводов и изоляционные трубки), полиэтилен (изоляция кабелей), стирофлекс (для изготовления конденсаторных изоляционных пленок), полиметилметакрилат (органическое стекло), карбозол и др.

В отличие от термореактивных пластмасс, которые после нагрева и прессования полимеризируются (затвердевают) и не меняют своих свойств при повторном нагреве, термопластические пластмассы под действием тепла вновь размягчаются и могут быть подвергнуты многократной переработке. Поэтому их часто называют обратимыми пластмассами.

Термопластические материалы, и в особенности полистирол, нашли очень широкое применение в радиоаппаратостроении. Из них изготавливаются каркасы контурных катушек, корпуса карманных радиоприемников, ручки, клавиши переключателей и т. д.

Общим недостатком большинства термопластов по сравнению с термореактивными пластмассами является их пониженная теплостойкость: отдельные виды пластиков начинают размягчаться уже при температуре 80—90° С.

Термопластические материалы выпускаются в виде порошка, стружки, листов, трубок и прутков.

Изделия из термопластических материалов могут изготавливаться: штамповкой из листовых материалов, подобно изделиям из металлов; выдавливанием с подогревом материала; вытяжкой с подогревом материала до температуры размягчения; литьем на специальных машинах и механической обработкой (точение, сверление, резка и т. п.).

- **21. Керамические материалы.** В электро- и радиопромышленности для изготовления самых различных изделий, которые выполняют как электрические, так и механические функции, широко используются керамические материалы, что обусловлено их хорошими качествами. Керамика обладает высокой термостойкостью, имеет очень малый температурный коэффициент линейного расширения, характеризуется малыми потерями на высокой частоте, почти не стареет (не изменяет свойств со временем). Детали из керамики обладают

высокой механической и электрической прочностью. Кроме того, изделия из керамики чрезвычайно дешевы.

В состав керамики входят различные материалы: глина, каолин, полевой шпат, кварц, окиси бария, кальция, титана, циркония и др.

Керамика в зависимости от назначения и электрических свойств может быть подразделена на три основные группы: установочная, конденсаторная и пористая.

Установочная керамика используется для изготовления изоляторов различных конструкций и назначения, каркасов катушек индуктивностей, ламповых панелей и т. п. К установочной относятся следующие виды керамики: изоляторный фарфор, радиофарфор, пирофиллит, ультрафарфор, радиостеатит, алюминоксид и др.

Конденсаторная керамика — радиофарфор, ультрафарфор, радиостеатит и специальные виды керамики: тиконд различных марок (Т60, Т80, Т150), термоконд (ТК-М, ТК-Р) и др. — используются для изготовления различных керамических конденсаторов. Характерной особенностью конденсаторной керамики является высокая диэлектрическая проницаемость и различный температурный коэффициент емкости.

Пористая керамика используется для изготовления оснований проволочных сопротивлений, электрических печей и т. п. К ней относятся: нагревательные виды керамики (шамотная, алундовая), применяемые для изготовления оснований реостатов, сопротивлений, а также материалы с высокими электрическими свойствами и высокой термостойкостью (пористый алюминоксид, пористый радиостеатит), применяемые в качестве изоляторов внутри баллонов электронных ламп.

Технология изготовления изделий из керамики состоит из таких процессов: 1) приготовления керамической массы по рецепту; 2) формовки изделия; 3) обжига отформованной детали. При обжиге керамическая масса спекается, вследствие чего изделие приобретает окончательный вид, размеры, физико-химические и электрические свойства.

Кроме перечисленных процессов, при производстве изделий из керамики могут быть применены механическая обработка, предварительная сушка, пропитка и глазировка.

- **22. Слюда.** Слюда — минерал кристаллического строения. Ее можно разделить на очень тонкие пластинки. Благодаря исключительно высоким изоляционным свойствам, высокой термостойкости, слюда применяется для весьма ответственной изоляции, в частности для изоляции в электрических машинах высоких напряжений и больших мощностей, в качестве диэлектриков в некоторых конденсаторах и радиолампах.

По химическому составу слюда разделяется на три группы: биотит, мусковит и лепидолит.

Биотит (магнезиально-железистый) подразделяется на флогопит — кристаллы светлого, желтовато-бурого, красновато-бурого цвета; обладает высокими электроизоляционными качествами, пробивная напряженность — до 1000 кВ/см; биотит — состоит из таблеччатых кристаллов черного или бурого цвета.

Мусковит (калиевая слюда) — кристаллы таблеччатые или пластинчатые. В тонких листах бесцветны, иногда с желтоватым или сероватым оттенком. Применяется, как и флогопит, в качестве электроизоляционного материала в виде листовой слюды, слюдяного порошка, а также для изготовления миканита. Пробивная напряженность мусковита — до 2000 кВ/см.

Лепидолит — кристаллы белого, розового или бледно-фиолетового цвета. Применяется для производства специальных оптических стекол, производства солей лития и др.

Слюда может применяться в устройствах, работающих при температуре до 500—900° С. При более высокой температуре слюда теряет механические и электроизоляционные свойства.

Слюда получают в виде пластинок весьма ограниченной площади, в то время как для производства различных устройств необходима изоляция в виде больших листов или лент. Поэтому на практике широко используют слюду в виде клеенных электроизоляционных материалов (миканитов).

Миканиты представляют собой листовые или рулонные материалы, склеенные из отдельных лепестков слюды с помощью клеящего лака или сухой смолы, иногда с применением волокнистой (из бумаги или ткани) подложки, которая наклеивается с одной или обеих сторон. Вследствие этого материал приобретает большую механическую прочность на разрыв и большую устойчивость против отслаивания пластинок при изгибе. Промышленность выпускает несколько типов миканитов, различающихся по назначению, составу и технологии изготовления. Миканиты получили условные обозначения, состоящие из двух или трех букв с добавлением цифры. Первая буква обозначает тип миканита (К — коллекторный, П — прокладочный, Ф — формовочный, Г — гибкий, М — микафолий, Л — микалента), вторая — группу слюды, примененной для изготовления миканита (М — мусковит, Ф — флогопит, С — смесь мусковита и флогопита), третья (в прокладочных и формовочных миканитах) — повышенное содержание слюды; в микафолиях и микалентах — тип связки; в гибких — наличие подложки. Цифра арабская обозначает характер обработки миканита. Римская цифра в обозначении микалент указывает на величину электрической прочности.

В качестве связующих веществ (клеев) в миканитах применяются различные материалы. Так, в коллекторном и прокладочном миканитах применяют термореактивные материалы (фенол-формальдегидные смолы). В результате этого получают так называемые твердые миканиты и из них изготавливают детали, не подвергающиеся изгибу.

В *формовочном миканите* в качестве связующих веществ применяют такие материалы, которые при разогреве могут размягчаться и тем самым придавать миканиту способность принимать ту или иную форму.

Формовочный миканит применяется для изготовления фланцев, каркасов катушек, трубок и других фасонных изделий.

Формовочный миканит изготавливается в листах толщиной от 0,1 до 0,5 мм из пластинок (листов) слюды с глифталем или шеллаком в качестве связующего вещества.

Особая разновидность формовочного миканита — микафолий. Он имеет с одной стороны подложку из бумаги толщиной 0,05—0,06 мм и применяется для изготовления твердой изоляции стержней якорных обмоток высоковольтных машин. Микафолий выпускается в рулонах шириной не менее 400 мм или же в листах толщиной 0,15; 0,20; 0,30 мм.

Стекломикафолий имеет подложку не из бумаги, а из стеклянной ткани.

Гибкие миканиты обладают гибкостью при комнатной температуре. Применяются для изоляции в электрических машинах. Изготавливаются в листах толщиной 0,15—0,5 мм из мусковита или флогопита; клеятся масляно-битумным лаком. Кроме того, гибкие миканиты выпускаются оклеенными с обеих сторон бумагой в листах толщиной от 0,2 до 0,5 мм.

Микалента относится к гибким миканитам; выпускается в роликах ленты шириной от 12 до 35 мм или в рулонах шириной не менее 400 мм. Толщина микалент — 0,08; 0,10; 0,13; 0,17 мм, включая подложку из микалентной бумаги с обеих сторон.

Микалекс является одним из наиболее высококачественных неорганических диэлектриков. Изготавливается из 60% молотой слюды и 40% легкоплавкого стекла, которые в процессе прессования при температуре около 600°С реагируют между собой, образуя новую систему с новыми физическими свойствами. Изделия из микалекса после прессовки медленно охлаждаются.

Микалекс изготавливается в виде прямоугольных пластин и граненных стержней. Он влагостоек; используется для изготовления ламповых панелей, расшивочных плат и т. д.

- 23. Жидкие и твердеющие электроизоляционные материалы (лаки и пропиточные компаунды). Для повышения электрической прочности и влагостойкости токонесущих элемен-

тов аппаратуры применяются электроизоляционные лаки и пропиточные компаунды, которые, высыхая и затвердевая, образуют механически прочную электроизоляционную и влагостойкую пленку.

Электроизоляционные лаки представляют собой органический или синтетический изолятор, растворенный в масляной или спиртоэфирной, высыхающей или улетучивающейся основе. Для получения цветного лака к нему добавляется какой-либо красящий пигмент.

Наиболее широкое применение для изоляции медных проводов нашли винифлексовые лаки марки ВЛ на масляной основе и кремнийорганический лак К-47, золотистого и коричневого цвета, которыми покрыт обмоточный провод с так называемой эмалевой изоляцией.

Спиртовые, бакелитовый и шеллачный лаки используются для пропитки роторов и статоров электродвигателей малой мощности.

Для мощных двигателей и генераторов применяют синтетические и кремнийорганические лаки. Лак, пропитывая хлопчатобумажную изоляцию обмоточного провода, повышает электрическую прочность и влагостойкость изоляции и механически скрепляет витки между собой.

Для закрепления витков и пропитки катушек индуктивности высокочастотных контуров приемников, телевизоров и т. д. применяют полистироловые лаки, имеющие малые потери на высоких частотах.

Сопротивления (МЛТ, ВС и т. д.), керамические конденсаторы (КТК, КДК и др.) покрываются силоксановой эмалью марки ТК (красного, зеленого или синего цвета), хорошо предохраняющей проводящий слой от механических повреждений и атмосферного воздействия.

В последнее время широкое применение находят эпоксидные лаки и эмали (ЭП-91, Э-4100). Образованная ими пленка механически прочна, устойчива к воздействию воды, щелочи и других растворителей.

Чтобы предохранить многослойные обмотки катушек индуктивности, дросселей и трансформаторов от вредного влияния влаги, понижающей межвитковую и междурядовую изоляцию, их пропитывают специальными материалами — компаундами, в состав которых, кроме связующих материалов, входят также и наполнители (тальк, кварц).

Наиболее простым пропиточным материалом является церезин — искусственный воск (разновидность парафина) белого или светло-желтого цвета.

Температура плавления церезина равна 50—80°, в зависимости от марки. Поэтому церезин применяют для ответственных деталей, работающих в нормальных комнатных условиях.

Широкое применение для пропитки силовых трансформаторов нашли масляные лаки № 460 и 447 черного цвета.

Эти лаки после сушки при температуре около 100° создают хорошую теплостойкую и влагозащитную пленку.

Для того чтобы лак заполнил все свободное межвитковое пространство в многослойной катушке, пропитку производят под вакуумом в специальных бочках-автоклавах.

Для высоковольтных трансформаторов применяют сложные неорганические компаунды с тальковыми и кварцевыми наполнителями, имеющие электрическую прочность (пробивное напряжение) до 20—30 кВ на 1 мм. К ним относятся компаунды КС-22, КС-30.

В ряде случаев бывает необходимо весь высоковольтный узел полностью изолировать от окружающих предметов. В этом случае такой узел запрессовывается в резину, обволакивается или заливается в специальной форме изоляционным материалом.

К таким обволакивающим и заливочным материалам относятся компаунды РГЛ-450, КГМС-1 с рабочей температурой до $+150^{\circ}\text{C}$, эпоксидные смолы. Эти компаунды относятся к твердеющим материалам. Их можно использовать в течение нескольких часов непосредственно после составления, т. к. в противном случае они сами затвердевают. Чтобы ускорить процесс затвердевания, изделия после заливки или обволакивания помещают в сушильные шкафы. Температура сушки и время выдержки зависит от применяемого компаунда и колеблется в пределах от 50 до 100°C и от 1,5 до 10 часов.

Для повышения электрической прочности и влагоустойчивости смонтированных узлов и приборов их покрывают специальными влагозащитными лаками. Например, бесцветный прозрачный лак СБ-1С хорошо защищает плату печатного монтажа от механических повреждений, предохраняет гетинаксовую подложку от влаги. Навесной монтаж, покрытый таким лаком, очень устойчив к влажному и тропическому климату. Сушка таких лаков, как правило, производится в шкафу при температуре 40 — 60°C .

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Какие материалы называются проводниковыми?
2. Какие бывают изоляционные материалы?
3. Какие существуют марки обмоточных проводов?
4. Какие есть марки монтажных проводов?
5. Как выбрать марку и диаметр провода?
6. Для чего применяются сплавы алюминия?
7. Для чего применяется слюда, миканит, микафоль?
8. Для чего пропитывают различные изоляционные материалы?
9. Что называется керамикой? Основные свойства и группы керамики.
10. Какие вы знаете пластмассы? Чем отличаются термореактивные пластмассы от термопластических?
11. Какие есть жидкие диэлектрики и для чего они применяются?

СОПРОТИВЛЕНИЯ

- 24. Основные электрические характеристики сопротивлений. В радиоаппаратуре широко используются различные сопротивления. В зависимости от места включения в схеме сопротивления могут работать в самых различных режимах, что обязательно необходимо учитывать при их подборе. Промышленность выпускает сопротивления различных типов, отличающихся по номинальной величине, допускам и номинальной мощности, рассеиваемой на сопротивлении.

Установленные ГОСТом величины сопротивлений называются номинальными. Отклонение от номинальных величин называется допуском. Для I класса точности величина отклонения составляет $\pm 5\%$, для II — $\pm 10\%$, для III — $\pm 20\%$.

Мощность, рассеиваемая на сопротивлении при наибольшей допустимой рабочей температуре токопроводящего слоя и изоляции, называется номинальной мощностью.

Сопротивления, используемые в радиотехнической аппаратуре, в большинстве случаев должны быть безиндукционными, бесшумными и стабильными. В безиндукционных сопротивлениях их величина не меняется от частоты переменного тока. Бесшумные сопротивления не создают электрических шумов и потрескиваний, которые усиливаются последующими каскадами усилителя и искажают усиливаемые сигналы. Шумы и потрескивания возникают вследствие плохого контакта между отдельными зернами проводящего слоя сопротивлений и проскакивания между ними микроскопических искорок.

Сопротивление называют стабильным, если оно не меняет заметно своей величины со временем и от окружающей температуры. Изменение величины сопротивления от температуры характеризуется температурным коэффициентом сопротивления (ТКС), который показывает, на сколько процентов меняется величина сопротивления при изменении окружающей температуры на 1°C .

В радиоэлектронной аппаратуре применяется несколько видов непроволочных и проволочных сопротивлений, величина которых бывает постоянной и переменной.

- **25. Непроволочные постоянные сопротивления.** Непроволочные постоянные сопротивления представляют собой фарфоровый стержень или трубочку, на которую нанесен тонкий токопроводящий слой — тонкая металлическая пленка, полученная распылением в вакууме, или пленка углерода.



Рис. 5. Фарфоровая трубочка со спиральной нарезкой на проводящем слое.

Величина сопротивления слоя зависит от его толщины и длины пути, по которому должен протекать ток. Чем толще слой, тем большая мощность может на нем рассеиваться и тем меньше величина сопротивления. Чем

длиннее проводящий слой, тем больше величина сопротивления. Поэтому для получения больших сопротивлений искусственно удлиняют путь между выводами, нарезая на проводящем слое спиральную дорожку (рис. 5).

Выводы от проводящего слоя для подключения сопротивлений к схеме делаются в виде колпачков с проволочками, плотно надетых на торцы керамического стержня или трубочки. При неплотно одетом выводе (то есть плохом контакте) во время работы сопротивления будут возникать микроскопические дуги и искорки, которые вызовут шумы и трески.

Для предохранения проводящего слоя сопротивлений от воздействия влаги и механических повреждений готовые сопротивления покрываются слоем защитного изоляционного лака, на который наносится маркировка, указывающая тип, величину допустимой мощности рассеяния, величину сопротивления и допуск.

Наиболее распространенными являются углеродистые лакированные сопротивления типа ВС (рис. 6). Они могут работать при температурах от -60° до $+100^{\circ}$ С.

Сопротивления ВС выпускаются с допустимой номинальной мощностью 0,25; 0,5; 1; 2; 5 и 10 Вт и соответственно маркируются ВС-0,25; ВС-0,5; ВС-1; ВС-2; ВС-5 и ВС-10.

Для сокращения букв и цифр маркировки, наносимой на лаковом покрытии, величина сопротивления от 1 до 910 Ом имеет обозначение Ом, от 1000 до 910 000 Ом имеет обозначение

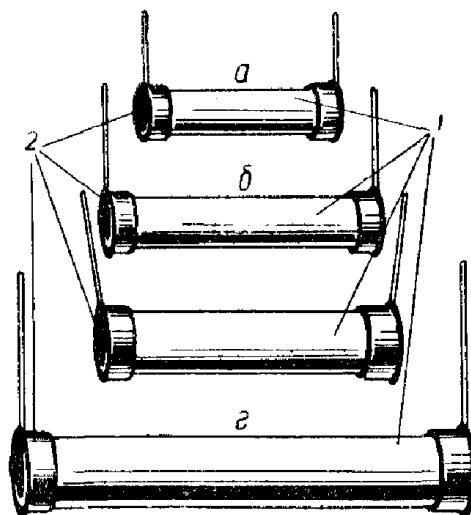


Рис. 6. Сопротивления типа ВС мощностью:

а — 0,25 Вт; б — 0,5 Вт; в — 1 Вт; г — 2 Вт; 1 — керамический стержень с активным слоем; 2 — металлические колпачки с выводами.

ние 1 ком и 910 ком от 1 000 000 ом до 10 000 000 ом — Мом или М. На некоторых малогабаритных сопротивлениях вместо сотен тысяч ом, например 100 ком, проставляют 0,1 М.

В последние годы широкое распространение получили малогабаритные теплостойкие сопротивления типа МЛТ (металлизированные лакированные теплостойкие). Внешний вид их показан на рис. 7. Токпроводящим слоем в таких сопротивлениях является слой металла, нанесенный на керамическую трубочку. Поэтому они более теплостойки (интервал их рабочих температур от -60° до $+120^{\circ}$ С).

Сопротивления типа МЛТ меняют свою величину от окружающей температуры и нагрева незначительно. Их температурный коэффициент сопротивления (ТКС) почти в десять раз меньше, чем у сопротивлений типа ВС.

Сопротивления типа МЛТ в зависимости от номинальной мощности выпускаются трех видов: МЛТ-0,5; МЛТ-1 и МЛТ-2.

Кроме малогабаритных сопротивлений типа МЛТ, промышленность выпускает малогабаритные непроволочные сопротивления типа УЛМ (углеродистые лакированные малогабаритные). На рис. 7 сопротивление типов УЛМ и МЛТ изображены в одинаковом масштабе.

Сопротивления типа УЛМ выпускаются только на номинальную мощность 0,12 вт. Они применяются лишь в малогабаритной аппаратуре, в цепях которой проходят небольшие токи.

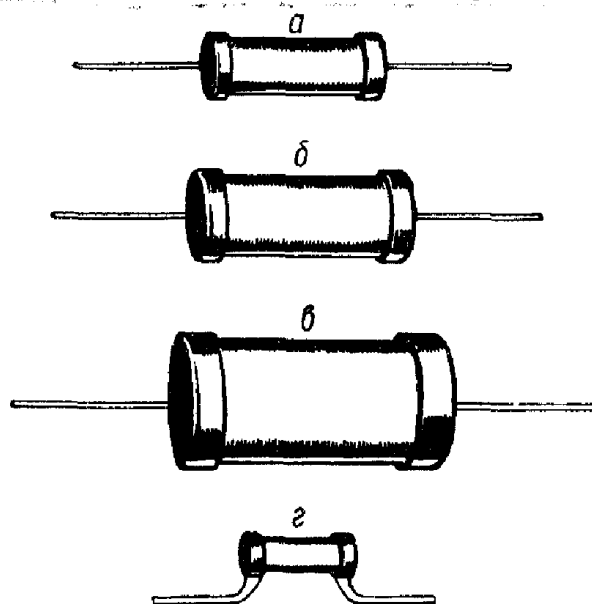


Рис. 7. Сопротивления МЛТ и УЛМ:

- а — сопротивление МЛТ мощностью 0,5 вт;
- б — сопротивление МЛТ мощностью 1 вт;
- в — сопротивление МЛТ мощностью 2 вт;
- г — сопротивление УЛМ мощностью 0,12 вт.

- **26. Постоянные проволочные сопротивления.** Эти сопротивления конструктивно представляют собой трубки или катушки, на которые наматывается проволока с большим удельным сопротивлением. Трубки и каркасы катушек изготовляют из изоляционных материалов (керамики, пластмасс и др.). Фарфоровые трубки берутся диаметром от 13 до 29 мм и длиной от 26 до 170 мм. Выводы делают в виде хомутиков, охватывающих каркас у его торцов. Хомутик имеет отверстие для пайки монтажного провода (рис. 8).

Для защиты провода на сопротивлении от механических повреждений его покрывают слоем эмали. Такое сопротивление называют эмалированным и маркируют ПЭ (проволочное эмалированное) или ПЭВ (проволочное эмалированное влагостойкое).

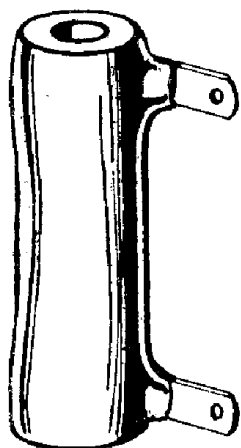


Рис. 8. Эмалированное проволочное сопротивление.

Сопротивления типа ПЭВ выпускаются с номинальной мощностью от 2,5 до 100 Вт и сопротивлением от 5 Ом до 56 кОм с допуском ± 5 и $\pm 10\%$.

Очень часто, в особенности в цепях смещения, необходимо иметь отвод от части сопротивлений. Поэтому выпускаются сопротивления с передвижным хомутиком, например, сопротивление ПЭВ-Х (рис. 9). В нем сбоку зачищена эмаль и на оголенный провод одевается хомут, имеющий полукруглый выступ, который и обеспечивает контакт с оголенной частью обмотки.

Широкое применение в современной аппаратуре имеют высокостабильные проволочные сопротивления типа ПТ — проволочные точные, ПТМН — проволочные точные малогабаритные нихромовые — и др.

Для изготовления проволочных сопротивлений катушечного типа применяют изолированный провод диаметром от 0,15 до 0,02 мм марок ПЭНХ (провод эмалированный нихромовый), ПВНХ (провод винифлексный нихромовый), ПЭШОНХ (провод эмалированный с шелковой одинарной изоляцией нихромовый).

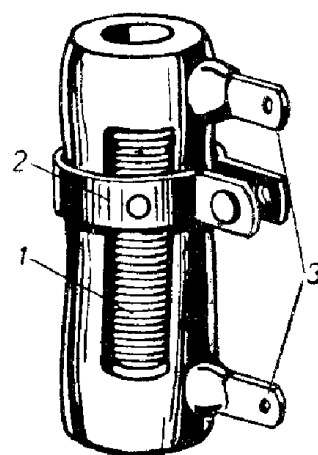


Рис. 9. Регулируемое остеклованное сопротивление:

1 — оголенная часть намотки; 2 — подвижной хомут; 3 — выводы концов сопротивлений.

- **27. Переменные сопротивления.** В радиоприемниках для регулирования громкости и тембра, а в телевизорах для регулирования яркости, контрастности и т. д. применяются переменные сопротивления. Они могут быть как проволочные, так и непроволочные.

Переменные непроволочные сопротивления конструктивно представляют собой токопроводящую подковку 1, по которой движется токоснимающий ползунок 2, укрепленный на оси 3 (рис. 10).

Переменные непроволочные сопротивления выпускаются с линейной (группа А), логарифмической (группа Б) и показательной (группа В) зависимостью изменения сопротивления от угла поворота токоснимающего ползунка.

Наибольшее распространение имеют сопротивления типа СП (сопротивление переменное). Они выпускаются на номинальную мощность 0,5 и 1 *вт* величиной от 22 *ком* до 2,2 *Мом* и на номинальную мощность 1 и 2 *вт* величиной от 470 *ом* до 4,7 *Мом* с допуском по номиналу $\pm 20\%$.

Сопротивления СП могут быть как одинарные, так и сдвоенные (на одной оси расположены два сопротивления) и маркируются соответственно СП-I и СП-III (рис. 11, *а* и *б*).

Сдвоенные сопротивления могут иметь и самостоятельные оси вращения, находящиеся одна в другой (рис. 8, *з*).

Широкое распространение получили переменные непроволочные сопротивления типа ВК и ТК (с выключателем) с номинальной величиной от 2,5 *ком* до 7,5 *Мом*.

Промышленность выпускает еще так называемые объемные сопротивления типа СПО. Они отличаются высокой влаго-

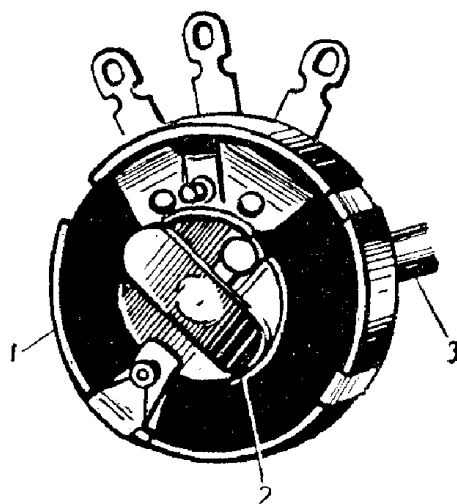


Рис. 10. Конструкция непроволочного переменного сопротивления.

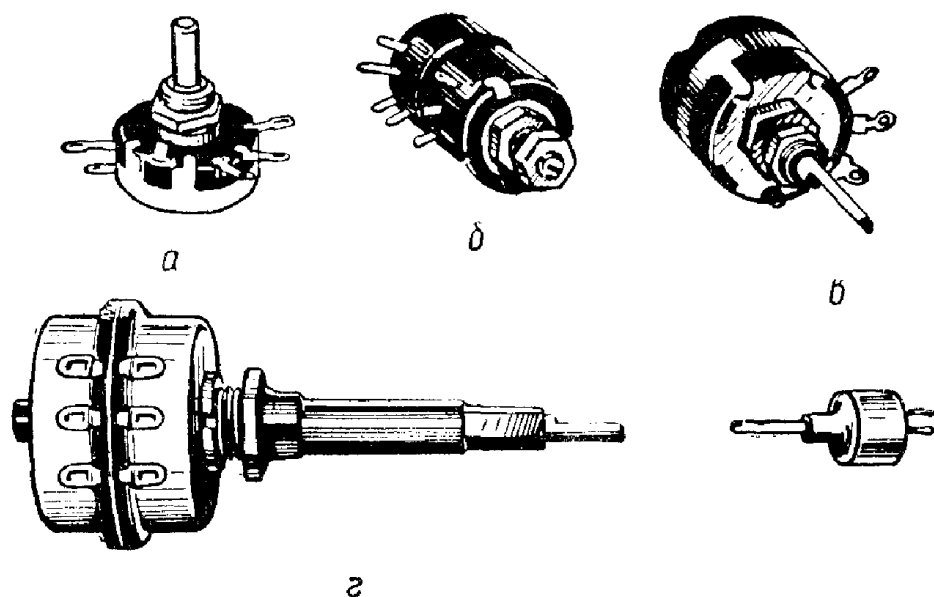


Рис. 11. Переменные сопротивления: *а* — СП-I; *б* — СП-III; *в* — ВК; *г* — СНК; *д* — СПО.

стойкостью и малыми габаритами. Сопротивления СПО мощностью до 0,5 *вт* имеют диаметр 15—16 *мм*, мощность их до 2 *вт* — 28 *мм*. Выпускаются они величиной от 47 *ом* до 4,7 *Мом* с допуском ± 10 и $\pm 20\%$ линейной зависимостью сопротивления от угла поворота токоснимающего ползунка.

Непроволочные переменные сопротивления крепятся к шасси гайками, навинчивающимися на центральную резьбовую втулку.

Проволочные переменные сопротивления (рис. 12) состоят

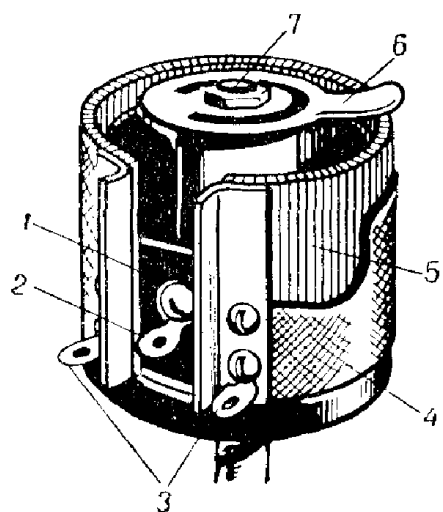


Рис. 12. Конструкция проволочного переменного сопротивления.

из пластмассового карболитового корпуса 1, вокруг которого расположен гетинаксовый или текстолитовый каркас с намотанной проволокой 5. Для предохранения проволоки от внешних повреждений применен гетинаксовый панцырь 4. Выводы проволочного сопротивления припаяны к лепесткам 3. В середине пластмассового корпуса на оси 7 закреплен ползунок 6, вывод от ползунка сделан на средний лепесток 2.

Проволочные переменные сопротивления выпускаются на различную номинальную мощность от 2 до 25 вт. Величина сопротивления бывает от 25 до 50 000 ом.

Оси переменных сопротивлений могут быть как длинными — под ручку, так и короткими — под шлиц для вращения отверткой.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Приведите основные характеристики сопротивлений, по которым последние выбираются для схемы.
2. Назовите основные типы постоянных непроволочных сопротивлений, дайте характеристику электрических параметров и конструкций.
3. Расскажите о конструкциях, электрических характеристиках и применении проволочных постоянных сопротивлений.
4. Расскажите о переменных сопротивлениях. Типы, конструкции, применение, электрические характеристики.

● КОНДЕНСАТОРЫ

- 28. **Общие сведения о конденсаторах.** Два изолированных друг от друга проводника, если к ним подвести разность потенциалов (напряжение) обладают способностью накапливать и сохранять электрические заряды, т. е. образуют конденсатор. Эта способность конденсаторов называется электрической емкостью. Величина емкости конденсатора зависит от площади обращенных друг к другу пластин (обкладок), расстояния между ними и от изоляционного материала между обкладками, называемого диэлектриком.

Емкость конденсатора тем больше, чем больше площадь и число пластин и чем меньше расстояние между ними, то есть чем тоньше слой проложенного между ними изолятора (диэлектрика).

Единицей емкости является фарада, сокращенно обозначаемая буквой ϕ . В радиоаппаратуре применяется емкость величиной в одну миллионную фарады — микрофарада (мкф) и одну миллиардную фарады — микромикрофарада (мкмкф), которую часто называют пикофарада (пф).

Электрические свойства диэлектрика характеризуются следующими величинами: 1) способностью данного материала ослаблять величину напряженности электрического поля по сравнению с его напряженностью в пустоте (так называемая диэлектрическая постоянная ϵ) и 2) величиной электрических потерь, которые оцениваются тангенсом угла потерь, равному отношению реактивной мощности к активной.

В качестве диэлектриков следует выбирать такие материалы, которые имели бы большую диэлектрическую постоянную и малые диэлектрические потери.

Чем больше величина диэлектрической постоянной, тем меньшим по размерам можно сделать конденсатор той же емкости.

Если в процессе работы конденсатора будет изменяться окружающая температура (например, зимой установленная на открытом воздухе аппаратура может охладиться до -30°C ,

а летом нагреться до $+40^{\circ}\text{C}$ и более), то у диэлектрика будет изменяться толщина, а следовательно, и емкость конденсатора.

В тех случаях, когда по условиям работы аппаратуры допускаются некоторые изменения величины емкости (в переходных конденсаторах, фильтрах-развязках и т. д.), то величиной изменений емкости от окружающей температуры можно пренебрегать. Но если конденсатор стоит в цепи контура и от его величины зависит частота или настройка радиоаппаратуры, то мы должны учитывать возможные изменения емкости от изменения окружающей температуры.

Изменения емкости, вызываемые действием температуры, характеризуются температурным коэффициентом емкости (ТКЕ), который показывает, на сколько изменяется емкость конденсатора при изменении окружающей температуры на 1°C .

- **29. Конденсаторы постоянной емкости.** Конденсаторами постоянной емкости называются такие конденсаторы, которые выпускаются промышленностью определенного номинала и величина которых не может быть произвольно изменена после изготовления.

Конденсаторы постоянной емкости выпускаются различных типов в зависимости от применяемого диэлектрика, а

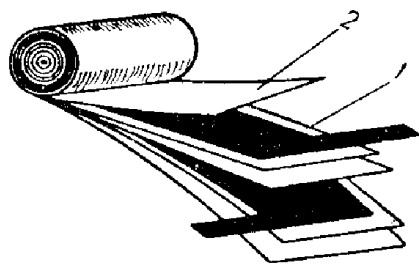


Рис. 13. Бумажный конденсатор:

1 — бумажные прокладки;
2 — обкладки из фольги.

именно: бумажные, металлобумажные, пленочные, слюдяные, керамические, электролитические и т. д. Каждый конденсатор постоянной емкости обязательно имеет маркировку. В ней указывается тип конденсатора, номинальное значение емкости, величина отклонения от номинала (допуск) в % и величина рабочего напряжения; для слюдяных и керамических конденсаторов указывается также группа ТКЕ.

Рассмотрим отдельные типы конденсаторов постоянной емкости.

В современной радиотехнической аппаратуре широкое применение получили бумажные конденсаторы (рис. 13), названные так потому, что диэлектриком в них служит тонкая, хорошо пропитанная изоляционным составом бумага, а обкладками — тонкая металлическая фольга (оловянная или алюминиевая). Эти конденсаторы дешевы и обладают большой емкостью при небольших геометрических размерах.

Разновидностью бумажных конденсаторов являются металлобумажные конденсаторы. От бумажных они отли-

чаются тем, что вместо полосок фольги на бумажный диэлектрик путем распыления наносится тончайший металлический слой проводника. Такие конденсаторы имеют при тех же электрических характеристиках значительно меньшие размеры, чем обычные бумажные, и, кроме того, могут самовосстанавливаться при пробое.

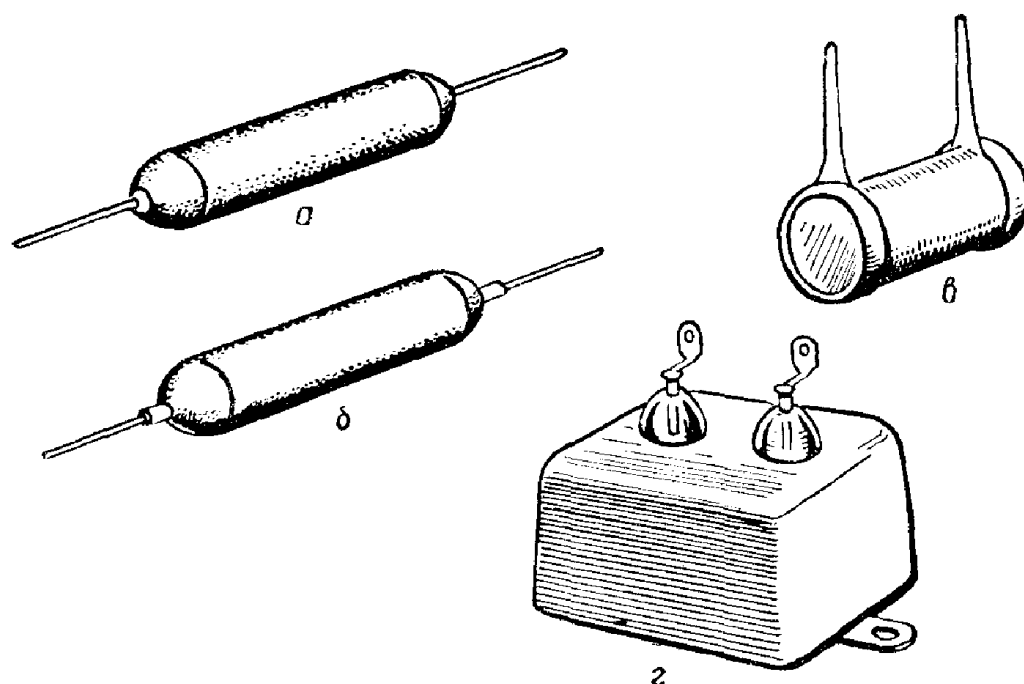


Рис. 14. Бумажные конденсаторы:

а — БМ; б — БГМ с одним выводом через стеклянный изолятор; в — КБГ-И в фарфоровом корпусе; г — КБГ-МП в металлическом корпусе с двумя выводами через стеклянные изоляторы.

Бумажные и металло-бумажные конденсаторы применяются во всех видах радиотехнической аппаратуры в качестве разделительных, развязывающих и фильтрующих элементов в разнообразных цепях как с постоянным, так и переменным напряжением.

По своему конструктивному оформлению бумажные конденсаторы разделяются на несколько типов (рис. 14):

БМ — бумажные малогабаритные. Выпускаются на рабочее напряжение постоянного тока 150, 200 и 300 в с допуском по емкости ± 10 и $\pm 20\%$; имеют сопротивление изоляции не менее 5000 Мом;

БГМ — бумажные герметизированные малогабаритные. Выпускаются на рабочее напряжение 400 в с допуском по емкости ± 5 и $\pm 10\%$; имеют сопротивление изоляции не менее 10 000 Мом. Этот тип конденсаторов выпускается с одним изолированным выводом (БГМ-1) и двумя (БГМ-2);

БГМТ — бумажные герметизированные теплостойкие. Они работают в интервале температур от -60° до $+1000^\circ\text{C}$ и

выпускаются с рабочим напряжением постоянного тока 400 и 600 в с допуском по емкости ± 5 , ± 10 и $\pm 20\%$;

КБГ — конденсаторы бумажные герметизированные. Выпускаются на рабочее напряжение 200, 400, 600, 1000 и 1500 в. По конструктивному оформлению в зависимости от корпуса и емкости они подразделяются на КБГ-И, КБГ-М, КБГ-МП, КБГ-МН;

КБГ-И изготавливаются в цилиндрических керамических или стеклянных корпусах емкостью до 0,1 мкф;

КБГ-М изготавливаются в металлических цилиндрических корпусах с одним или двумя изолированными от корпуса выводами емкостью до 0,25 мкф;

КБГ-МП и КБГ-МН — это, как правило, конденсаторы на высокие напряжения и емкости до нескольких микрофард. Они изготавливаются в металлическом прямоугольном или плоском корпусе, имеющем 2 лапки для крепления. Выводы у них бывают сверху (вариант В), сбоку (вариант Б) и снизу (вариант Н). Эти конденсаторы выпускаются также блоками по 2—3 конденсатора в одном корпусе.

Металлобумажные конденсаторы выпускаются либо в цилиндрическом (тип МБГЦ), либо в прямоугольном корпусе (тип МБГП). Конденсаторы МБГЦ изготавливаются емкостью 0,025—1,0 мкф, а МБГП — емкостью от 0,1 до 30,0 мкф.

Широкое применение в радиоаппаратуре получили пленочные конденсаторы, в которых диэлектриком служит тонкая пленка из полистирола, стирофлекса или фторопласта. Такие конденсаторы выпускаются как открытыми, так и герметизированными. Наиболее распространенными являются конденсаторы типа ПО — полистирольный открытый. Конструктивно они ничем не отличаются от бумажных конденсаторов типа БМ. Их цилиндрический корпус имеет диаметр от 12 до 24 мм и длину от 31 до 49 мм. Выводы от обкладок сделаны луженым проводом диаметром 0,6 мм вдоль оси цилиндра. Конденсаторы типа ПО предназначены для работы в цепях постоянного тока и выпускаются емкостью от 51 до 30 000 пф на рабочее напряжение 300 в. Интервал рабочих температур — от -40° до $+50^{\circ}$ С. При более высокой температуре полистирольная пленка размягчается, что может привести к пробое конденсатора. Поэтому при пайке этих конденсаторов необходимо быть особенно осторожным.

Широко применяется пленочный конденсатор типа ПМ — полистирольный малогабаритный. Пределы его номинальных емкостей — от 100 до 10 000 пф с допуском ± 5 , ± 10 и $\pm 20\%$ на рабочее напряжение 60 в. Конденсаторы такого типа предназначены для работы в цепях постоянного тока.

Полистирольные конденсаторы изготавливаются и для высоковольтных цепей постоянного тока на напряжение 10 и

15 кв. Эти конденсаторы получили наименование ПОВ — полистирольный открытый высоковольтный. Их номинальная емкость — 390 пф.

Если в качестве диэлектрика вместо полистирола используется стиролфлекс, то конденсаторы маркируются ПСО. Они выпускаются емкостью от 470 до 10 000 пф на напряжение 500 в. Конструктивно они оформлены так же, как и конденсаторы типа ПО. Если же в качестве диэлектрика применен термостойкий фторопласт, то конденсаторы носят наименование ФТ — фторопластовые термостойкие. Такие конденсаторы могут работать при температуре до $+200^{\circ}\text{C}$.

- 30. **Слюдяные и стекложемалевые конденсаторы.** В слюдяных конденсаторах диэлектриком служит высококачественная слюда, а проводящими элементами — листки металлической фольги или тонкие слои серебра, нанесенного на поверхность слюды методами вжигания или вакуумного распыления. Слюда обладает необычайно низкими потерями и высокой диэлектрической прочностью. Количество пластин фольги и их размер зависит от емкости конденсатора. Собранный пакетик конденсатора сжимается, пропитывается и затем опрессовывается в пластмассу.

Широкое применение получили слюдяные конденсаторы типа КСО — конденсатор слюдяной опрессованный (рис. 15). Они предназначены для работы в цепях как постоянного, так и переменного тока. Их выпускают на рабочие напряжения 250, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 5000 и 7000 в с точностью по номиналу емкости ± 2 , ± 5 , ± 10 и $\pm 20\%$. Тангенс угла потерь слюдяных конденсаторов лежит в пределах от 0,004 до 0,01. Они также имеют хорошее сопротивление изоляции (не менее 7800 Мом).

Конденсаторы типа КСО в зависимости от емкости и рабочего напряжения изготавливаются десяти видов, которые различаются между собой по размерам, видам опрессовки, емкости и рабочему напряжению.

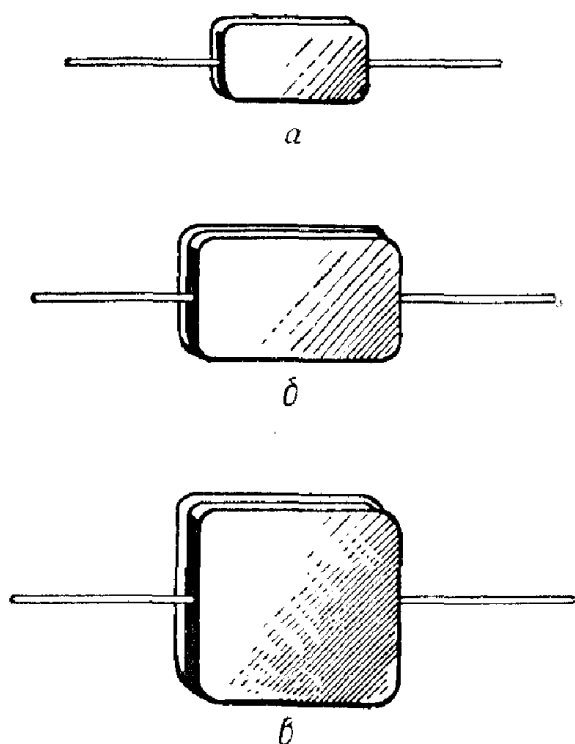


Рис. 15. Конденсаторы типа КСО:
а — КСО-1; б — КСО-2; в — КСО-5

Наиболее широкое применение имеют следующие слюдяные конденсаторы:

а) КСО-1, выпускаемые емкостью от 51 до 750 *пф* на рабочее напряжение постоянного тока 250 *в*;

б) КСО-2, выпускаемые емкостью от 100 до 24 000 *пф* на рабочее напряжение 500 *в*;

в) КСО-5, выпускаемые на рабочее напряжение 250 *в* емкостью от 7500 до 10 000 *пф* и на рабочее напряжение 500 *в* емкостью от 470 до 6800 *пф*.

Конденсаторы типа КСО по температурному коэффициенту емкости (ТКЕ) разбиваются на 4 группы:

группа А — величина ТКЕ не нормируется;

» Б — ТКЕ порядка $\pm 0,02$;

» В — » » $\pm 0,01$;

» Г — » » $\pm 0,005$.

Это значит, что для конденсатора группы Б при изменении окружающей температуры на 1°С величина его емкости увеличится или уменьшится (в зависимости от того, будет понижаться или повышаться окружающая температура) в 0,02 раза, а для группы Г — только в 0,005 раза.

Кроме конденсаторов типа КСО, выпускаются также слюдяные конденсаторы в овальных керамических корпусах. Называются они СГМ — слюдяной герметизированный малогабаритный. Эти конденсаторы в зависимости от рабочего напряжения (250, 500, 1000 и 1500 *в*) и величины емкости изготавливаются четырех габаритных размеров (СГМ-1, СГМ-2, СГМ-3 и СГМ-4). Величина их емкости бывает от 51 до 10 000 *пф* с допусками ± 2 , ± 5 , ± 10 и $\pm 20\%$.

Слюдяные конденсаторы больших емкостей (до 0,1 *мкф*) помещают в металлические прямоугольные корпуса. Такие конденсаторы носят название КГС — конденсатор слюдяной герметизированный.

Стеклоэмалевые конденсаторы типа КС состоят из чередующихся слоев стеклоэмали и тонких обкладок из серебра, опрессованных пластмассой. По своему внешнему виду они похожи на конденсаторы типа КСО. Выпускаются емкостью от 10 до 1000 *пф* с допуском по номиналу ± 2 , ± 5 , ± 10 и $\pm 20\%$ на рабочее напряжение 500 и 1000 *в*. В зависимости от величины емкости конденсаторы изготавливают длиной 14, 19 и 20 *мм*.

Стеклоэмалевые конденсаторы имеют очень малый тангенс угла потерь (не более 0,0015), очень высокое сопротивление изоляции (более 20 000 *Мом*) и могут работать в интервале температур от -60° до $+100^\circ$ С.

- **31. Керамические конденсаторы.** Очень широкое применение получили конденсаторы с диэлектриком из керамики, которые называются керамическими и состоят из тонких керамических трубок; на наружной и внутренней поверхности последних нанесены тонкие слои серебра, служащие обкладками конденсатора. Вдоль оси трубки с разных сторон сделаны выводы лужеными проволочками диаметром 0,6 мм или латунными ленточками шириной 2,5 мм.

Одной из особенностей керамического диэлектрика является возможность получения как положительных, так и отрицательных температурных коэффициентов емкости. Поэтому керамические конденсаторы с отрицательным ТКЕ нашли применение в резонансных контурах и других аналогичных цепях для компенсации положительного температурного коэффициента катушек и конденсаторов других типов.

Все керамические конденсаторы в зависимости от величины температурного коэффициента емкости разделяются на шесть групп, каждая из которых имеет соответствующий цвет окраски корпуса или маркировочной точки.

Величина ТКЕ, условное обозначение группы и окраска видны из табл. 8.

Таблица 8

Величина ТКЕ	Условные обозначения группы	Цвет окраски корпуса или маркировочной точки
Не нормируется	Н	Оранжевый или желтый
— (0,13 ± 0,02)	К	Зеленый или красный с зеленой точкой
— (0,07 ± 0,01)	Д	Красный
— (0,005 ± 0,003)	М	Голубой
+ (0,003 ± 0,003)	Р	Серый
+ (0,012 ± 0,03)	С	Синий

Наиболее широкое применение имеют конденсаторы типа КТК — конденсатор трубчатый керамический, типа КТМ — конденсатор трубчатый малогабаритный и типа КТН — керамический трубчатый негерметизированный (рис. 16).

Конденсаторы КТК выпускаются емкостью от 2 до 1000 пф с допусками ± 2 , ± 5 , $\pm 10\%$ на рабочее напряжение 500 в и для работы в интервале температур от -60° до $+80^\circ$ С.

Конденсаторы типа КТМ выпускаются только на рабочее напряжение 150 в и номинальные значения емкости от 1 до 3000 пф.

Конденсаторы КТН выпускаются емкостью от 2 до 680 $\mu\text{ф}$ с допусками ± 2 , ± 5 , ± 10 и $\pm 20\%$ на рабочее напряжение 500 в. Они могут работать при температуре до $\pm 125^\circ\text{C}$.

Трубчатые керамические конденсаторы для высоких рабочих напряжений (от 1 до 12 кВ) маркируются буквами КВКТ.

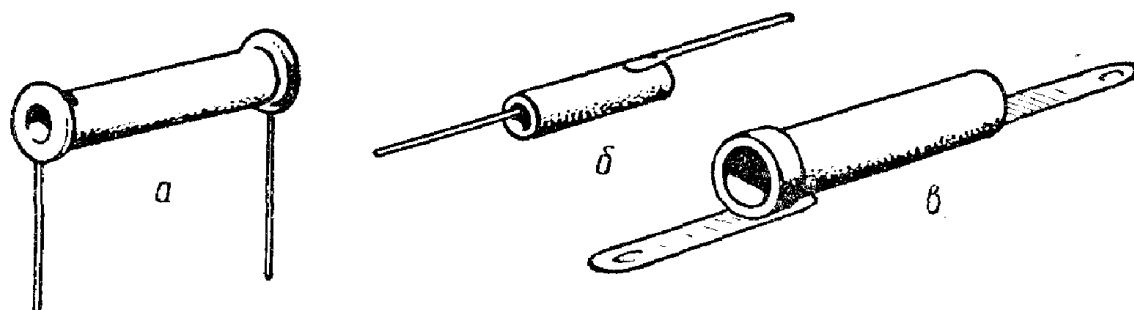


Рис. 16. Керамические конденсаторы:
а — типа КТК; б — типа КТМ; в — типа КТН.

Кроме трубчатых, выпускаются также дисковые керамические конденсаторы диаметром от 5 до 14 мм (рис. 17, а). Слой металла наносится на обе стороны дисков, к которым припаиваются проволоочные выводы.

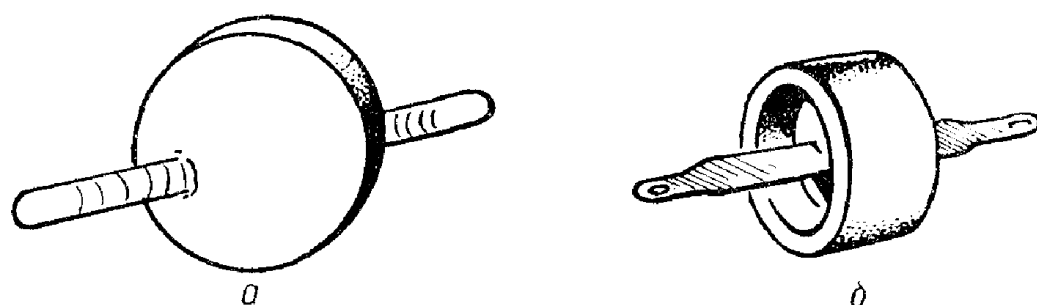


Рис. 17. Керамические конденсаторы:
а — дисковый; б — боченочный.

Дисковые конденсаторы выпускаются следующих типов: КДМ — конденсатор дисковый малогабаритный и КДК — конденсатор дисковый керамический. Конденсаторы типа КДМ имеют диаметр 5 мм, рабочее напряжение — до 150 в, номинальную емкость — от 1 до 3000 $\mu\text{ф}$. Конденсаторы типа КДК выпускаются емкостью от 1 до 300 $\mu\text{ф}$ на рабочее напряжение 500 в с диаметрами дисков 6 мм (КДК-1), 10 мм (КДК-2), 14 мм (КДК-3).

Для высоковольтных цепей от 4 до 10 кВ толщина диска резко увеличивается и становится равной его диаметру. Такие конденсаторы носят название боченочных и маркируются буквами КВКБ — конденсатор высоковольтный керамический боченочный. Иногда конденсатор опрессовывают в пластмас-

су, чтобы повысить рабочее напряжение до 20 кВ и исключить возможность пробоя по воздуху. Такой конденсатор маркируется буквами КОБ — конденсатор опрессованный боченочный (рис. 17, б).

Широкое применение находят специальные конденсаторы типа КТП — керамический трубчатый проходной и типа КО — керамический опорный. Конденсатор типа КТП представляет собой керамическую трубку, на внутреннюю и наружную поверхности которой нанесен проводящий слой. От внутренней обкладки сделан вывод в обе стороны по оси трубки, а на наружную обкладку припаяна арматура с опорным фланцем и резьбой (рис. 18). Для установки конденсатора в металлическом шасси делается отверстие диаметром 6—8 мм. При закреплении конденсатора гайкой его внешняя обкладка соединяется с шасси.

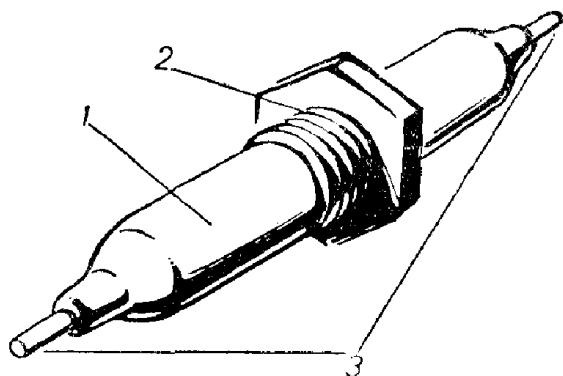


Рис. 18. Проходной конденсатор типа КТП:

1 — керамическая трубка; 2 — опорный фланец с резьбой (вывод внешней обкладки); 3 — выводы внутренней обкладки.

Конденсаторы такого типа выпускаются емкостью от 8 до 15 000 пф; они применяются в качестве блокировочных и одновременно являются опорой для других радиодеталей.

- 32. **Электролитические конденсаторы.** Электролитические конденсаторы имеют большую емкость при небольших размерах. Они предназначены для работы в цепях с постоянным или пульсирующим напряжением.

Электролитический конденсатор представляет собой свернутые в рулон две алюминиевые полоски фольги. Одна из них (положительный электрод) покрывается тонким оксидным слоем, который является диэлектриком. Между полосками фольги имеется электролит (смесь глицерина, борной кислоты и раствора аммиака) или бумага, пропитанная пастой.

Во избежание разрушения диэлектрического оксидного слоя на аноде конденсатора последний необходимо включать с соблюдением полярности. Неправильное включение даже на несколько секунд может привести к порче конденсатора.

В нормальном рабочем режиме электролитические конденсаторы имеют незначительный ток утечки, который при перегреве конденсатора может повыситься до недопустимых пределов и привести к порче конденсатора. Поэтому температура его нагрева не должна превышать +60° С.

Электролитические конденсаторы по морозостойкости подразделяются на 4 группы:

Н — неморозостойкие (интервал рабочих температур от -10° до $+60^{\circ}\text{C}$);

М — морозостойкие (интервал рабочих температур от -40° до $+60^{\circ}\text{C}$);

ПМ — повышенной морозостойкости (интервал рабочих температур от -50° до $+60^{\circ}\text{C}$);

ОМ — особоморозостойкие (интервал рабочих температур от -60° до $+60^{\circ}\text{C}$).

Электролитические конденсаторы типа КЭ-1 крепятся хомутами, а конденсаторы типа КЭ-2 на выводной карболитовой части имеют резьбу и крепятся гайкой (рис. 19). Они выпускаются емкостью от 5 до 150 мкф на рабочее напряжение от 8 до 500 в. Минус-

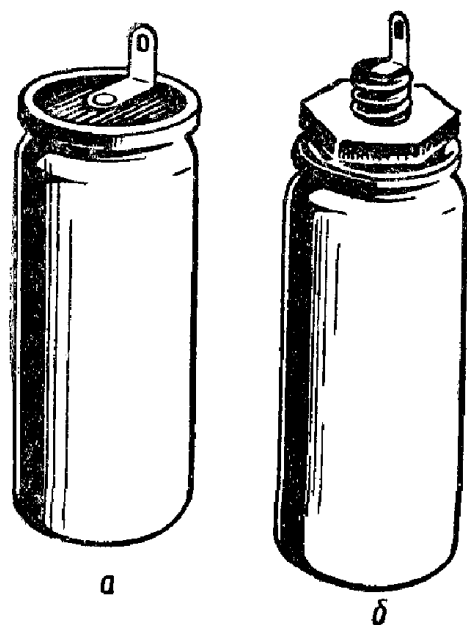


Рис. 19. Электролитические конденсаторы:
а — тип КЭ-1; б — тип КЭ-2.



Рис. 20. Конденсатор типа ЭМ:
1 — корпус конденсатора (минусовый вывод); 2 — резиновый изолятор; 3 — изолированный вывод (плюс).

совая обкладка такого конденсатора соединяется с алюминиевым корпусом, а плюсовая обкладка — с центральным лепестком.

В схемах на полупроводниках применяют малогабаритные конденсаторы типа ЭМ или ЭМИ — электролитические миниатюрные. Конденсатор каждого из этих типов представляет собой цилиндр диаметром 3,5—6 мм и длиной от 12 до 20 мм (рис. 20). Конденсаторы типа ЭМ изготавливаются емкостью от 0,5 до 25 мкф на напряжение от 4 до 60 в, а типа ЭМИ — емкостью 0,5; 1,25 и 10 мкф на напряжение 3 в. Вес конденсатора типа ЭМИ — не более 0,7 г.

- **33. Конденсаторы переменной емкости** — это конденсаторы, у которых величина емкости может плавно изменяться в определенных пределах (от единиц до десятков и сотен пикофард). Основными конструктивными элементами их являются ротор, статор, корпус, подшипники, токосъемники, скрепляющие планки.

Ротор — подвижная часть конденсатора — состоит из оси и пластин, закрепленных на оси.

Статор — неподвижная часть конденсатора — состоит из пластин и скрепляющих их в единую конструкцию специальных планок.

Корпус является несущей конструкцией. На нем закрепляются все элементы переменных конденсаторов.

Ротор и статор устанавливаются и закрепляются таким образом, чтобы пластины ротора, входя в промежутки между пластинами статора, не соприкасались с ними.

Диэлектриком между пластинами обычно является воздух, поэтому такие конденсаторы называются воздушными. Иногда применяются конденсаторы переменной емкости с диэлектриком из слюды или стирофлексовой пленки. Это так называемые переменные конденсаторы с твердым диэлектриком.

При изменении площади обращенных друг к другу пластин ротора и статора изменяется емкость конденсатора.

По виду функции, выражающей зависимость изменения емкости переменного конденсатора от угла поворота подвижных пластин (ротора), конденсаторы разделяются на прямочастотные, прямоемкостные, прямоволновые и логарифмические.

Прямочастотным называется такой конденсатор, который вызывает изменение частоты колебательного контура пропорционально углу поворота ротора. Прямочастотный конденсатор позволяет получать равномерную по частоте шкалу настройки. Используется в радиоприемниках и измерительных приборах.

Прямоемкостным называется такой конденсатор, у которого емкость изменяется пропорционально углу поворота ротора. Он используется в контурах с малым коэффициентом перекрытия диапазона.

Прямоволновым называется конденсатор, который вызывает изменение длины волны колебательного контура пропор-

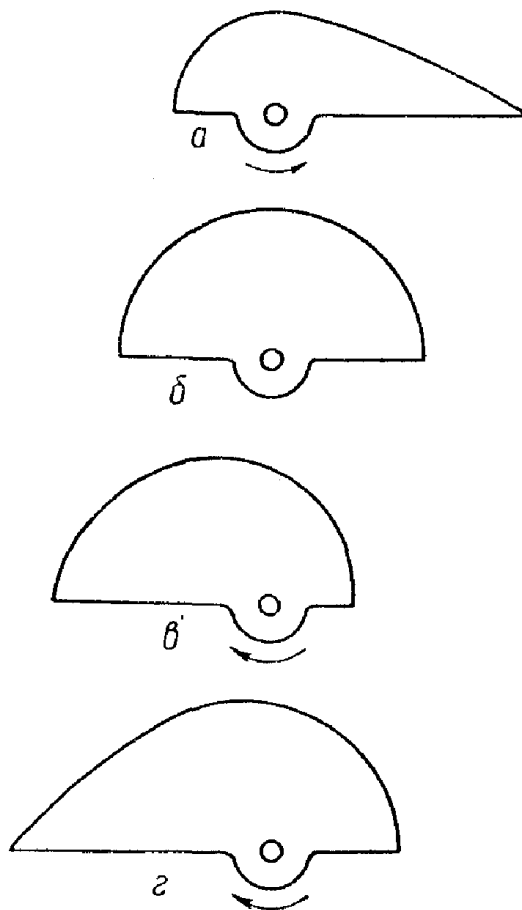


Рис. 21. Формы пластин конденсаторов переменной емкости: а — прямочастотного; б — прямоемкостного; в — прямоволнового; г — логарифмического.

ционально углу поворота ротора. Прямоугольной конденсатор имеет ограниченное применение.

Логарифмическим называется конденсатор, у которого углу поворота ротора прямо пропорциональны либо логарифм величины емкости, либо логарифм частоты резонанса. Применяется в измерительных приборах.

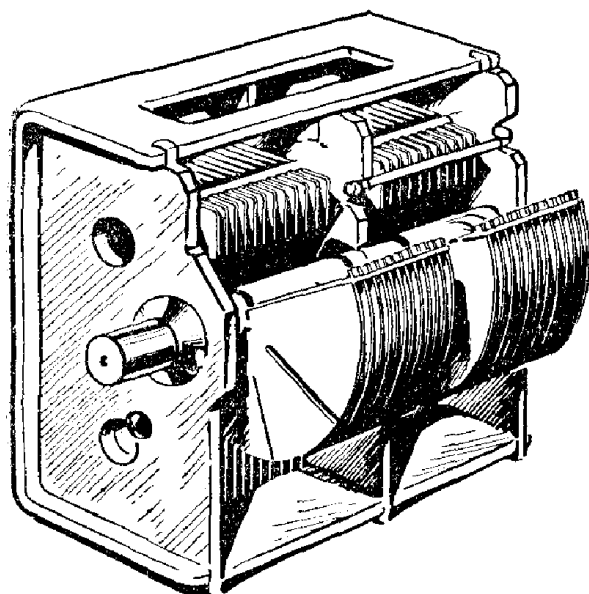


Рис. 22. Сдвоенный блок конденсаторов переменной емкости.

Формы пластин ротора конденсаторов переменной емкости приведены на рис. 21.

Обычно конденсаторы переменной емкости выпускаются в виде сдвоенных (рис. 22) и строенных блоков.

В блоках все конденсаторы должны иметь соответственно одинаковую емкость по всему диапазону. Чтобы подогнать емкость одного конденса-

ра к емкости другого, в крайних пластинах конденсаторов делают разрезы для отгибания секторов пластин.

Промышленность выпускает для диапазонов ДВ и СВ конденсаторы переменной емкости, в которых емкость изменяется от 10—25 пф до 250—500 пф, а для диапазона УКВ — конденсаторы, емкость которых изменяется от 8 до 20 пф.

К конденсаторам переменной емкости относятся также керамические подстроечные конденсаторы типа КПК, изображенные на рис. 23. Они применяются в тех случаях, когда необходимо в небольших пределах изменить емкость при настройке и регулировке радиотехнической аппаратуры.

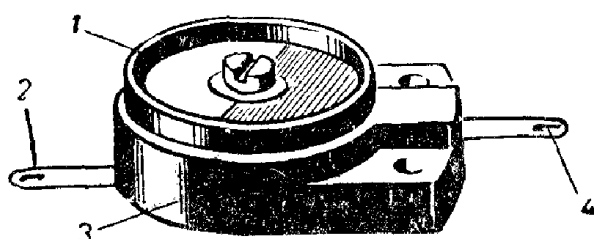


Рис. 23. Подстроечный конденсатор типа КПК:

1 — ротор; 2 — вывод от ротора; 3 — статор; 4 — лепесток статора.

Конденсаторы типа КПК представляют собой керамическое плоское основание — статор, на котором вращается плоский керамический диск — ротор. Проводящим слоем покрывается не более половины ротора и статора. Когда проводящий слой ротора находится над слоем статора, то емкость максимальна. Когда же проводящие слои находятся в разных половинах,

емкость минимальна. Подстроечные конденсаторы выпускаются следующих типов:

КПК-1 — на емкости от 2 до 7 *пф*, от 4 до 15 *пф*, от 6 до 25 *пф* и от 8 до 30 *пф*;

КПК-2 — на емкости от 6 до 60 *пф*, от 10 до 100 *пф*, от 25 до 150 *пф*;

КПК-3 — на емкости от 75 до 450 *пф* и т. п.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие единицы емкости применяются в радиотехнических приборах?
2. От чего зависит емкость конденсатора?
3. Расскажите о бумажных и пленочных конденсаторах, их устройстве, особенностях, применении, типах.
4. Как устроены слюдяные конденсаторы? Расскажите о типах слюдяных конденсаторов и их применении.
5. Расскажите о керамических конденсаторах, их устройстве, типах, особенностях, применении.
6. Какие конденсаторы называются электролитическими? Каких типов они выпускаются и для чего применяются? Расскажите об их устройстве.
7. Расскажите о переменных конденсаторах, их устройстве, применении, типах.
8. Какие конденсаторы называются подстроечными? Назовите типы подстроечных конденсаторов. Где они применяются?

КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ И ДРОССЕЛИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

- 34. Назначение катушек индуктивности и конструкции каркасов для обмоток. В радиоаппаратуре применяется много различных катушек. В зависимости от назначения катушки индуктивности высокой частоты можно разделить на три основные группы: 1) катушки контуров (или контурные катушки); 2) катушки связи; 3) дроссели высокой частоты.

От качества и параметров катушек в большой степени зависит работа радиоприбора. В особенности это относится к катушкам индуктивностей, которые включены в колебательных контурах радиоприемных и радиопередающих устройств.

Конструкции применяемых катушек весьма разнообразны. Основными конструктивными элементами катушек являются каркас, обмотка, а вспомогательными — сердечник, экран и т. д.

Намотка катушек осуществляется проводом на специальных каркасах для придания обмотке механической прочности.

Каркасы для обмоток можно разделить на следующие группы: трубчатые (с фланцами и без фланцев), шпули, ребристые, плоские, тороидальные.

К каркасам предъявляются следующие требования: достаточная механическая прочность и жесткость, возможность прочного закрепления на них проводов, удобство крепления выводов и каркаса к шасси при сборке радиоприборов.

Для изготовления каркасов применяются различные материалы: кабельная бумага, электрокартон, текстолит, гетинакс, пресспорошки, керамика, слюда, полистирол, эскапон и др. Выбор материала для каркаса производится в соответствии с техническими требованиями электрической прочности, допустимой величины диэлектрических потерь, термостойкости, влагостойкости и т. д. Материал должен легко обрабатываться и принимать заданную конструктивную форму при использовании наиболее экономичных и прогрессивных техно-

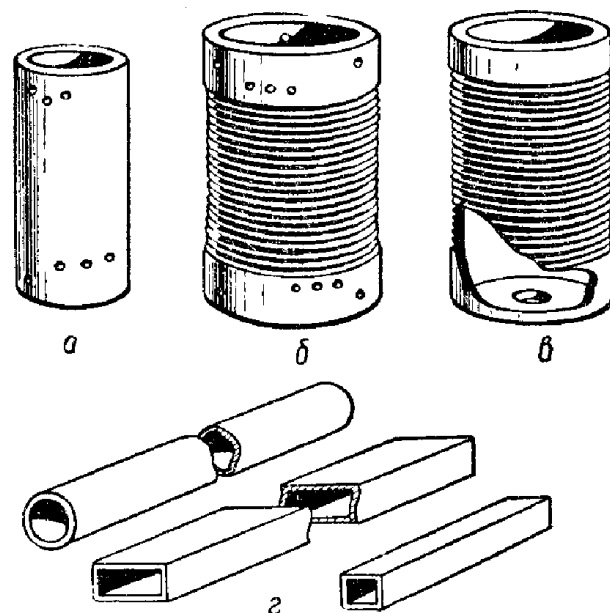


Рис. 24. Трубчатые каркасы без фланцев:
а — гладкий; *б* — с канавками для укладки провода;
в — с внутренним фланцем и отверстием в нем для
 крепления; *г* — круглые, прямоугольные и квадратные.

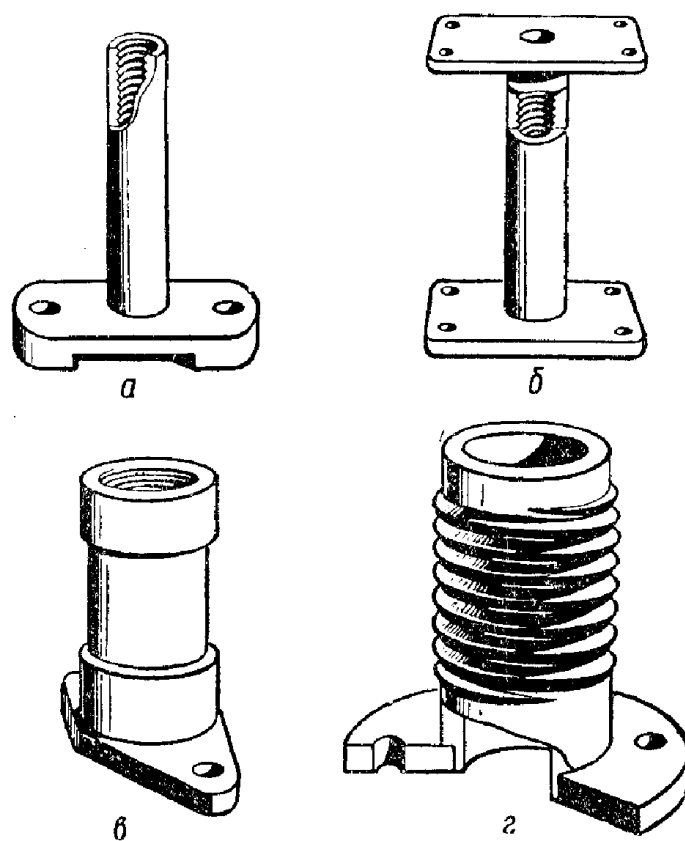


Рис. 25. Трубчатые каркасы с фланцами:
а — с одним фланцем; *б* — с двумя фланцами; *в* — с
 одним фланцем и двумя бортиками; *г* — сборный кар-
 кас с одним фланцем.

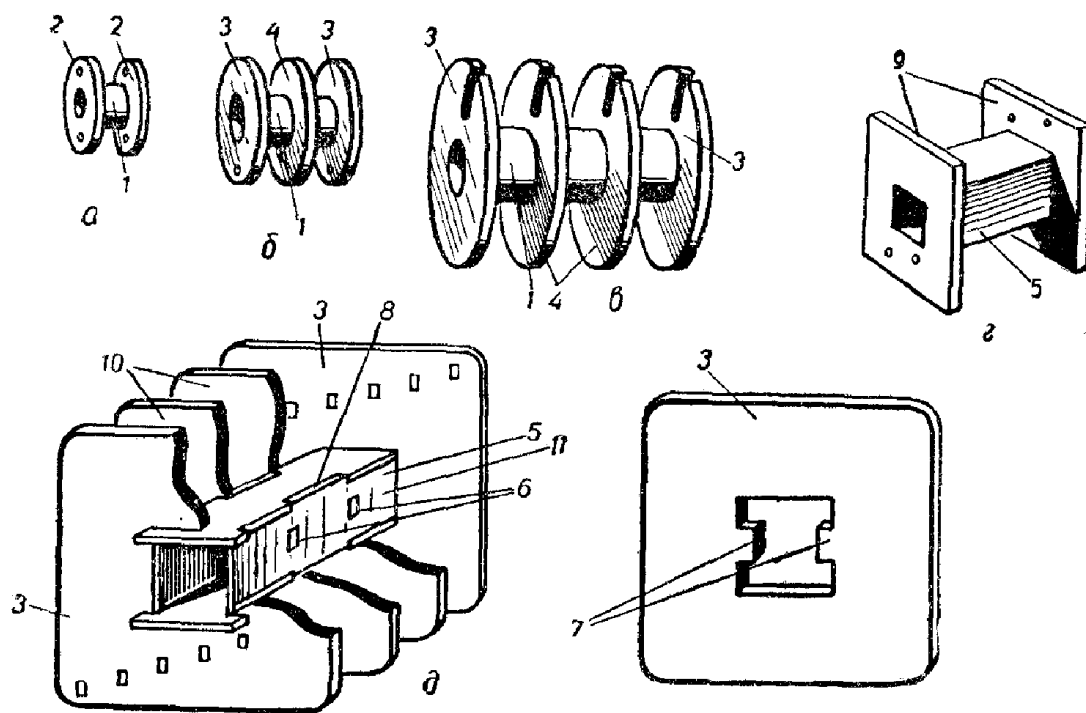


Рис. 26. Каркасы шпульт.

a — с двумя щеками; *б* — с тремя щеками для индукционной обмотки; *в* — то же, для безиндукционной обмотки; *г* — сборный с прямоугольной гильзой; *д* — сборный с квадратной гильзой и четырьмя щеками; 1 — круглая гильза; 2, 3, 9 — наружные щеки; 4, 10 — промежуточные щеки; 5 — гильза; 8, 11 — стенки сборной гильзы; 6 — прорезы под шины; 7 — шины.

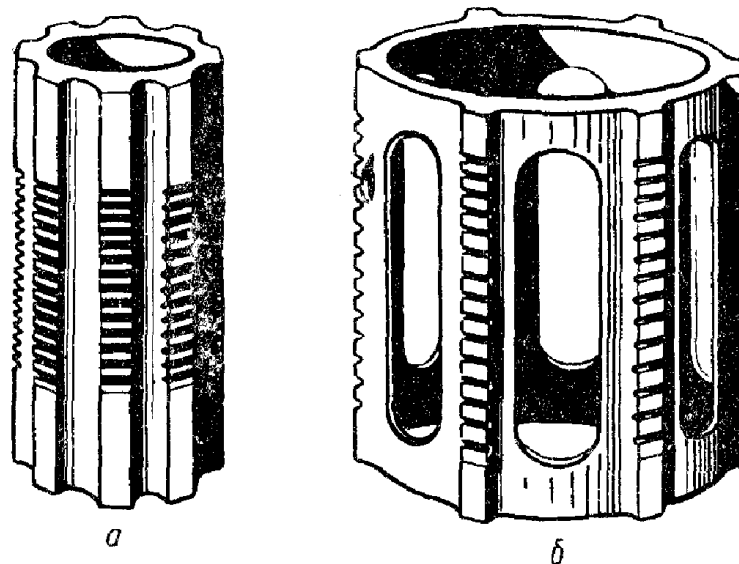


Рис. 27. Ребристые керамические каркасы.

логических процессов. Стоимость материала должна быть минимальной; он не должен быть дефицитным.

Трубчатые каркасы без фланцев представляют собой трубы прямоугольного, квадратного или круглого сечения различных размеров (рис. 24). Каркасы диаметром до 5—6 мм могут изготавливаться без внутреннего отверстия в виде стержней круглого сечения. Каркасы могут иметь на поверхности канавку по винтовой линии, в которую и укладывается провод обмотки. Каркасы без фланцев крепятся с помощью скоб, зажимов, планок с болтами и т. п.

Трубчатые каркасы с фланцами (рис. 25) могут иметь один или два фланца, которые служат для крепления.

Конструктивной особенностью каркасов-шпυлей является наличие двух или более щек, укрепленных на круглой, квадратной или прямоугольной гильзах (рис. 26). Для перехода провода из одной секции в другую и для осуществления выводов от обмоток в щеках каркаса делают прорезы или отверстия. Каркасы могут изготавливаться цельными и сборными. Цельные каркасы-шпυли могут быть изготовлены методами прессовки или литья из пресспорошков, полистирола, полиэтилена. Сборные каркасы изготавливаются из листового и трубчатого гетинакса.

Ребристые каркасы находят широкое применение при изготовлении катушек индуктивности, обладающих большой добротностью. Чаще всего ребристые каркасы изготавливаются из керамики с малым температурным коэффициентом линейного расширения и наименьшей величиной диэлектрической проницаемости. В зависимости от геометрических размеров ребристые каркасы могут изготавливаться цельными и сборными.

На рис. 27 показаны цельные ребристые каркасы, изготовленные из керамики методом мундштучного выдавливания с последующей механической обработкой — изготовлением канавок. Для уменьшения веса часто между ребрами сверлят отверстия или фрезеруют окна (рис. 27, б).

На рис. 28 показан сборный ребристый каркас, состоящий из двух фланцев и восьми ребер.

Плоские каркасы представляют собой пластины различной формы и различных размеров, изготавливаемые из листовых

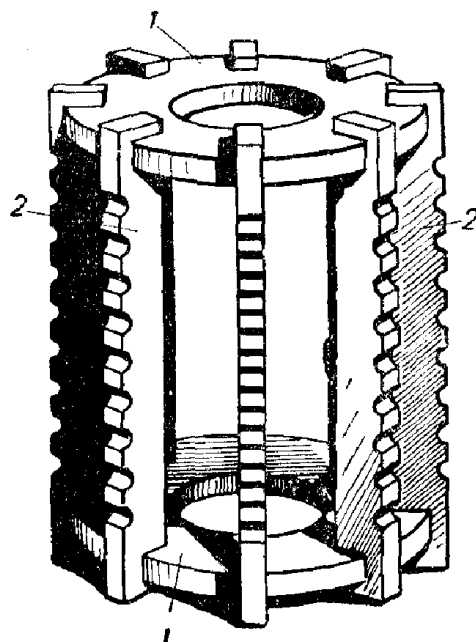


Рис. 28. Сборный ребристый каркас с двумя фланцами:
1 — фланец; 2 — ребро.

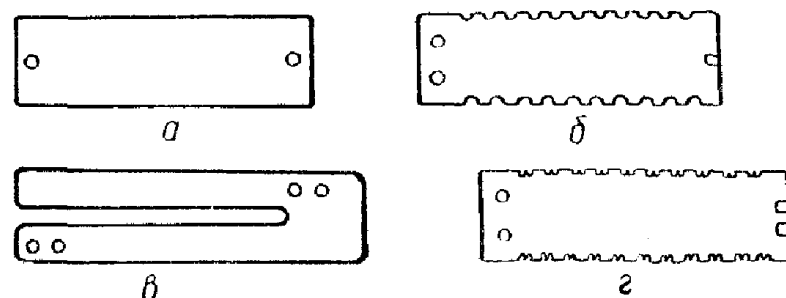


Рис. 29. Плоские каркасы для постоянных проволочных сопротивлений.

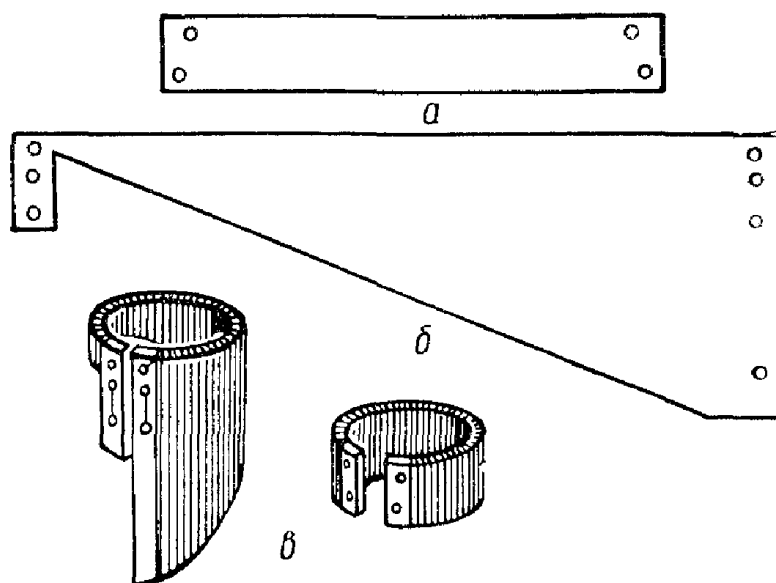


Рис. 30. Плоские каркасы:

a — для переменного проволочного сопротивления с постоянной длиной витка; *б* — для переменного проволочного сопротивления с изменяющейся длиной витка; *в* — каркасы с уложенной проволокой, свернутые в кольцо.

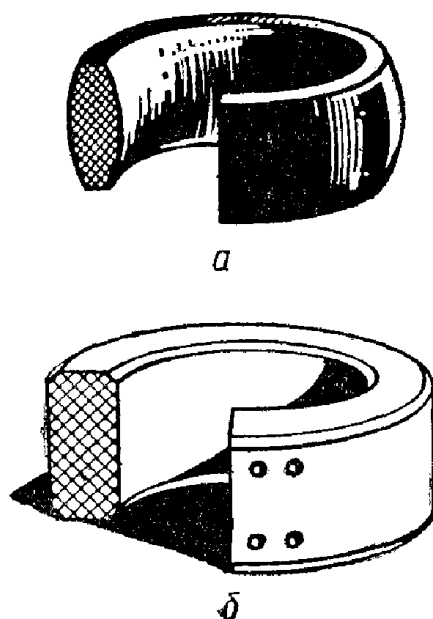


Рис. 31. Каркасы для переменного проволочного сопротивления:
a — из нагревостойкой пластмассы; *б* — из радиофарфора.

материалов (рис. 29 и 30). Для плоских каркасов применяют фибру, гетинакс, текстолит, слюду. Провод на каркас укладывают в один слой с шагом, равным диаметру провода или большим. Начало и конец обмотки укрепляют к каркасу с помощью заклепок или скоб. В отдельных случаях плоские каркасы после укладки провода сгибают в кольцо.

Торондальные каркасы представляют собой кольца круглого, овального или прямоугольного сечений (рис. 31). Такие каркасы изготавливаются из керамики, магнитодиэлектрических порошков, магнитомягких материалов и др.

- 35. **Виды обмоток, применяемые в радиоаппаратуре.** Обмотки, применяемые в радиоаппаратуре, разбиваются на однослойные и многослойные.

Конструктивные характеристики обмоток тесно связаны с понятиями виток, шаг намотки, ряд.

Витком называется отрезок провода, охватывающий по окружности или периметру каркас катушки.

Шагом намотки называется величина смещения конца витка по отношению к его началу.

Рядом называется количество витков провода, укладываемое по всей ширине обмотки.

Однослойные рядовые обмотки характеризуются малой величиной собственной емкости, стабильностью, высокой добротностью, простотой изготовления; вместе с тем они имеют большие габариты, что ограничивает их применение.

На рис. 32 показана сплошная однослойная намотка и намотка с шагом.

Чаще всего применяются многослойные обмотки: рядовая многослойная, секционированная индукционная и безиндукционная, галетная, универсальная и торондальная.

Укладка рядовой многослойной обмотки показана на рис. 33. Между рядами такой обмотки необходимо прокладывать слой изоляции из конденсаторной, телефонной или кабельной бумаги. Этим исключаются «западания» витков из верхних слоев в нижние. При «западании» возможен электрический пробой между отдельными витками, принадлежащими

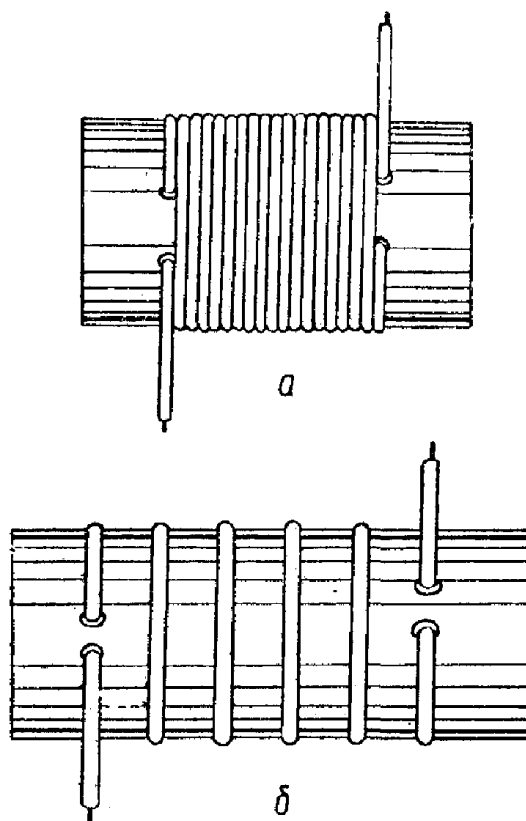


Рис. 32. Однослойные намотки:
а — сплошная; б — с шагом.

к различным рядам. Ширина изоляционной прокладки берется несколько больше ширины намотки.

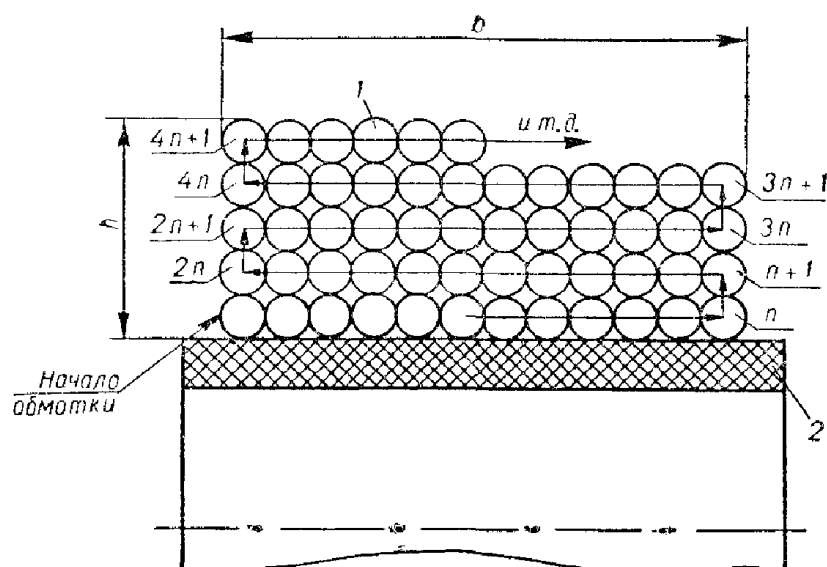


Рис. 33. Многослойная рядовая обмотка, уложенная на трубчатый каркас:

1 — провод; 2 — трубчатый каркас; h — толщина обмотки в радиальном направлении; n — число витков в ряде; b — ширина обмотки.

Укладка многослойной секционированной индукционной обмотки производится в каркасы-шпули с промежуточными

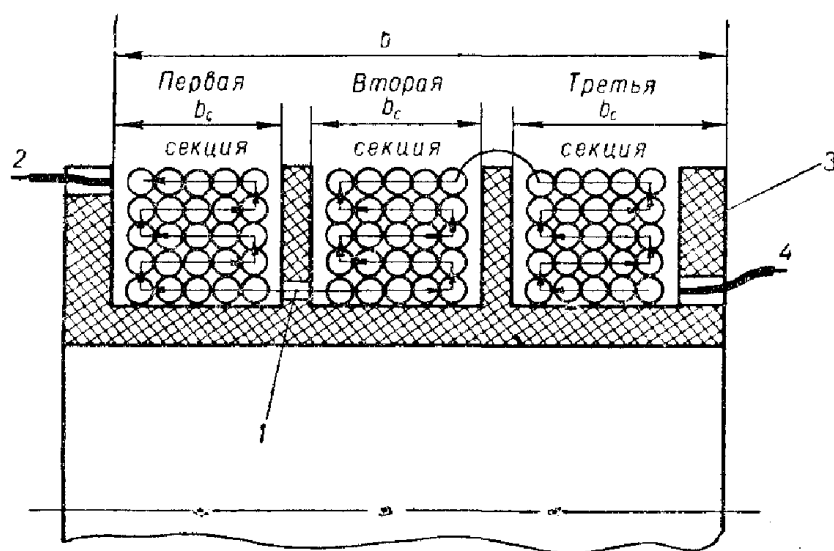


Рис. 34. Схема укладки многослойной секционированной индукционной обмотки для высокого напряжения:

1 — начало укладки и соединение проводов первой и второй секций; 2 — вывод провода, уложенного на вторую секцию; 3 — каркас шпули; 4 — вывод.

щеками. Количество секций может быть любым, а число рядов в секциях должно быть нечетным (рис. 34). Секционированная индукционная обмотка применяется для изготовления

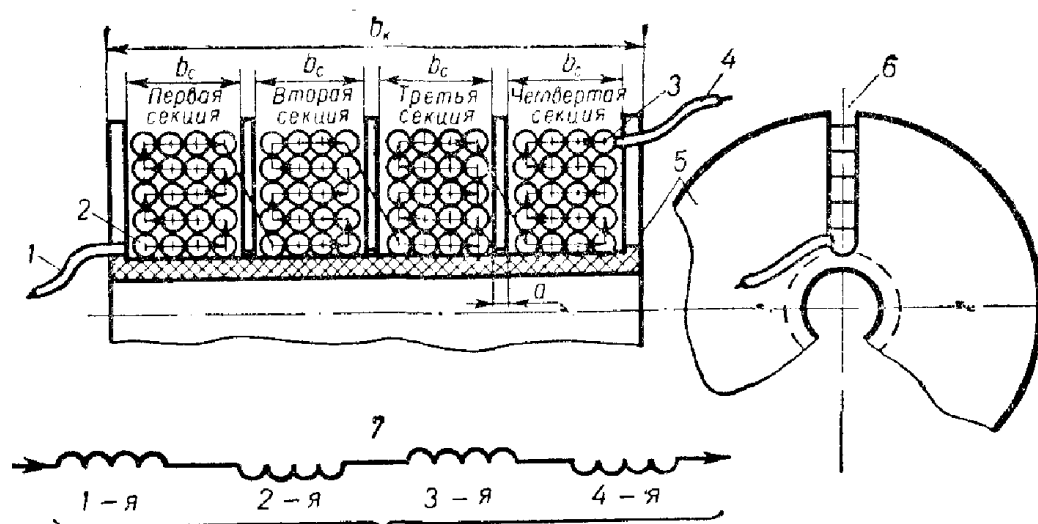


Рис. 35. Многосекционная безиндукционная обмотка:
 1 — вывод; 2 — начало укладки; 3 — конец укладки; 4 — вывод; 5 — кар-
 кас-шпуля; 6 — прорез в щеках каркаса; 7 — электрическая
 обмотки.

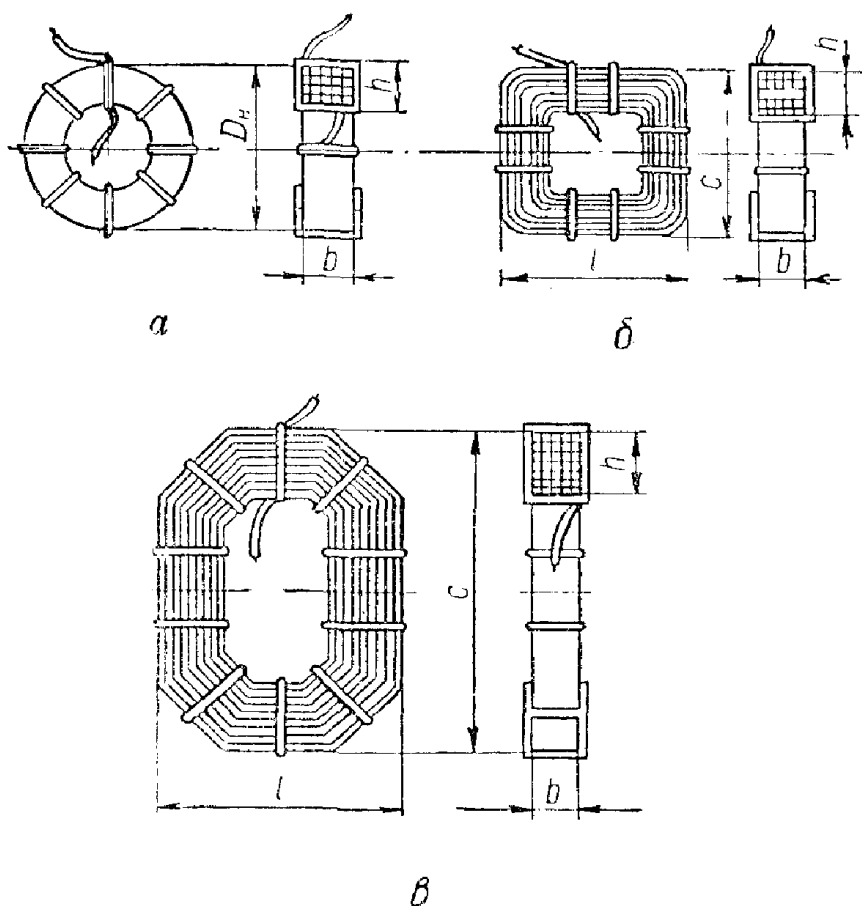


Рис. 36. Галетные обмотки:
 а — круглая обмотка; б — квадратная секционная обмотка; в — вось-
 мигранная односекционная обмотка.

высоковольтных и высококачественных трансформаторов, дросселей высокой частоты и т. п.

Для изготовления проволочных безиндукционных сопротивлений, работающих в цепях высоких напряжений, применяется секционированная безиндукционная обмотка на каркасе-шпуре с промежуточными щеками (рис. 35). Провод в секциях наматывается в противоположных направлениях,

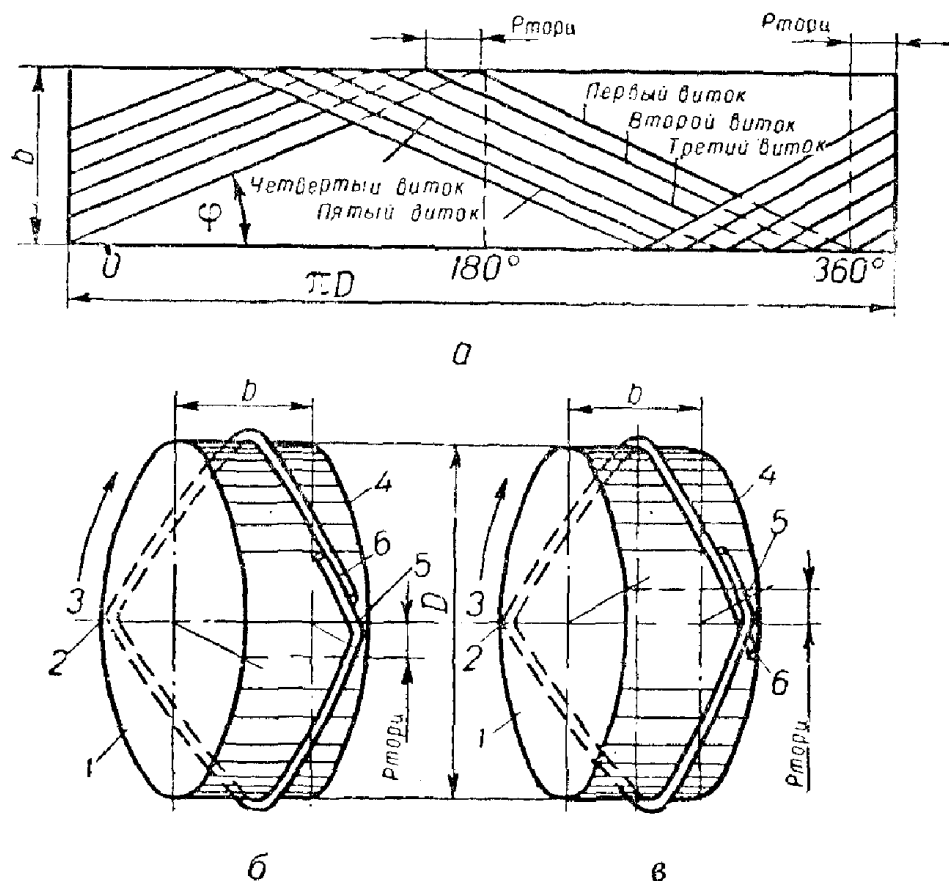


Рис. 37. Способ укладки провода универсальной намотки с двумя перегибами:

а, б — укладка с опережением; в — укладка с запаздыванием; 1 — второй торец; 2 — первый перегиб; 3 — направление вращения каркаса; 4 — первый торец; 5 — второй перегиб; 6 — начало витка.

вследствие чего магнитные поля секций взаимно уничтожаются. Количество секций должно быть четным, а количество витков в секциях — нечетным.

Когда катушку надо изготовить по требуемому профилю, применяют галетные обмотки: катушки отклоняющей системы электронно-лучевой трубки телевизора. Галетные обмотки могут иметь самую различную форму: круглую, прямоугольную, овальную и т. п. (рис. 36). Во избежание «рассыпания» обмотки и для повышения механической прочности ее перевязывают шелковыми либо хлопчатобумажными нитками или узкой лен-

той из изоляционного материала, а также пропитывают церезином, бакелитом или другим пропиточным веществом.

Катушки индуктивности, которые должны иметь минимальные габариты и малую собственную емкость при большой величине индуктивности, наматывают так называемой универсальной обмоткой (рис. 37). В такой обмотке провод укладывается под углом (угол укладки φ) к плоскости вращения и перегибается на торцах. Угол укладки зависит от изоляции

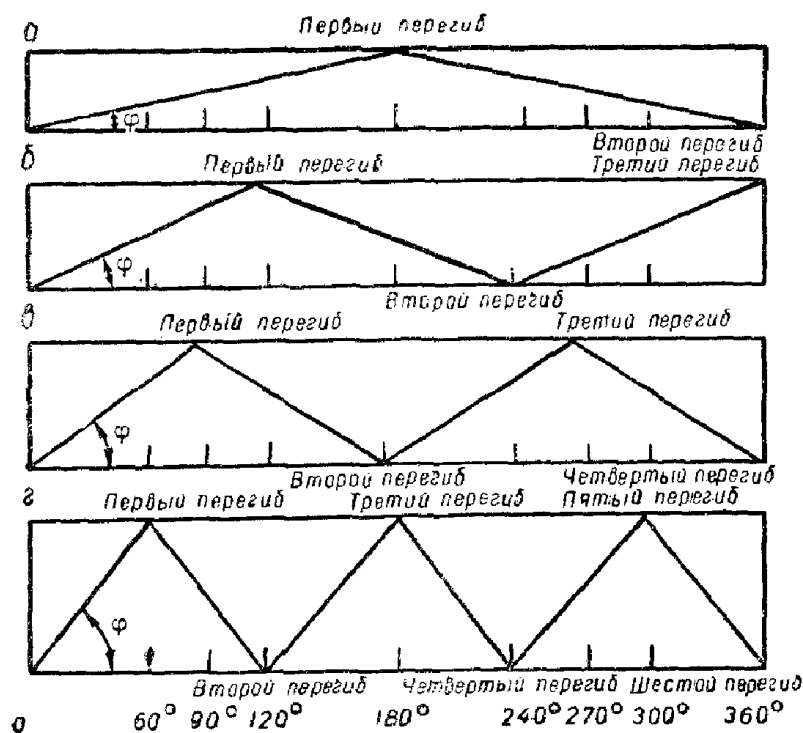


Рис. 38. Схема намотки универсальных обмоток с различным числом перегибов.

провода, диаметра и ширины обмотки. Наибольший угол укладки можно получить при намотке катушки проводом в шелковой изоляции. Количество перегибов (2, 3, 4 или 6) на один оборот устанавливается в зависимости от ширины и диаметра обмотки. На рис. 38 дана схема намотки универсальных обмоток с различным числом перегибов на один оборот (виток).

- 36. Основные электрические характеристики катушек индуктивностей и дросселей высокой частоты. Свойства катушек могут быть охарактеризованы следующими основными параметрами: индуктивностью, добротностью, собственной емкостью и стабильностью.

Величина индуктивности катушки зависит от количества витков и диаметра намотки. Применяемые в радиотехнике

катушки имеют индуктивность от тысячных долей микрогенри до нескольких десятков миллигенри.

При регулировке контуров возникает необходимость точно подстраивать индуктивность катушек. Простейшим методом подстройки индуктивности является сматывание витков. Такой способ применяется для подгонки индуктивности многослойных катушек с большим количеством витков. Подстройку однослойных катушек в пределах $\pm 3\%$ можно производить перемещением одного или нескольких крайних витков (рис. 39).

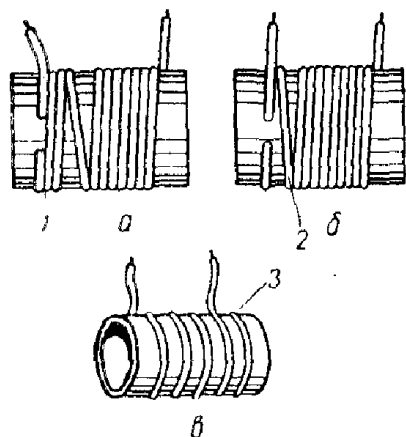


Рис. 39. Подстройка однослойных катушек:

а — перемещением секций 1; б — перемещением витка 2; в — перемещением короткозамкнутого кольца 3.

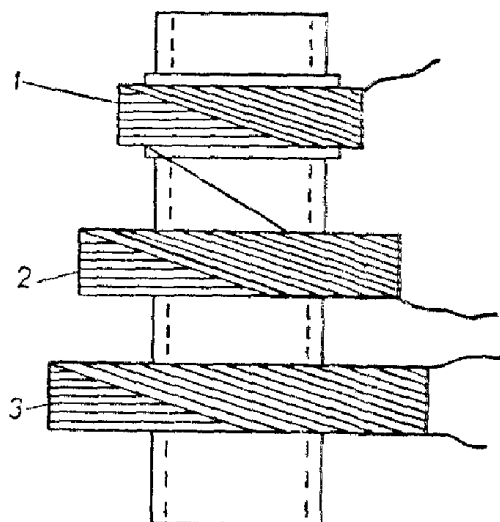


Рис. 40. Подстройка многослойных катушек:

1 — подвижная секция; 2 — контурная катушка; 3 — катушка связи.

В многослойных секционированных катушках подстройку осуществляют перемещением дополнительной секции (рис. 40). Число витков этой секции берется порядка 15—25% от общего числа витков. Пределы регулировки при этом будут порядка $\pm (10—15)\%$. Наибольшая точность регулировки получается с применением сердечников.

Катушки индуктивности характеризуются не только величиной индуктивности, но и добротностью.

Добротностью Q называется отношение индуктивного сопротивления ωL катушки к ее активному (омическому) сопротивлению R : $Q = \frac{\omega L}{R}$.

Добротность катушки определяется ее формой и размерами, материалом каркаса и проволоки и частотой, на которой она работает. Катушки контуров приемников имеют добротность порядка 50—300.

Катушки индуктивности обладают собственной емкостью, которая состоит из междувитковой емкости и емкости между

обмоткой и корпусом прибора. Чем больше размеры катушки, тем больше емкость между обмоткой и корпусом прибора. Собственная емкость катушки является вредной, так как она уменьшает добротность.

При изменении температуры изменяются размеры каркаса и витков провода. Чем меньше будут изменяться эти размеры, тем выше будет стабильность катушки, которая зависит от материала каркаса и способа намотки. Наибольшую стабильность имеют катушки на керамических каркасах. Наименьшей стабильностью обладают многослойные катушки на каркасах из гетинакса и пресспорошков.

Влажность вызывает увеличение собственной емкости, потерь в диэлектрике каркаса и в изоляции провода, что также понижает стабильность катушки.

При изготовлении и выборе катушек следует учитывать, что высокой стабильностью должны обладать катушки контурные.

Для высокочастотных катушек применяются специальные способы изготовления намоток — нанесение металла в виде витков на каркас из керамики методом вжигания. Такие катушки имеют высокую добротность и стабильность и малую собственную емкость.

Несекционированные многослойные катушки имеют низкую добротность и стабильность, большую собственную емкость, а поэтому применяют их лишь в контурах для очень длинных волн и в качестве дросселей высокой частоты.

Секционированные многослойные катушки с рядовой намоткой или внавал при числе секций 3—7 обладают сравнительно высокой добротностью, небольшой собственной емкостью и просты в изготовлении. Их целесообразно применять в контурах радиоприемников для длинных и средних волн.

Очень широкое применение имеет многослойная универсальная обмотка. Универсальные катушки характеризуются небольшими размерами и удовлетворительными электрическими характеристиками.

- **37. Катушки с сердечниками и экранами.** Для уменьшения габаритов катушек и для плавной регулировки их индуктивности применяются подвижные сердечники из магнитодиэлектриков, ферритов, латуни и т. п.

Вследствие того, что большая часть магнитных силовых линий замыкается не через воздух, а через сердечник, который имеет меньшее сопротивление магнитным силовым линиям, индуктивность и добротность катушки повышается.

На практике находят применение магнитодиэлектрики из магнетита, альсифера и карбонильного железа.

Магнитодиэлектрик из магнетита изготовляют прессованием размельченной железной руды (магнетита) с бакелитовым лаком. Такой сердечник характеризуется высокими магнитными и электрическими свойствами: магнитная проницаемость — 6—9, рабочий диапазон частот — не выше 5—10 Мгц.

Магнитодиэлектрик из альсифера изготовляют прессованием порошка из сплава альсифера (сплав алюминия, крем-

ния, железа) с бакелитом или аминопластом. Его магнитная проницаемость — 5—24, рабочий диапазон частот — от 1 до 50 Мгц. Ценным свойством сердечников из альсифера является отрицательный коэффициент магнитной проницаемости, что позволяет использовать его для катушек с температурной компенсацией.

Магнитодиэлектрик из карбонильного железа изготовляют прессованием порошка карбонильного железа с бакелитом, полистиролом или аминопластом. Его магнитная проницаемость — 11, рабочий диапазон частот — 30—100 Мгц.

Среди материалов для изготовления сердечников высокочастотных катушек особое место занимают ферриты. Они состоят из отпрессованной и обожженной смеси из солей и окислов железа, никеля, цинка и др. Ферриты отличаются от маг-

нитодиэлектриков значительно большей магнитной проницаемостью и применяются для изготовления сердечников, катушек, антенн радиоприемников, работающих в диапазоне частот до 1 Мгц.

Типы магнитных сердечников, изготовляемых нашей промышленностью, показаны на рис. 41.

Цилиндрические сердечники с латунной шпилькой (СЦШ) перемещают путем ввинчивания шпильки с резьбой в металлическую втулку, укрепленную в каркасе катушки.

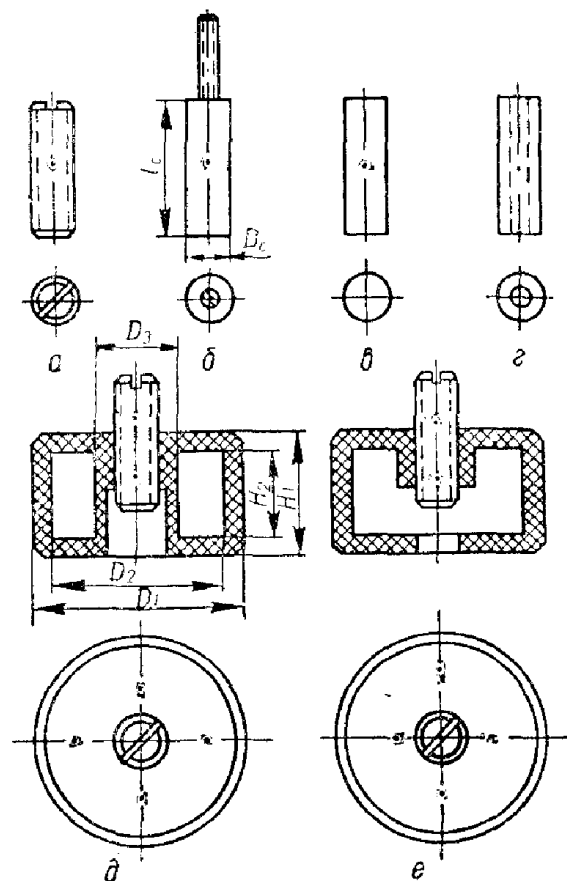


Рис. 41. Типы магнитных сердечников: а — цилиндрический с резьбой (СЦР); б — цилиндрический со шпилькой (СЦШ); в — цилиндрический гладкий (СЦГ); г — цилиндрический трубчатый (СЦТ); д — броневой с замкнутой магнитной цепью (СБа); е — броневой с разомкнутой магнитной цепью (СБб).

Цилиндрические сердечники с резьбой (СЦР) ввинчиваются непосредственно в каркасы катушек, имеющих во внутреннем отверстии резьбу.

Сердечники типа СБ (сердечник броневой) выпускаются с замкнутой и разомкнутой магнитной цепью.

Катушки индуктивности с сердечниками СБ наматывают универсальной или секционированной многослойной рядовой обмоткой. Для регулировки индуктивности этих катушек применяют сердечник СЦР.

В катушках индуктивности, работающих в широкополосных усилителях, где не требуется высокая добротность контура, применяются сердечники из металлов, в основном из латуни.

Индуктивность регулируют ввертыванием сердечников в катушку. Отличительной особенностью сердечников из латуни по сравнению с сердечниками из магнитодиэлектриков является то, что они уменьшают индуктивность катушки; сердечники из магнитодиэлектриков ее увеличивают.

Для устранения воздействия на катушку внешних электромагнитных полей и устранения паразитных связей катушка экранируется, то есть помещается внутри металлического заземленного экрана (рис. 42). Магнитный экран изготавливается из магнитомягкой листовой стали или пермаллоя, а электростатический — из алюминия или меди. Параметры катушки с применением экрана изменяются следующим образом: уменьшается индуктивность, увеличиваются сопротивление и собственная емкость. Изменение параметров будет тем больше, чем ближе к катушке экран.

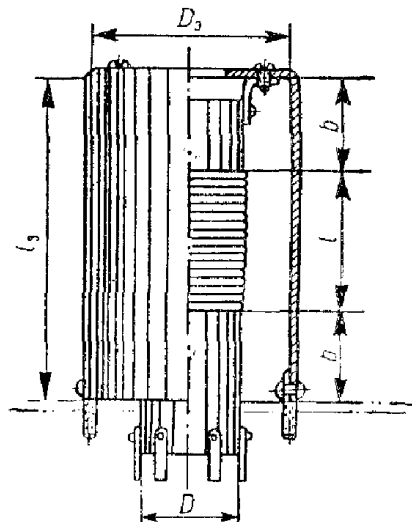


Рис. 42. Экранированная катушка.

- **38. Дроссели высокой частоты.** Дросселем высокой частоты называют катушку, включаемую в цепь для преграждения пути токам высокой частоты. Такая катушка имеет малое сопротивление для постоянного тока звуковой частоты и большое сопротивление для токов высокой частоты. Дроссели высокой частоты применяются в схемах параллельного питания анодов ламп в передатчиках, а иногда в приемниках в цепях обратной связи для разделения токов высокой и звуковых частот, в фильтрах цепей питания анодов, экранированных сеток и накалов ламп.

На рис. 43 представлены типичные конструкции дросселей, применяемых на УКВ, коротких, средних и длинных волнах

в радиоприемной, передающей и измерительной аппаратуре. Для дросселей длинных и средних волн применяются секционированные многослойные обмотки. Высококачественные дроссели такого типа выполняются на каркасах и состоят из 5—10 узких (1,5÷2,5 мм шириной) катушек универсальной намотки из провода ПЭШО. Дроссели среднего качества обычно выполняются многослойной рядовой обмоткой, отдельные сек-

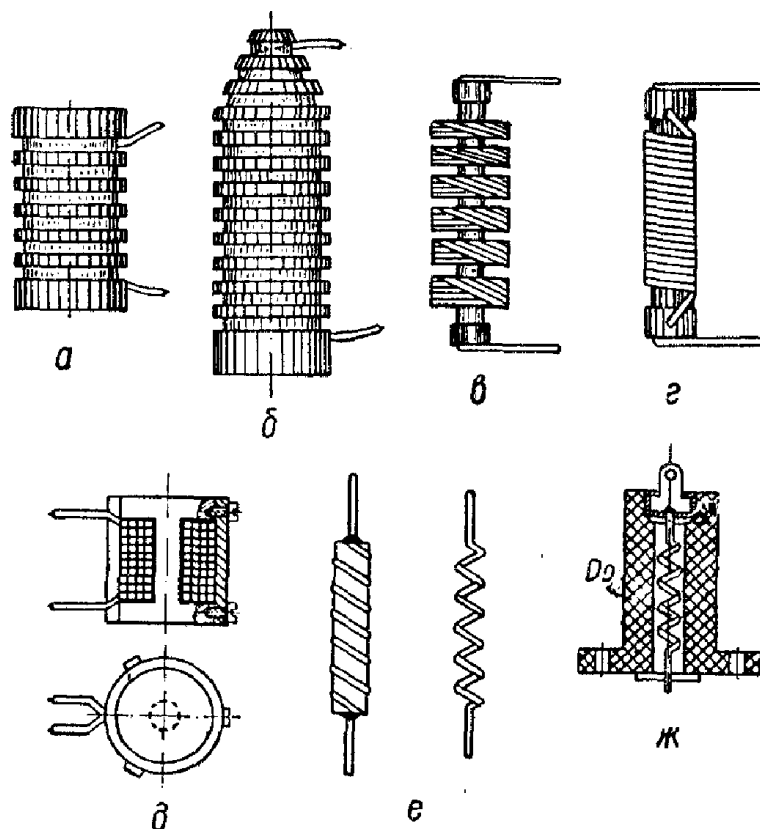


Рис. 43. Устройство дросселей ВЧ:

a — для длинных волн; *б* — для широкого диапазона (длинных и средних волн); *в* — для средних волн; *г* — для коротких волн; *д* — дроссель накала со стальным сердечником; *е* — дроссель УКВ; *ж* — фильтр питания УКВ.

ции которой наматываются в узкие пазы на каркасе. Такой каркас может быть изготовлен из пластмассы, керамики и других материалов. В дросселях подобного типа для уменьшения габаритов могут применяться магнитные сердечники.

Дроссели для коротких и метровых волн выполняются сплошной однослойной обмоткой.

Дроссели УКВ выполняются однослойной обмоткой с равномерным или переменным (прогрессивным) шагом.

Каркасы для дросселей УКВ с целью уменьшения омического сопротивления обмотки целесообразно изготовлять из магнитодиэлектриков или ферритов.

Дроссели с небольшим числом витков (5—10) можно вы-

полнять бескаркасными, если провод обмотки имеет диаметр 1—3 мм.

Диаметр провода выбирается по плотности тока, равной 2—3 а/мм².

- **39. Провода, применяемые для обмоток.** Для изготовления катушек индуктивностей, обмоток трансформаторов и дросселей применяется в основном медный провод круглого сечения, изолированный лаками, эмалями, волокнистыми изолирующими материалами, винилитом и т. д.

Кабельная промышленность выпускает медные обмоточные провода следующих марок:

ПЭЛ — провод эмалированный лакостойкий;

ПЭТ — провод эмалированный повышенной теплостойкости;

ПЭМ-1 — провод эмалированный с одинарным слоем металвина;

ПЭМ-3 — провод эмалированный с тройным слоем металвина;

ПЭВ-2 — провод эмалированный с двойным слоем винифлекса;

ПБО — провод, изолированный одним слоем хлопчатобумажной обмотки;

ПБД — провод, изолированный двумя слоями хлопчатобумажной обмотки;

ПЭЛБО — провод, изолированный лакостойкой эмалью и одним слоем хлопчатобумажной обмотки;

ПЭЛШО — провод, изолированный лакостойкой эмалью и одним слоем шелковой обмотки.

Для намотки катушек индуктивностей, работающих на высоких частотах, промышленность выпускает специальный высокочастотный провод (литцендрат) двух марок:

ЛЭШО — литцендрат, изолированный эмалью и одним слоем шелковой обмотки;

ЛЭШД — литцендрат, изолированный эмалью и двумя слоями шелковой обмотки.

Эти провода состоят из отдельных изолированных эмалью тонких проволочек диаметром от 0,07 до 0,2 мм. В одном проводе имеется от 8 до 119 проволочек.

Для изготовления проволочных сопротивлений выпускаются специальные обмоточные провода (в изоляции и без изоляции) с высоким удельным сопротивлением:

ПЭК — провод константовый, изолированный эмалью;

ПЭММ — провод манганиновый мягкий, изолированный эмалью;

ПЭМС — провод манганиновый мягкий, изолированный эмалью, стабилизированный:

ПЭШОК—провод константановый, изолированный эмалью и одним слоем шелковой обмотки.

Для осуществления выводов от обмоток, которые наматываются проводами диаметром меньше 0,6—0,8 мм, применяются гибкие монтажные провода с волокнистой изоляцией следующих марок:

МГБД — монтажный гибкий, изолированный двойной обмоткой из хлопчатобумажной пряжи;

МГШД — монтажный гибкий, изолированный двойной обмоткой из натурального шелка;

ПМВ — провод монтажный с винилитовой изоляцией.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные конструктивные элементы катушек и расскажите, какие функции они выполняют.
2. Расскажите о каркасах для катушек. Типы каркасов, применяемые материалы для их изготовления. Когда применяется тот или другой тип каркаса?
3. Расскажите об обмотках, применяемых для намотки катушек. Типы, электрические характеристики, применение.
4. Что называется шагом, витком, слоем?
5. Опишите процесс укладки проводов при изготовлении различных типов обмоток.
6. Какими способами можно изменять величину индуктивности?
7. Расскажите о сердечниках, применяемых в катушках индуктивности. Типы, применяемые материалы, характеристики, применение.
8. Какие устройства называются дросселями высокой частоты? Их устройство, применение.
9. Для чего применяется экранировка катушек индуктивностей? Какие материалы применяются для изготовления экранов?
10. Какие провода применяются для намотки катушек? Назовите и расшифруйте марки проводов.

ТРАНСФОРМАТОРЫ И ДРОССЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

- 40. **Назначение трансформаторов и дросселей низкой частоты, типы их сердечников.** Трансформатор низкой частоты преобразует ток или напряжение одной величины в другую в диапазоне звуковых частот.

Трансформаторы низкой частоты, применяемые в радиоаппаратуре, по месту их расположения в схеме можно разделить на входные, междупламповые и выходные.

Входным называют трансформатор, который включается между источником сигнала и входом радиотехнического устройства.

Междуплапковым (промежуточным) называют трансформатор, включаемый между выходом предыдущего каскада и входом следующего каскада радиотехнического устройства.

Выходным называют трансформатор, включаемый между выходной цепью радиоустройства и нагрузкой.

К числу низкочастотных относятся также силовые трансформаторы, применяемые в блоках питания.

Дросселем низкой частоты называют катушку с сердечником, обладающую большой индуктивностью. Дроссели низкой частоты чаще всего применяются в фильтрах выпрямителей (блоков питания) для сглаживания пульсации выпрямленного тока. Кроме того, они применяются в качестве анодных нагрузок электронных ламп в усилителях низкой частоты.

В трансформаторах и дросселях низкой частоты в основном применяются два типа сердечников — бронзово-стержневой реже — тороидальный.

Сердечник бронзового типа, который называют иногда Ш-образным, показан на рис. 44. На сердечнике такого типа обмотка располагается на среднем стержне. Эти сердечники находят широкое применение в различных трансформаторах малой и средней мощности. В трансформаторах с бронзовым сердечником катушки защищены Ш-образными пластинами от механических повреждений.

Сердечник стержневого типа, называемый П-образным, показан на рис. 45. Сердечник такого типа в основном применяется в мощных выходных и силовых трансформаторах. Катушки на стержневом сердечнике располагаются на обоих стержнях, благодаря чему имеют большую поверхность охлаждения.

Тороидальные сердечники применяются при изготовлении лабораторных автотрансформаторов, импульсных, силовых и других трансформаторов для спецрадиоаппаратуры.

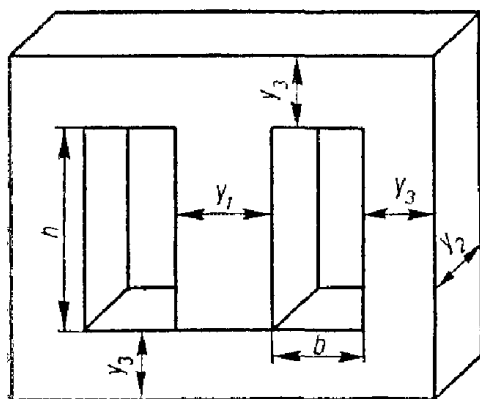


Рис. 44. Сердечник бронзового типа.

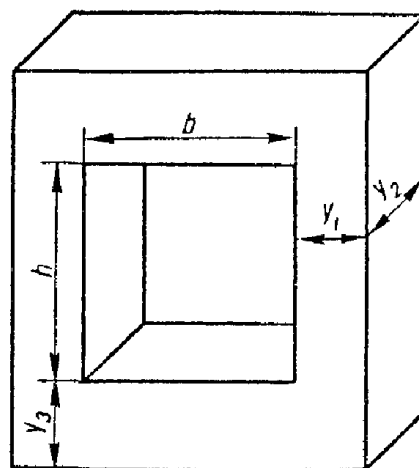


Рис. 45. Сердечник стержневого типа.

- **41. Изготовление и сборка сердечников.** Магнитные цепи, или сердечники трансформаторов и дросселей низкой частоты, изготавливаются из магнитомягких материалов, обладающих высокой магнитной проницаемостью (малым сопротивлением магнитным силовым линиям) и малыми потерями на гистерезис. Для уменьшения потерь на вихревые токи сердечники собираются из отдельных, электрически изолированных друг от друга пластин (листов) толщиной 0,03—0,2 мм; 0,2—0,35 мм или 0,35—0,5 мм.

Основным материалом для изготовления сердечников трансформаторов и дросселей низкой частоты является листовая электротехническая сталь, которая представляет собой сплав железа с кремнием. Для силовых трансформаторов в основном применяется сталь марок Э41, Э42 и Э43.

На магнитные свойства сердечников оказывают большое влияние способы изготовления пластин сердечников и процесс сборки (набивки) сердечника.

Пластины определенной формы изготавливают штамповкой из листов электротехнической стали. При штамповке пластины магнитные свойства сталей и сплавов ухудшаются за счет так называемого наклепа. По периметру штамповки в пластинах появляются внутренние напряжения (наклеп), которые

распространяются на ширину до 4 мм от края. Для восстановления магнитных свойств материала необходимо снять наклеп. Для этого отштампованные пластины отжигают в течение трех часов при температуре 800°C . При укладке отожженных пластин в катушку трансформатора или дросселя нельзя допускать сильных ударов по ним стальным молотком или сжатия набранного пакета сердечника усилием более $70\text{--}100\text{ кГ/см}^2$, так как от этого вновь появится внутреннее напряжение в пластинах, ухудшающее их магнитные свойства.

Сборка сердечника производится из нарезанных или штампованных пластин определенной формы и размеров. На рис. 46 показаны различные формы пластин.

Пластина из электротехнической стали обычно при отжиге покрывается окисной пленкой, которая служит изоляцией. В тех случаях, когда требуется более надежная изоляция, пластины покрывают нитролаком или фосфатируют,

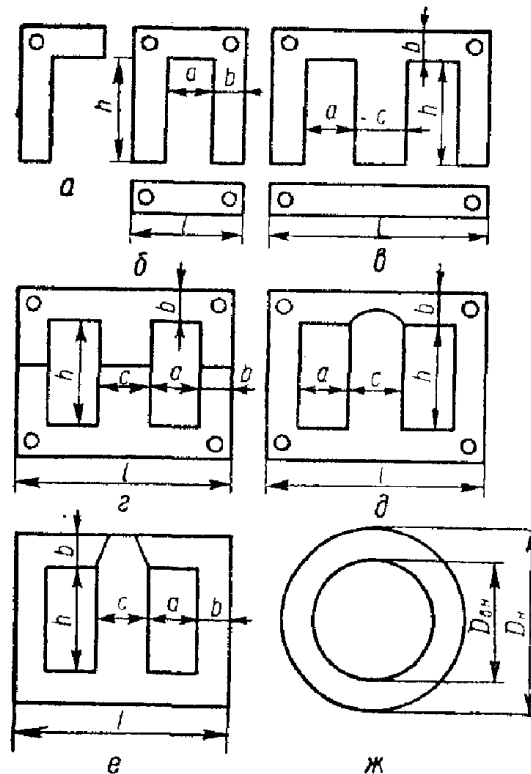


Рис. 46. Разновидности пластин сердечников трансформаторов и дросселей:

а — Г-образная; б — П-образная; в и г — Ш-образная; д и е — замкнутого типа; ж — тороидальная (кольцевая).

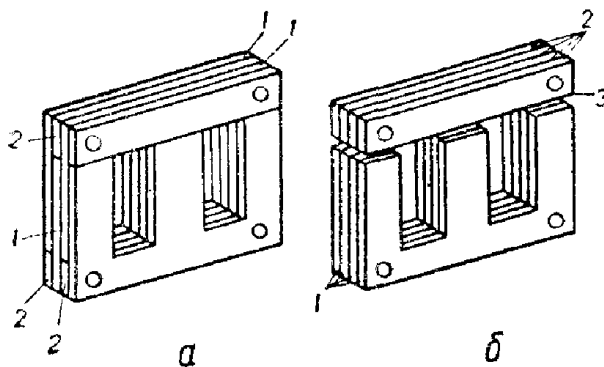


Рис. 47. Схема сборки пакетов Ш-образных магнитных цепей вперекрышку (а) и встык (б);

1 — Ш-образные пластины; 2 — замыкающие пластины; 3 — зазор.

телефонная или кабельная бумага и т. п.). Последние 2—3 пластины забиваются деревянным молотком (киянкой). Этим достигается плотное укрепление катушки на сердечнике.

требуется более надежная изоляция, пластины покрывают нитролаком или фосфатируют, то есть покрывают пленкой солей ортофосфатной кислоты. Пластины сердечников укладываются в перекрышку или встык (рис. 47). Сборка встык применяется в том случае, когда необходимо иметь зазор в сердечнике. Величина зазора регулируется прокладкой различной толщины из листовых изоляционных материалов (например,

Собранный сердечник сжимают обжимными скобами или стяжными болтами (или шпильками с гайками). Стяжные болты изолируют от пластин сердечника трубками из изоляционных материалов (гетинакса, кабельной бумаги и т. п.).

- **42. Катушки трансформаторов и дросселей низкой частоты.** Катушка трансформатора или дросселя может быть выполнена как на каркасе-шпуле, так и на гильзе. Если обмотка катушки трансформатора или дросселя наматывается тонким проводом и большим количеством витков, то целесообразно применить каркас-шпулю. Если же обмотка выполняется толстым проводом и не очень большим количеством витков, то целесообразнее применить гильзу.

Если трансформатор будет работать при высоком напряжении и в тяжелых климатических условиях, то для повышения электрической прочности обмоток необходимо всю катушку пропитать изоляционным лаком. В этом случае целесообразно наматывать обмотку на гильзе, так как пропиточный материал проникает внутрь катушки в основном с ее торцов.

Для того чтобы трансформатор имел необходимую электрическую прочность, толщина гильзы и щек каркаса, а также междуобмоточной изоляции должна соответствовать рабочему напряжению. Наименьшие толщины стенок гильзы, щек и изоляции между обмотками, необходимые для получения достаточной электрической прочности, приведены в табл. 8.

Таблица 8

Толщина элементов каркаса в зависимости от напряжения

Рабочее напряжение, в	Испытательное напряжение между обмотками, кэ	Толщина крайних щек, мм	Толщина средних щек, мм	Толщина изоляции между обмотками, мм	Толщина гильзы каркаса высокого напряжения, мм	Зазор между каркасом высокого напряжения и обмоткой низкого напряжения, мм	Расстояние от крайней щетки до края каркаса, мм
250	1	2—3	1,5—2	0,3—0,5	—	—	—
500	2	3—4	2—2,5	0,5—0,8	—	—	—
1000	4	4—5	2,5—3	1,0—1,5	—	—	—
2000	7	5—6	3—4	2—3	—	—	3—5
3000	10	6—8	4—5	—	4—5	—	7—10
5000	15	8—10	4—5	—	3—4	3—4	10—12
7000	21	8—10	4—5	—	4—6	5—6	15—18
10000	30	8—10	4—5	—	6—8	6—8	20—25

- **43. Изготовление катушек силовых трансформаторов.** Весь процесс изготовления катушки состоит из ряда операций. В первую очередь необходимо произвести следующие подготовительные операции: подобрать провода для обмоток и вы-

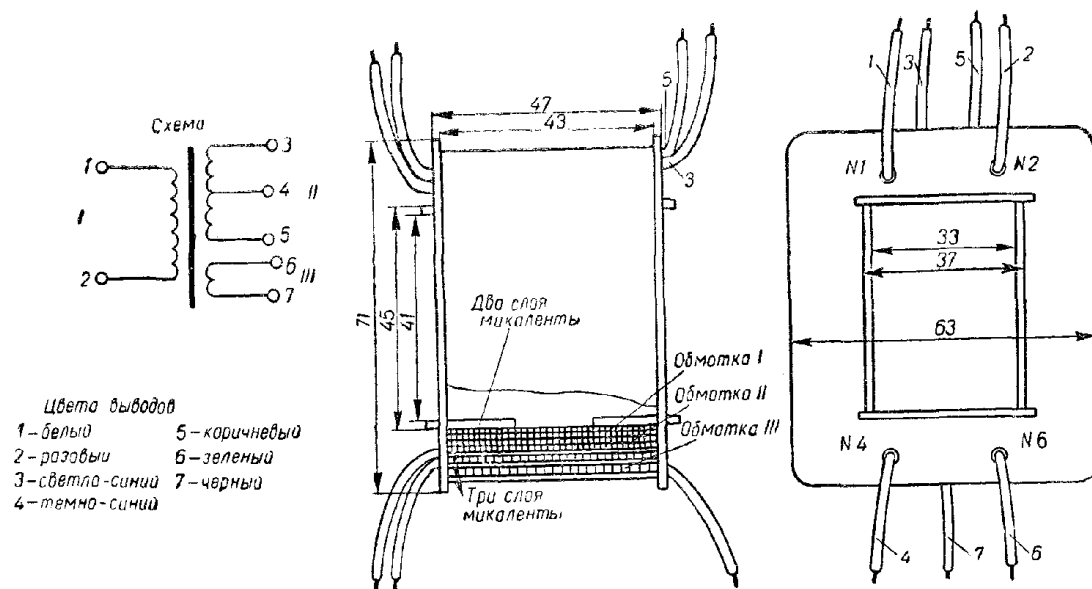


Рис. 48. Обмоточные данные анодно-накального трансформатора.

водов (рис. 48), нарезать провод для выводов, зачистить и облудить концы выводов; нарезать ленты телефонной бумаги шириной 48 мм и с торцов сделать просечки на глубину 3 мм; нарезать ленты лакоткани шириной 43 мм (для изоляции между обмотками); нарезать линоксиновые трубки длиной 30 мм; подготовить материалы и инструменты для гайки; подготовить клей БФ; собрать каркас катушки; изготовить оправку для укрепления каркаса в намоточном станке; настроить намоточный станок.

Когда будут закончены все подготовительные операции, можно приступить к намотке.

Первой операцией намотки катушки является укладка сетевой обмотки. Для этого каркас закрепляют на оправке, наматывают на гильзу два слоя ленты из лакоткани (во избежание повреждения изоляции на проводе на острых гранях гильзы), снимают с конца провода ПЭЛ диаметром 0,35 мм эмаль, лудят зачищенный конец провода и припаивают его к выводу 1, изготовленному из провода марки МГШД с оплеткой белого цвета. Место соединения провода обмотки с выводом смазывают клеем и обматывают (изолируют) слоем лакоткани. После этого вывод прикрепляют к гильзе хлопчатобумажными нитками и продергивают с внутренней стороны каркаса в отверстие № 1, затем наматывают 720 витков (6 рядов) провода с прокладкой по одному слою лент изоляции из телефонной бумаги после каждого ряда. После этого провод обрезают, снимают эмаль с конца, лудят, припаивают вывод № 2, изготовленный из провода марки МГШД с оплеткой розового цвета, а место пайки смазывают клеем и обматывают слоем лакоткани. Затем закрепляют вывод нитками и продевают в отверстие № 2. Все обмотки обматывают тремя слоями лакоткани, конец которой приклеивают клеем.

Выполненная обмотка снимается с оправки, после чего проверяется прочность закрепления выводов, соответствие чертежу (по габаритным размерам), отсутствие обрывов, короткозамкнутых витков в обмотке и измеряется сопротивление обмотки постоянному току. Если проверка дает положительные результаты, то выполняется вторая операция — укладка повышающей обмотки, в которой повторяются все переходы первой операции, только 1320 витков укладываются проводом ПЭЛ-1 диаметром 0,1 мм. Начало этой обмотки имеет вывод светло-синего цвета (№ 3), а конец — вывод коричневого цвета (№ 5). Наложением на обмотку трех слоев лакоткани заканчивается вторая операция. После этого повышающая обмотка проверяется так же, как и сетевая.

Третья операция — укладка накаливающей обмотки (20 витков проводом ПЭЛ-1 диаметром 1,3 мм). Сначала на

провод этой обмотки одевается изоляционная линоксиновая трубочка зеленого цвета, продевается провод с надетой трубкой в отверстие № 6 и закрепляется нитками. Затем наматывается 20 витков обмотки посредине каркаса шпули, обрезаается провод с учетом длины вывода, на конец обмотки одевается линоксиновая трубка черного цвета, увязывается и продевается конец провода с изоляционной трубкой в отверстие № 7; на обмотку укладывают три слоя лакоткани и проверяют правильность намотки. Обмоточные данные анодно-накального трансформатора приведены на рис. 48.

- **44. Автотрансформаторы.** Автотрансформатор имеет одну обмотку с одним или несколькими промежуточными выводами и применяется для регулировки напряжения в небольших пределах. Плавность регулирования напряжения зависит от числа отводов в обмотке автотрансформатора: чем больше отводов, тем меньше будет скачок регулируемого напряжения.

Наибольшая плавность регулировки напряжения достигается в автотрансформаторах типа ЛАТР. В таком автотрансформаторе (схематически он показан на рис. 49) непосредственно по зачищенной обмотке скользит контактная щетка, перекрывающая не менее двух-трех витков. Контактная щетка может быть изготовлена из графита или металла, покрытого со стороны контактной поверхности окисью металла. Это необходимо для того, чтобы не было короткого замыкания витков, перекрывающихся контактной щеткой.

Лабораторные переносные регулировочные автотрансформаторы изготавливаются двух типов: ЛАТР-1 и ЛАТР-2. В обоих автотрансформаторах возможна плавная регулировка выходного напряжения от 0 до 250 в при нормальном первичном напряжении 220 в. Ток нагрузки составляет 9 а для ЛАТР-2 и 2 а для ЛАТР-1.

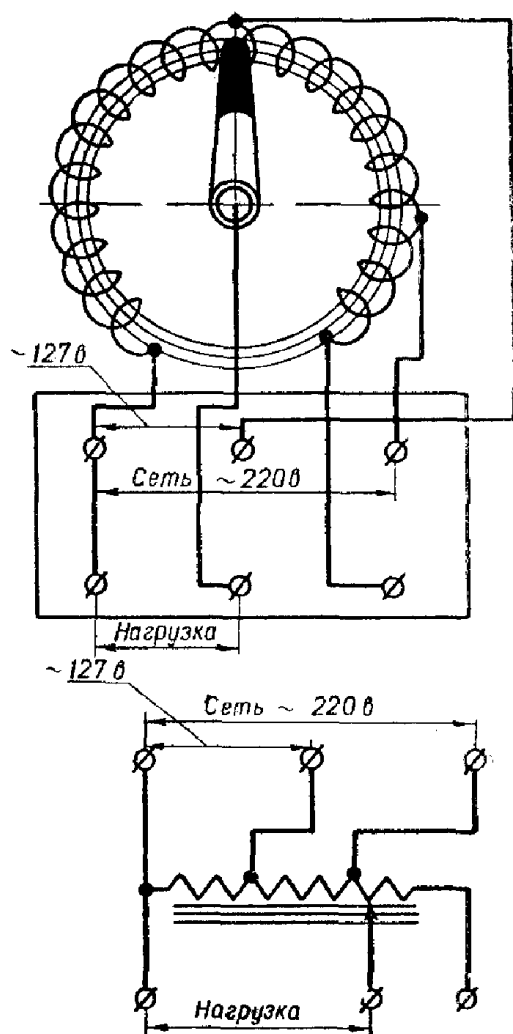


Рис. 49. Схема автотрансформатора типа ЛАТР.

- **45. Экранирование и защита трансформаторов.** Трансформаторы, работающие при малых напряжениях сигнала (входные, промежуточные), должны быть хорошо защищены от влияния внешних электрических и магнитных полей, которые наводят в обмотках трансформатора э. д. с. помех.

Экраном трансформатора обычно является металлический кожух, который защищает его от влияний электрических

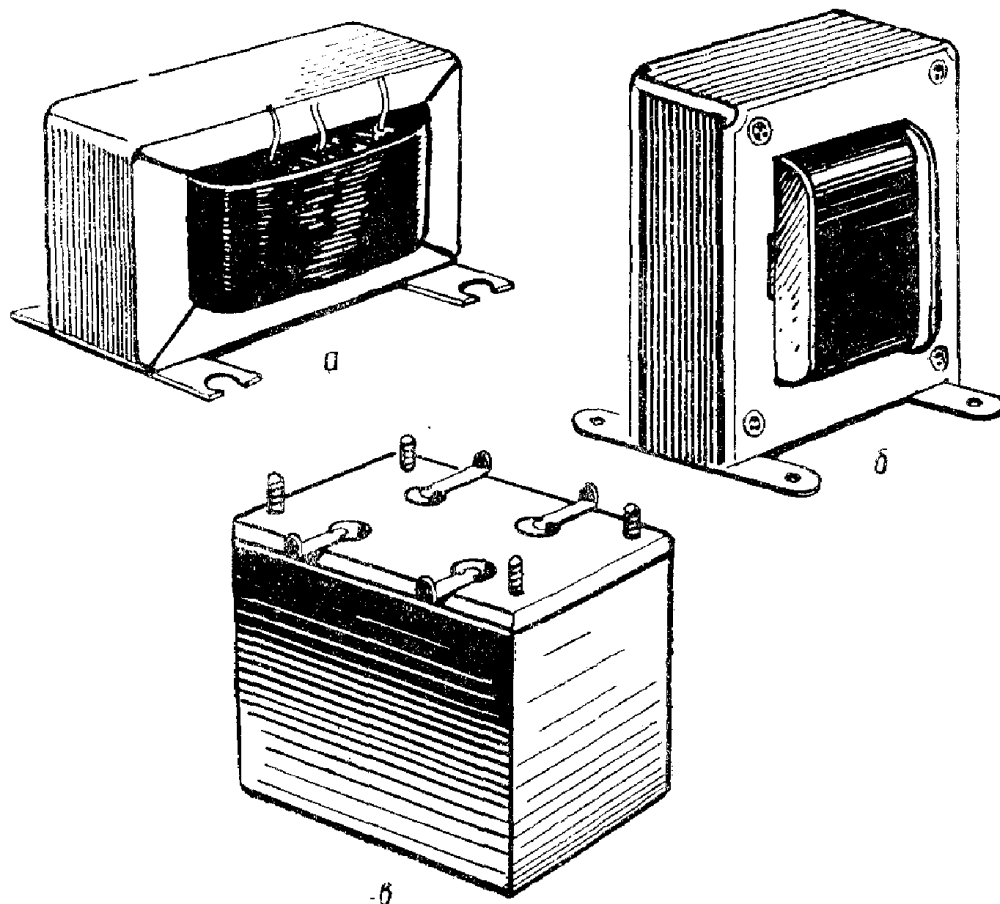


Рис. 50. Конструкции трансформаторов:

а — с обмоткой на трубчатом каркасе (сердечник стянут обжимной скобой);
б — с обмоткой, уложенной в каркас-шпуню (сердечник стянут накладками с помощью винтов); *в* — герметизированный трансформатор.

и магнитных полей, а также механических повреждений и климатических воздействий. Для экранирования проводов, идущих от обмоток трансформатора, применяются провода с металлической оплеткой (экранированные), которую соединяют с точкой «нулевого» потенциала (с «землей»).

Для защиты от внешних магнитных полей трансформатор следует располагать в приборе так, чтобы магнитные силовые линии поля помех были перпендикулярны к оси его катушки.

Наиболее эффективной защитой трансформаторов от магнитных полей является экранировка, причем экраны должны

быть изготовлены из материала, имеющего высокую магнитную проницаемость (электротехническая сталь, пермаллой и др.).

Для защиты трансформаторов от климатических воздействий применяются герметические кожухи. Герметизируемый трансформатор предварительно пропитывают лаком и просушивают, а затем помещают в металлический кожух с крышкой. Выводы от обмоток трансформатора осуществляются через проходные изоляторы — стеклянные, керамические или пластмассовые, укрепляемые на крышке кожуха.

Конструкции различных трансформаторов показаны на рис. 50.

- **46. Испытание трансформаторов.** Собранный трансформатор перед установкой в прибор должен быть испытан на обрыв обмоток, короткое замыкание витков, на «пробой» между разными обмотками, а также между обмотками и сердечником.

Простейшими приборами для проверки обмоток на обрыв являются омметры типа М-57 и М-218 или авометры типа ТТ-1, ТТ-2, Ц-51, ФЭП. Проверяемые обмотки поочередно подключаются к соответствующим клеммам прибора (рис. 51). Если стрелка прибора отклоняется, то обмотка цела (обрыва нет), а если не отклоняется, то в обмотке имеется обрыв. По величине сопротивления обмотки можно примерно судить о количестве ее витков.

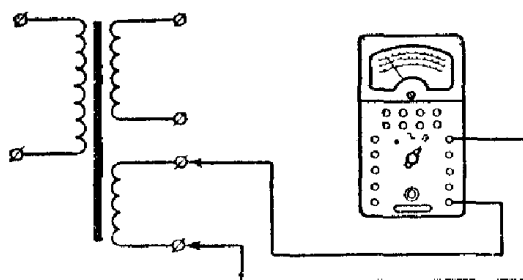


Рис. 51. Проверка на обрыв трансформатора при помощи ТТ-1.

Очень важно испытать трансформатор также на отсутствие короткозамкнутых витков. Наличие короткозамкнутых витков в обмотках трансформаторов низкой частоты сильно влияет на параметры последних: изменяет частотную характеристику, уменьшает коэффициент усиления, снижает к. п. д. и приводит к разрушению обмотки. Обмотка разрушается вследствие выгорания короткозамкнутых витков, так как в них будет протекать ток большой величины.

Для испытания трансформатора на короткое замыкание витков применяется специальный прибор (рис. 52). На сердечнике *I* из трансформаторной стали имеются две обмотки *A* и *B* с одинаковым количеством витков на каждом стержне и обмотка *C* с большим количеством витков. Обмотки *A* и *B* между собой соединены таким образом, что магнитный поток, создаваемый обмоткой *A*, будет иметь направление, противоположное направлению магнитного потока, создаваемого обмоткой *B*. Вследствие этого в обмотке *C* не будет наводиться

э. д. с. и чувствительный прибор 3, подключенный к обмотке С, ничего не покажет.

Если на стержень одеть катушку 2 с короткозамкнутыми витками, то в этих витках потечет ток вследствие наведенной

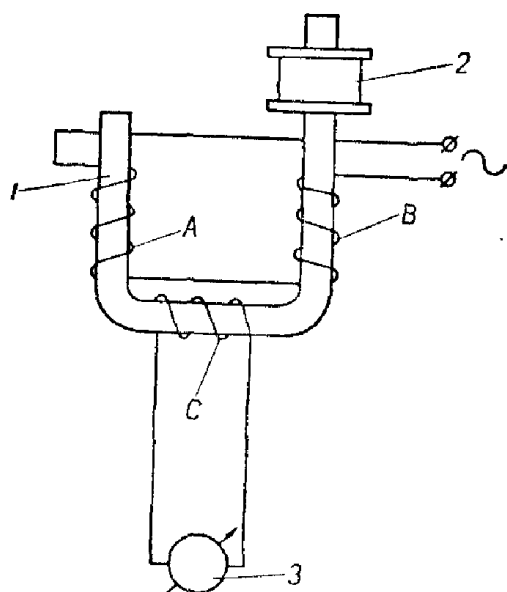


Рис. 52. Схема прибора для испытания катушек трансформаторов на короткозамкнутые витки.

э. д. с. магнитным потоком обмотки В. Этот ток будет создавать магнитный поток, ослабляющий магнитный поток обмотки В. Поэтому магнитный поток ее будет иметь меньшее значение, чем магнитный поток обмотки А, и через стержень, на котором размещена обмотка С, будет проходить разностный магнитный поток, который наведет э. д. с. в этой обмотке. Если же в катушке 2 не будет короткозамкнутых витков, то магнитный поток обмотки В не ослабится и стрелка прибора 3 отклоняться не будет.

Испытание электрической прочности готового трансформатора обычно называют испытанием на «пробой».

Это испытание производится между отдельными обмотками трансформатора, между каждой обмот-

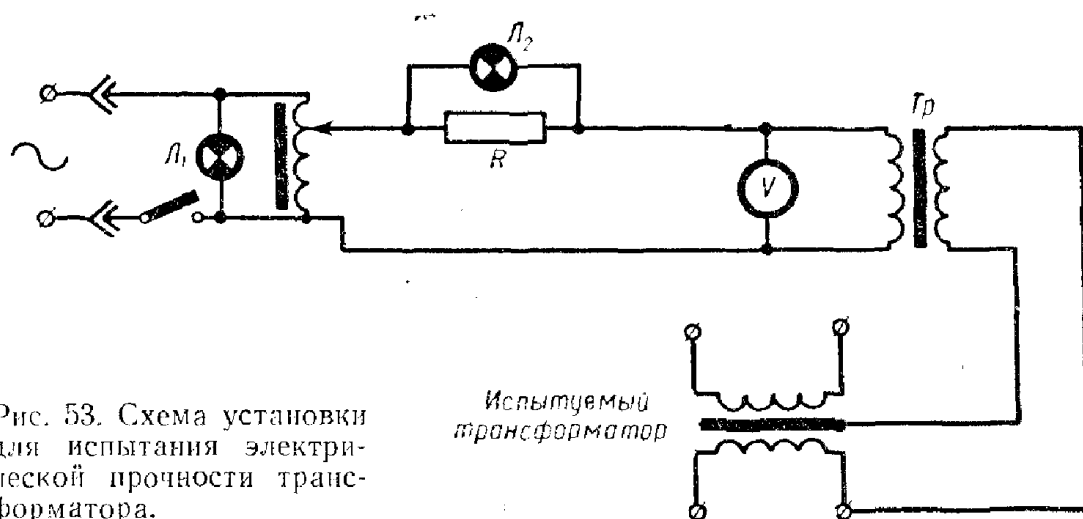


Рис. 53. Схема установки для испытания электрической прочности трансформатора.

кой и сердечником, между выводами и защитным кожухом, в который трансформатор может быть помещен после сборки.

На рис. 53 дана схема установки для испытания электрической прочности трансформатора.

Испытания производят посредством специального трансформатора высокого напряжения Тр, первичная обмотка

которого питается от сети переменного тока через автотрансформатор.

Чтобы по вольтметру V можно было установить приложенное к испытываемому трансформатору напряжение, он отградуирован с учетом коэффициента трансформации. Сопротивление R ограничивает ток короткого замыкания при пробое испытываемого трансформатора. Пробой отмечается резким снижением показаний вольтметра, а также свечением лампочки L_2 , включенной параллельно дополнительному сопротивлению R .

Величина испытательного напряжения обычно указывается в технических условиях для каждого типа трансформатора.

Установки для испытания на «пробой» должны иметь конструкцию, исключающую возможность случайных прикасаний к высоковольтным цепям во время проведения испытаний.

На рис. 54 показан общий вид такой установки. На нижней передней панели ее размещены выключатель, киловольтметр, ручка регулятора напряжения автотрансформатора, две лампочки индикаторов включения сети и пробоя испытываемого трансформатора. Верхняя часть установки представляет собой шкаф с дверцами (из плексигласа), внутри которого устанавливается испытываемый трансформатор. Если дверцы открыть, то автотрансформатор отключается от сети питания.

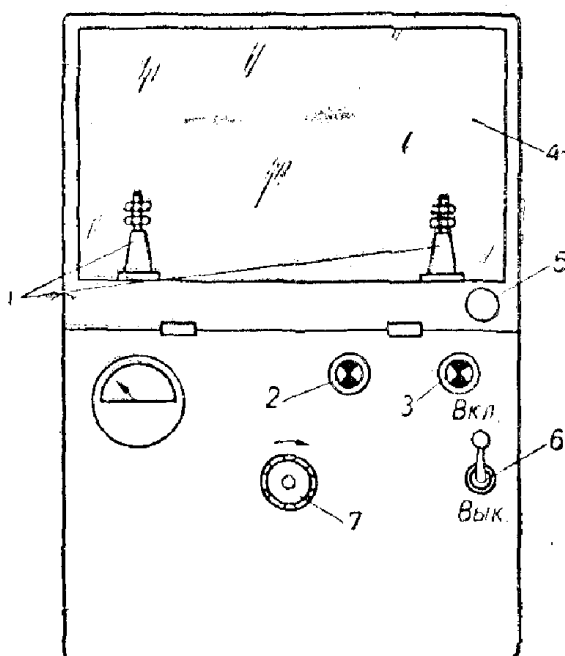


Рис. 54. Общий вид высоковольтной установки:

1 — высоковольтные изоляторы; 2 — лампочки индикатора включения сети; 3 — лампочки индикатора пробоя; 4 — плексиглас; 5 — электрический разъем для автоматического отключения сети при открывании дверцы; 6 — выключатель; 7 — регулятор напряжения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите о типах, назначении и применении трансформаторов низкой частоты.
2. Какое устройство называется дросселем низкой частоты?
3. Назовите типы сердечников, применяемых в трансформаторах низкой частоты, и дайте их характеристику.
4. Расскажите об изготовлении и сборке сердечников трансформаторов и дросселей низкой частоты.

5. Опишите технологический процесс изготовления катушки силового трансформатора.
6. Какой трансформатор называется автотрансформатором? Как устроены автотрансформаторы и для чего они применяются?
7. Расскажите о способах защиты трансформаторов от воздействия различных внешних факторов.
8. Каким испытаниям подвергается трансформатор? Применяемое оборудование и приборы для проведения испытаний,

УСТАНОВОЧНЫЕ УЗЛЫ И ДЕТАЛИ И ПЕРЕХОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- 47. Установочные детали. Сборка радиоаппаратуры производится на каркасе, который носит название ш а с с и.

Наиболее распространенное шасси представляет собой металлическую коробку без дна (а иногда и без двух боковых

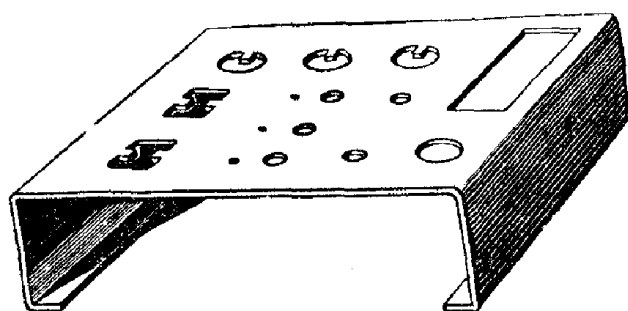


Рис. 55. Шасси.

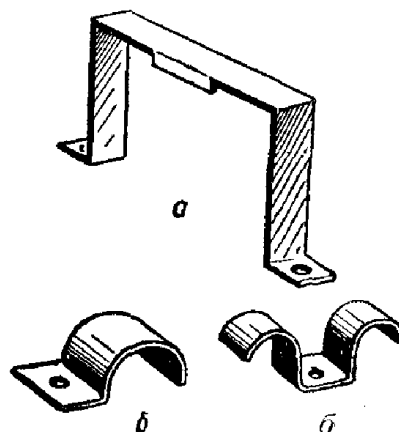


Рис. 56. Скобы:
а — прямоугольная; б — полукруглая; в — полукруглая двойная.

стенок — см. рис. 55), в которой пробиты все отверстия, необходимые для крепления ламповых панелей, катушек, трансформаторов и других узлов.

Такое шасси может быть согнуто из целого листа или собрано из отдельной панели и боковых стенок.

При установке узлов на шасси для крепления применяются крепежные детали, которые в зависимости от их назначения и конфигурации имеют различные названия.

Скоба — прямоугольная деталь, охватывающая закрепляемый узел и имеющая чаще всего две точки крепления. На рис. 56 представлены различного рода скобы для крепления бумагомасляных конденсаторов постоянной емкости, электролитических и т. п.

Хомутик — деталь с одной точкой крепления, которая применяется для закрепления цилиндрических предметов (на-

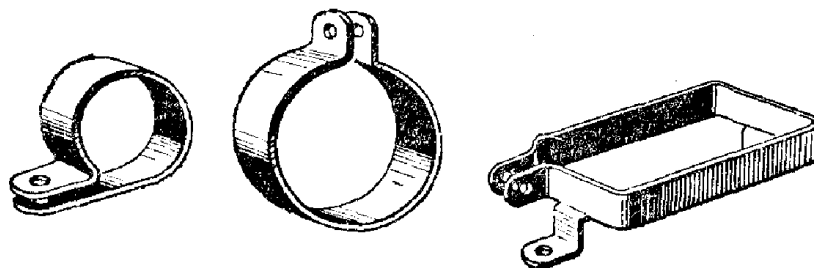


Рис. 57. Хомутики.

пример, электролитических конденсаторов и конденсаторов типа БМ, КБГ, жгутов, проводов и т. д.). На рис. 57 представлены различные виды хомутиков.

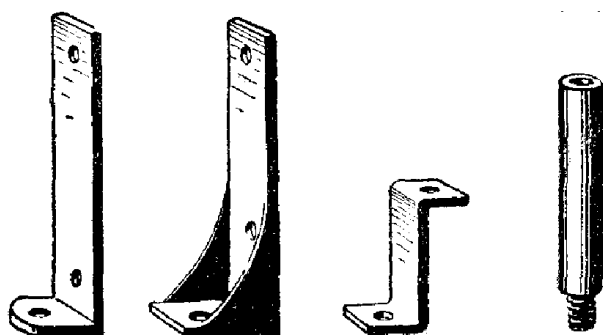


Рис. 58. Стойки.

Кронштейн — силовая деталь, позволяющая укрепить узел в стороне или под углом к плоскости крепления.

Косынка — вспомогательная деталь, служащая для усиления крепления или придания жесткости.

Стойка — установочная деталь из изолятора или металла, позволяющая произвести крепление узла или сборки на расстоянии от панели шасси либо от другого узла и сборки.

Различные виды стоек изображены на рис. 58.

- **48. Ламповые панели.** Существенным элементом в конструкции радиоаппаратуры являются ламповые панели и коммутационные элементы. Все они должны обеспечивать надежность контакта и малые переходные сопротивления. Ненадежный и прерывающийся контакт может привести к появлению шумов, тресков и полному нарушению работы аппарата.

Все ламповые панели и прочие соединительные элементы должны обеспечивать многократное включение.

Ламповые панели предназначены для соединения радиоламп с деталями и узлами, смонтированными на шасси радиотехнической аппаратуры, и должны обеспечивать возможность быстрой замены лампы.

Ламповые панели выпускаются для гостированных цоколей ламп. Имеется несколько типов таких панелей.

Ламповые панели представляют из себя пластмассовый или керамический корпус с пазами и отверстиями, в которые

вставлены бронзовые пружинящие контакты, обеспечивающие плотное прилегание и хороший контакт с ножками радиолампы.

Наиболее распространенными являются октальные (8-штырьковые) ламповые панели с центральным направляющим ключом и пальчиковые 7- и 9-штырьковые панельки для пальчиковых ламп (см. рис. 59).

В качестве контактов в октальных ламповых панельках применяются контакты ножевого типа «лира» и обжимающий пружинный контакт «ярмо» (рис. 60).

В контакте лиры ножка лампы зажимается между пружинящими усиками «лиры». Для обеспечения более надежного контакта в каждое гнездо ламповой панели помещают две лиры.

В контакте типа «ярмо» контакт с ножкой лампы обеспечивается за счет пружинящего действия лепестков ярма, обжатых до меньшего, чем диаметр вставляемой ножки лампы, размера.

Правильная установка лампы в панель обеспечивается наличием в центре цоколя лампы специального ключа — цилиндра с выступом, который входит в отверстие с пазом на ламповой панели.

Выступ ключа располагается между первой и восьмой ножками лампы.

Со стороны лепестков на ламповой панели имеется цифровая маркировка ножек, возрастающая по часовой стрелке.

Октальные ламповые панели крепятся на шасси с помощью:

- 1) специального хомутика (рис. 61), прижимающего панель к шасси. Хомутик имеет два ушка для болтов и 4 лепестка для подпайки земляных проводов;

- 2) пружинящего кольца, которое заводится в специально сделанную в теле ламповой панели проточку и прижимающего панельку к шасси.

Чтобы панель не проворачивалась, в ее корпусе имеется 8 пазов, в которые входят один или два зуба, выштампованные на шасси в отверстиях под ламповую панель.

Если панелька крепится с помощью хомута, то она вставляется в отверстие шасси снизу, если с помощью пружинящего кольца, то сверху.

Отверстие в шасси под ламповую панель при закреплении хомутом должно быть равно 25 мм, а при креплении пружинящим кольцом — 30 мм.

Ламповые панели для миниатюрных или пальчиковых ламп (рис. 62) изготавливаются под семи- и девятиштырьковый цоколь и выпускаются как с экраном, так и без экрана.

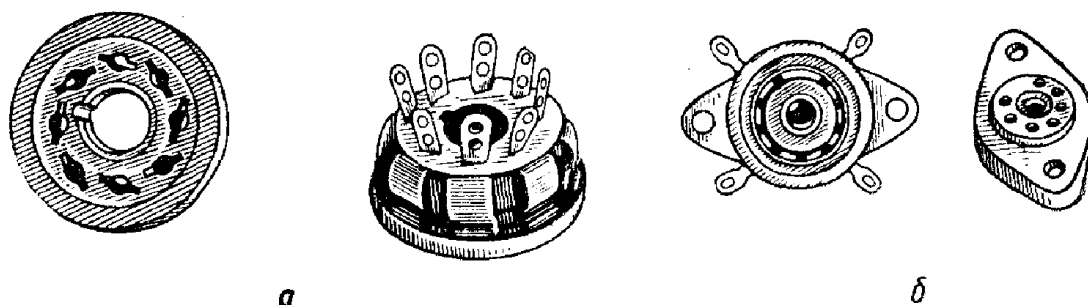


Рис. 59. Ламповые панели:
а — октальные; б — пальчиковые.

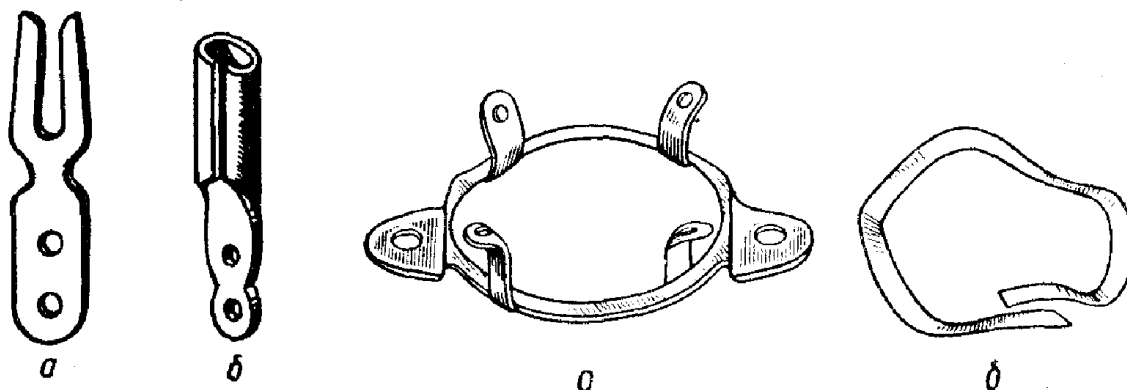


Рис. 60. Контакт-
ные лепестки лам-
повых панелей:
а — типа «лира»;
б — типа «ядро».

Рис. 61. Хомут (а) и кольцо (б) для
крепления ламповых панелей.

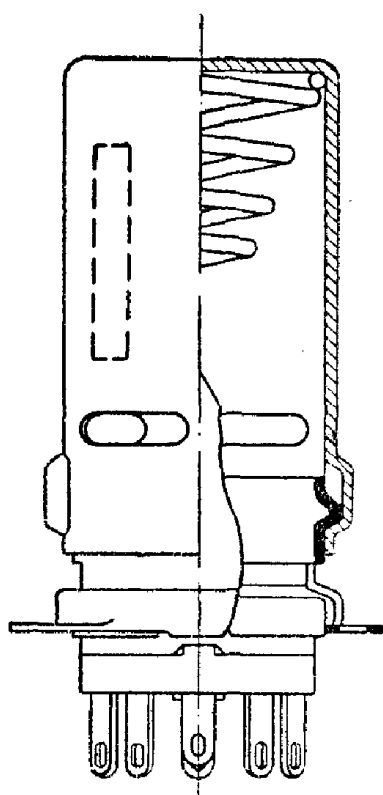


Рис. 62. Ламповая панель
с экраном.

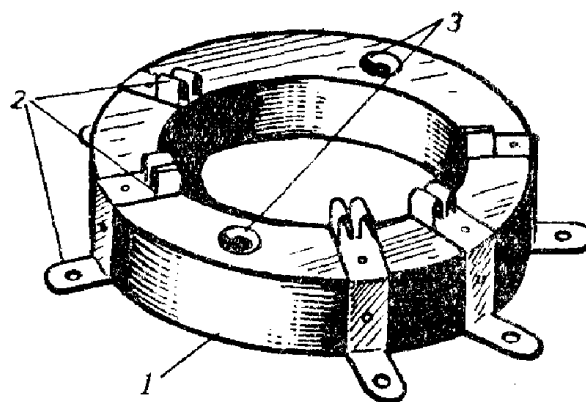


Рис. 63. Панель для лампы «жолудь»:
1 — керамическое или пластмассовое
основание; 2 — контактные лепестки;
3 — отверстия для крепления панели.

В панельках для пальчиковых ламп расстояние между первой и последней ножками вдвое больше, чем между всеми остальными соседними ножками, что и обеспечивает правильную установку радиолампы.

Ламповые панели пальчиковых ламп крепятся к шасси двумя лапками, заклепками или болтами. Межцентровое расстояние для 7-штырьковой ламповой панели — 23,5 мм, для 9-штырьковой — 26 мм. Отверстие в шасси под ламповую панель должно быть: для 7-штырьковой — 16 мм, для 9-штырьковой — 18,5 мм.

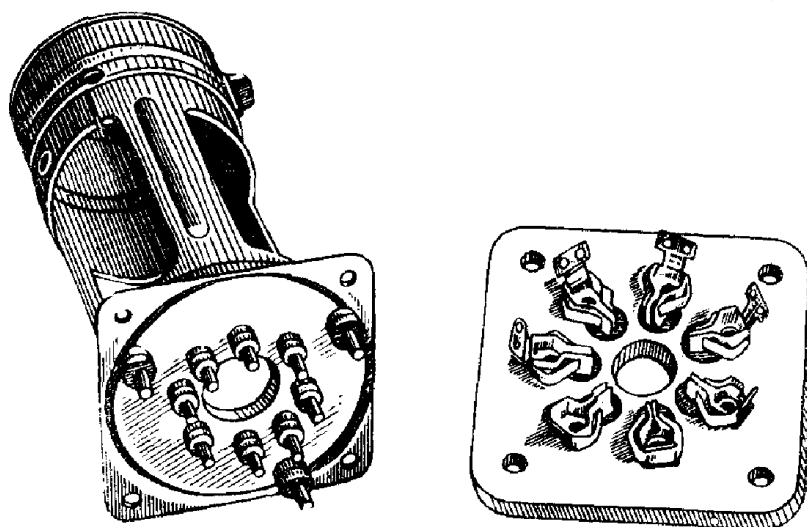


Рис. 64. Ламповые панели маломощных генераторных ламп.

Конструкция ламповой панели для лампы «жолудь» изображена на рис. 63. К керамическому кольцу с помощью трубчатых заклепок прикреплены бронзовые посеребренные лепестки, в которые и входят выводы лампы. Ламповые панели этого типа крепятся болтами или заклепками через отверстия, расположенные в кольце — основании панели.

Ламповые панели для маломощных генераторных ламп и высоковольтных кенотронов изготавливаются на фарфоре, имеют хорошую изоляцию и надежный контакт с выводами ламп.

Контакты ламповых панелек для этих ламп выполняются как в виде пружинящих цилиндрических гнезд, так и в виде зажимов.

Фиксация правильной установки ламп как для типа «жолудь», так и для большинства генераторных и выпрямительных ламп обеспечивается за счет неравномерного расположения ножек по окружности. Однако встречаются лампы, у которых фиксация обеспечивается и за счет неравной толщины ножек или специального штифта на панельке, или ключа на баллоне.

Ламповые панели для наиболее часто применяемых генераторных и выпрямительных ламп представлены на рис. 64 и изображены со стороны контактных лепестков.

Большинство телевизионных электронно-лучевых трубок имеют октальные цоколи; для них применяются обычные ламповые панельки. Однако трубки со статическим отклонением луча, осциллографические и специальные трубки имеют мно-

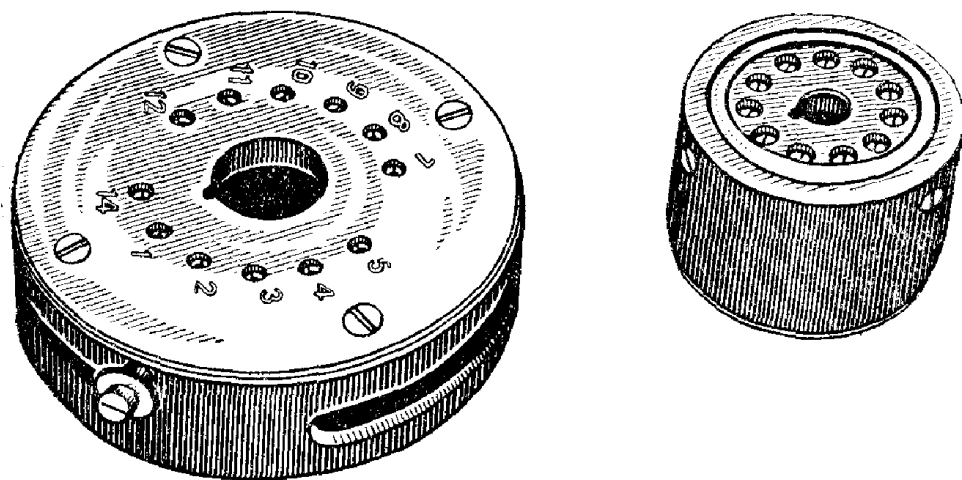


Рис. 65. Панели электронно-лучевых трубок.

гоштырьковый цоколь с 11-ю и 14-ю ножками. Ламповые панельки для этих трубок изображены на рис. 65.

Фиксация правильной установки обеспечивается специальным ключом, аналогичным ключу октального цоколя.

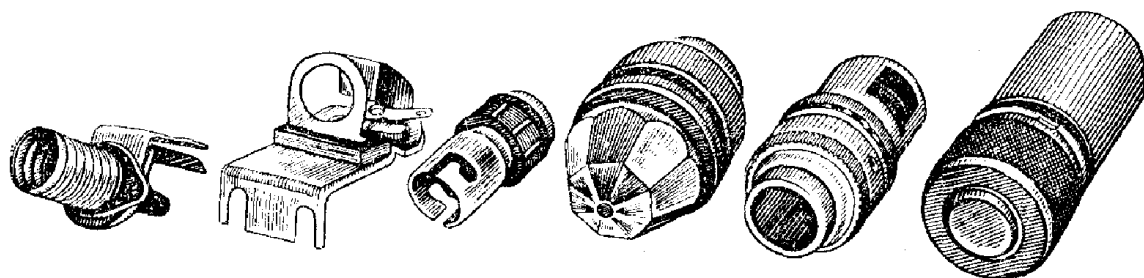


Рис. 66. Ламповые патрончики.

Как видно из рисунка, ламповая панелька имеет скрытые контактные лепестки. Скрытое расположение лепестков предохраняет ее от возможных замыканий, повышает величину допустимого напряжения между ножками и предохраняет трубку от повреждения в случае попытки неправильно вставить панельку.

Выводные лепестки панелей также закрыты крышкой; подводящие провода выходят через отверстие в пластмассовой защитной крышке.

Для лампочек подсвета и индикаторных лампочек применяются специальные патрончики (рис. 66). Ламповые патрончики для ламп подсвета применяются, как правило, открытого типа, а для индикаторных лампочек — закрытого типа.

Индикаторные лампочки применяются в качестве сигнализаторов о том, что прибор включен, или о том, что подано то или иное напряжение, а также для предупреждения о неисправности какой-либо цепи.

Колпачки ламповых патрончиков изготавливаются из пластмасс различного цвета. Патроны типа СЛ позволяют изменять яркость свечения колпачка путем его поворота. При повороте колпачка щель, освещающая колпачок, увеличивается или уменьшается, а следовательно, изменяется и яркость свечения колпачка.

Ламповые патрончики для ламп подсвета, как правило, держатся на трении специальными пружинами и являются легкоосъемными.

Патрончики индикаторных ламп крепятся на лицевых панелях гайками за резьбу на корпусе патрончика.

- 49. Расшивочные панели, опорные стойки и изолированные лепестки для монтажа. Для удобства и технологичности монтажа

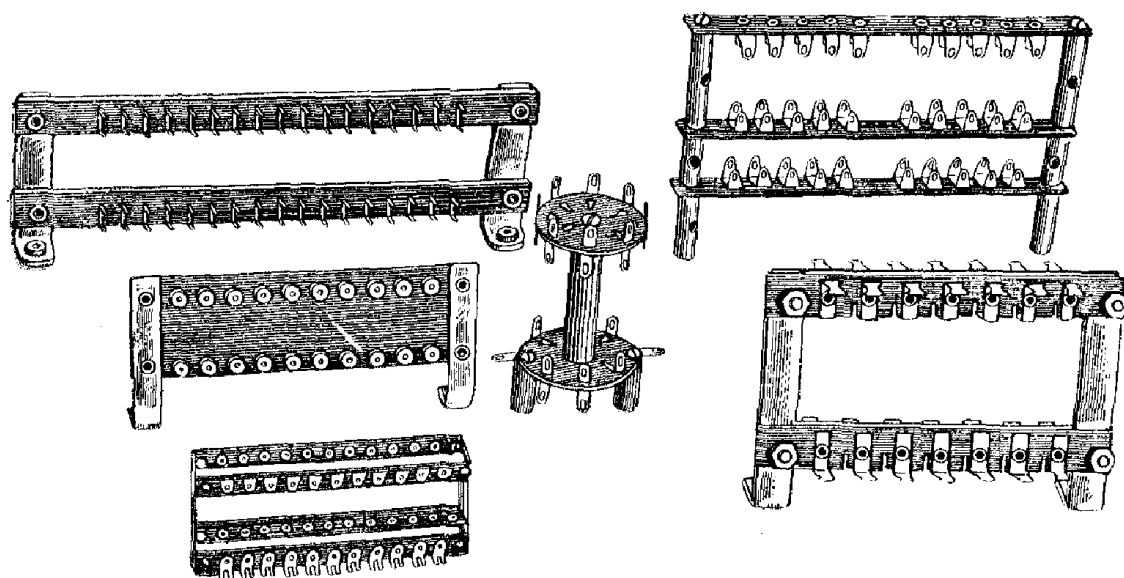


Рис. 67. Расшивочные панели.

и сокращения монтажных проводов монтаж сопротивлений и конденсаторов на отдельных участках схем производится на специальных расшивочных или распаячных панелях (рис. 67).

Расшивочные (распаячные) панели представляют собой пластины из изоляционного материала (гетинакса, пластмассы или керамики), на которых расположены контактные лепестки, закрепленные с помощью трубчатых заклепок или запрессованные в пластмассу.

Расшивочные панели с помощью лапок-кронштейнов крепятся на шасси в вертикальном или горизонтальном положении.

Формы лепестков, устанавливаемых на расшивочных панелях, самые разнообразные: в виде круглых колоночек и лепестков с отверстиями, лепестков с утончением и т. д. (см. рис. 68).

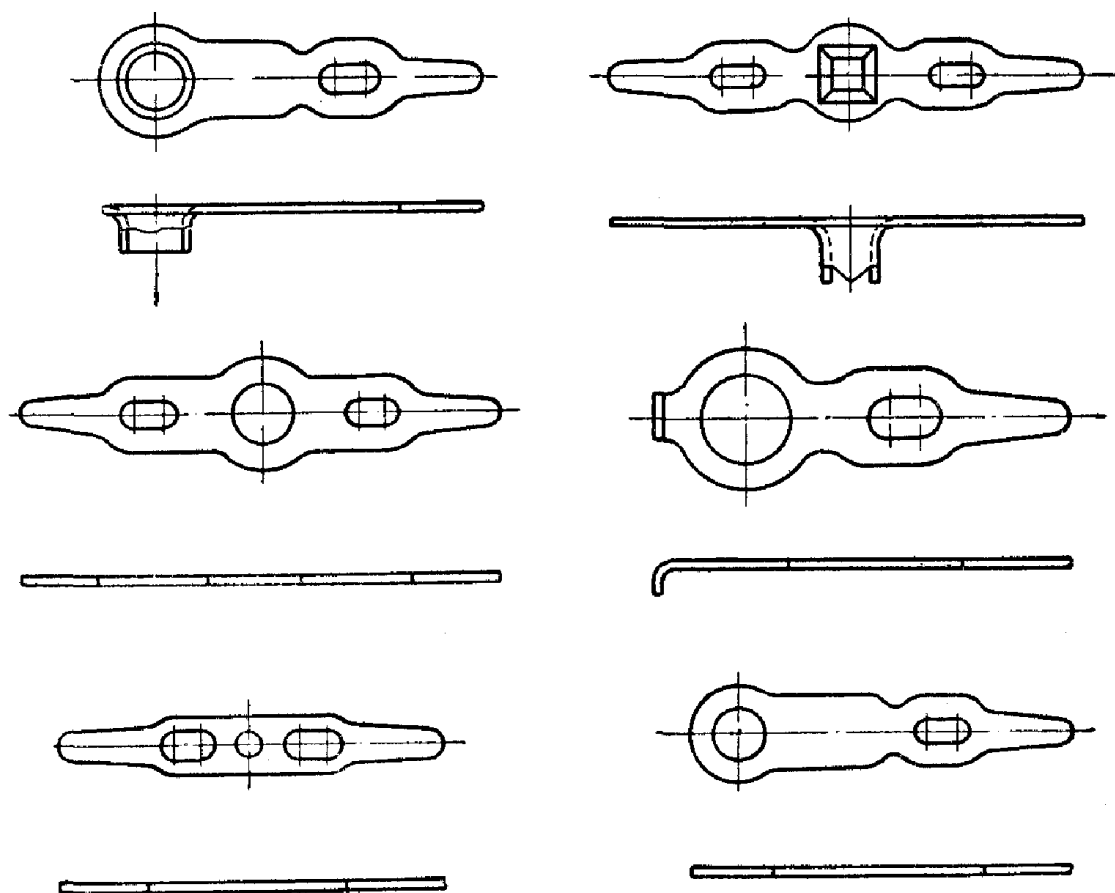


Рис. 68. Конструкции лепестков.

Для крепления одиночных сопротивлений, конденсаторов или для подпайки проводов применяются изолированные

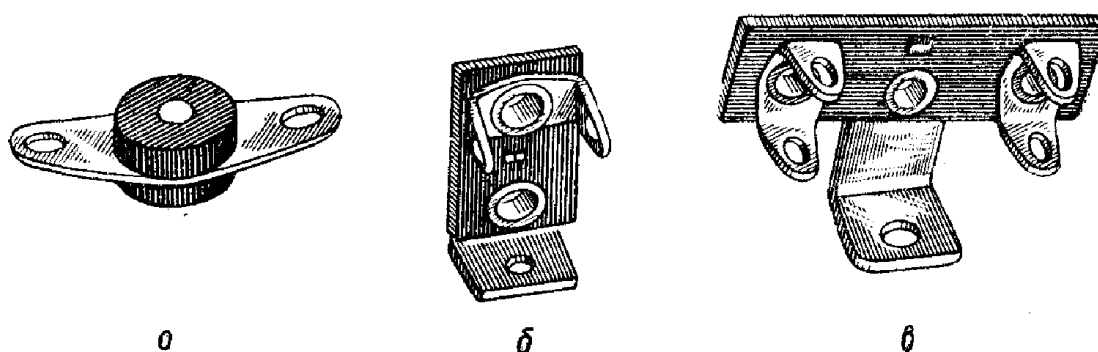


Рис. 69. Опорные стойки:

а — лепесток, запрессованный в пластмассу; *б* — лепесток на гетинаксовой пластине; *в* — два изолированных лепестка на гетинаксовой пластине.

лепестки. Изолированный лепесток (рис. 69) запрессован в пластмассовый цилиндр-стоечку. Такой лепесток крепится к шасси винтом, ввинчиваемым в резьбовую бонку, запрессованную в нижней части пластмассового столбика или болтом через отверстие в столбике.

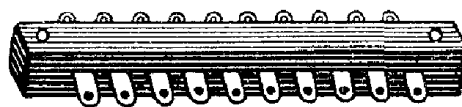


Рис. 70. Монтажная планка.

Для монтажа широко применяются также одинарные планки — гребенки, которые называются монтажными планками (рис. 70).

- **50. Держатели предохранителей.** К типовым установочным деталям относятся также держатели предохранителей. Несколько типов держателей для трубчатых предохранителей типа «Бозе» и СП изображены на рис. 71. На рис. 72 показано

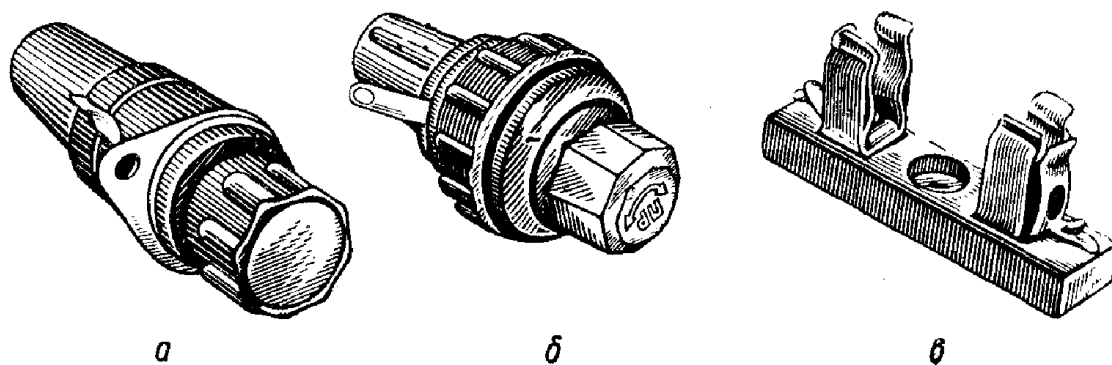


Рис. 71. Держатели для трубчатых предохранителей:
а — для длинных предохранителей; б — для коротких предохранителей;
в — открытый держатель.

устройство закрытого держателя предохранителя. В карболитовом корпусе предохранителя или в корпусе крышечки (в зависимости от конструкции предохранителя) имеется пружинный контакт, который выбирает допуски по длине предохранителей и обеспечивает надежное и постоянное контактное давление. Более простые открытые держатели предохранителей, применяемые в массовой дешевой аппаратуре, представляют собой, как видно из рисунка 71, в, две скобочки, в которые и вставляется предохранитель.

- **51. Штепсельные разъемы.** Для соединения токонесущих цепей между отдельными блоками или узлами внутри блока применяются штепсельные разъемы. Несмотря на многообразие разъемов, их можно разделить на три основные группы: 1) низковольтные; 2) высоковольтные; 3) высокочастотные. Низковольтные разъемы применяются для соединения электрических цепей с рабочим напряжением до 500 в.

Штепсельные разъемы этого типа выполнены в виде двух пластмассовых или керамических колодок, на одной из которых установлены гнезда, а на другой — вилочки.

Образцы наиболее распространенных типов низковольтных штепсельных разъемов изображены на рис. 73.

Вилочки штепсельных разъемов могут быть штыревые (круглые) и ножевые (плоские). Различные формы контактных пар показаны на рис. 74.

Штепсельные разъемы выпускаются на различное количество контактов (от 1 до 62) и различные токи. Чем больший ток пропускает разъем, тем толще пужна ножка. Нормализованные диаметры ножек — 0,5, 1,5, 2,5 мм.

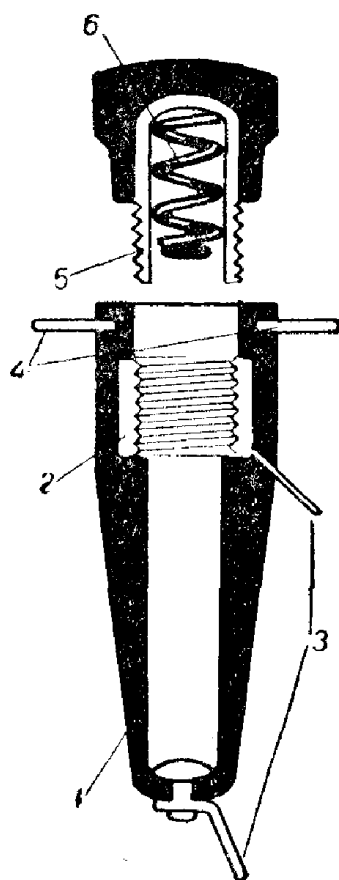


Рис. 72. Закрытый держатель предохранителя в разрезе:

1 — пластмассовый корпус держателя; 2 — металлическая арматура с резьбой; 3 — выводные лепестки; 4 — металлические ушки для крепления держателя; 5 — металлический колпачок с пластмассовой головкой; 6 — контактная пружина.

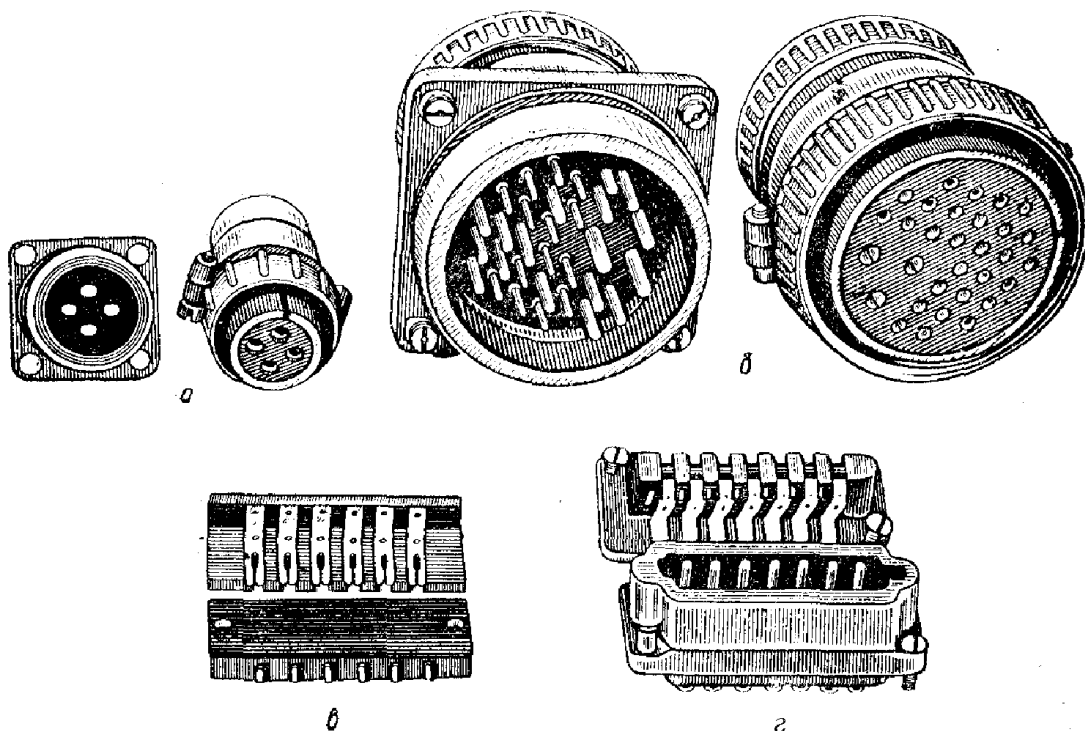


Рис. 73. Низковольтные штепсельные разъемы:

а — четырехконтактный; б — тридцатиконтактный; в — ножевой шестиконтактный; г — четырнадцатиконтактный двухсторонний.

Для обеспечения постоянного и надежного контакта во всех цепях разъема обе его половинки скрепляются друг с другом с помощью накладной гайки (на одной половине резьба, а на другой накладная гайка) или проволоочной пружинки.

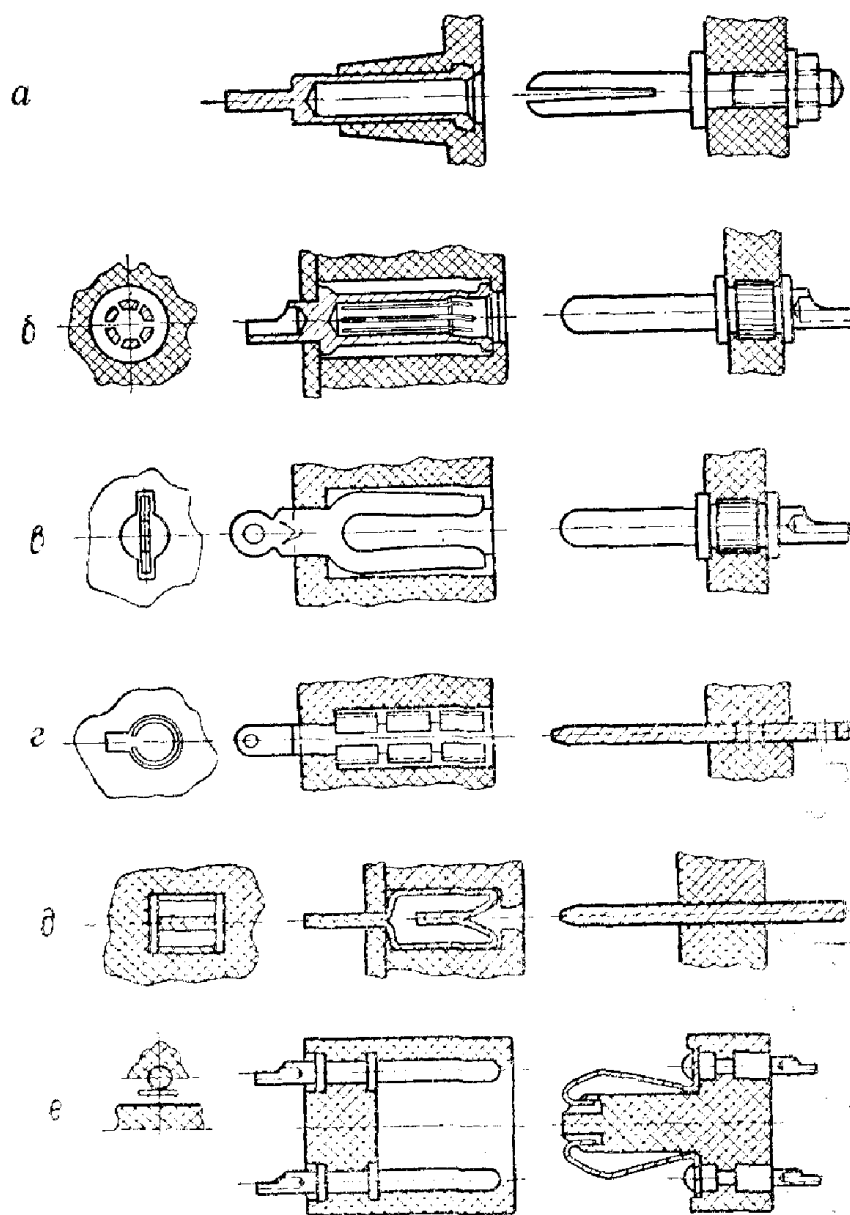


Рис. 74. Контактные пары:

a — жесткое цилиндрическое гнездо и упругий штырек; *б* — упругое цилиндрическое гнездо и жесткий штырек; *в* — упругая вилка («лира») и жесткий цилиндрический штырек; *г* — упругое гнездо и жесткий нож; *д* — гнутые пружины и жесткий нож; *е* — гнутые пружины и цилиндрические штырьки.

накидывающейся на съемную часть разъема, или просто винтами; для этого в теле колодки, укрепляемой на блок, запрессованы бонки с резьбой.

Фиксация правильного включения разъема обеспечивается специальными ключами в корпусе разъема или несимметричным расположением ножек и гнезд.

Высоковольтные разъемы допускают соединение электрических цепей напряжением до 15 000 в. Они изготавливаются, как правило, на одну цепь.

Внешний вид высоковольтного разъема представлен на рис. 75.

Характерной особенностью этих разъемов является то, что и гнездо и вилка тщательно изолированы от корпуса керамическими или пластмассовыми цилиндрическими изоляторами. Цилиндрические изоляторы сделаны таким образом, что внешний диаметр одного немного меньше внутреннего диаметра другого. При соединении разъема один цилиндр входит в другой и путь пробоя по воздуху удлинняется вдвое. В разъем вставляется резиновое уплотняющее кольцо, которое практически

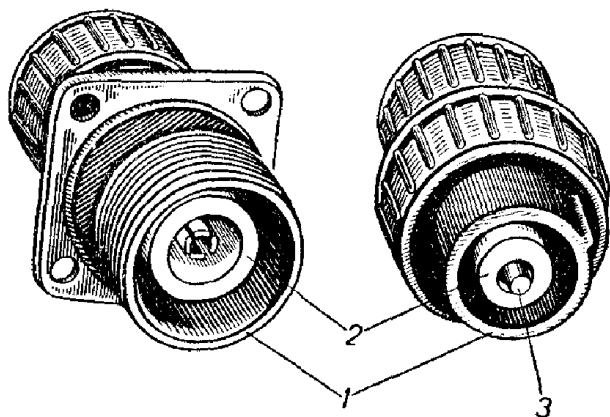


Рис. 75 Высоковольтный разъем:
1 — корпус двух частей разъема; 2 — изолятор;
3 — штырек.

полностью исключает возможность пробоя по воздуху. Резиновой уплотняющей втулкой изолировано место спая ножки разъема с подводимым проводом.

Высокочастотные разъемы, или, как их иногда называют, коаксиальные, изготавливаются также на один провод. Внешне (рис. 76) они напоминают высоковольтные разъемы, однако обладают малой емкостью штырьков и гнезд на корпусе. Величина диаметра токонесущих элементов (гнезда и вилки) и внутреннего диаметра корпуса взаимосвязаны и зависят от так называемого «волнового сопротивления» высокочастотного кабеля. Поэтому высокочастотные разъемы выпускаются нескольких типов по волновым сопротивлениям кабелей.

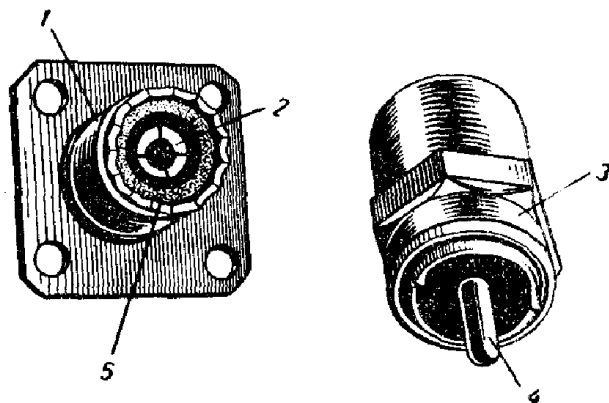


Рис. 76. Высокочастотный разъем:
1 — металлическая муфта; 2 — контактное гнездо; 3 — внешняя затяжная гайка; 4 — центральный штырь; 5 — изоляция.

Все виды штепсельных разъемов как низковольтных, так и высоковольтных и высокочастотные в зависимости от их месторасположения выпускаются двух типов: 1) блочные, у которых одна половина укрепляется на шасси блока с по-

мощью четырех болтов, а к ней подпаиваются провода блока; 2) кабельные, которые вставляются в разрыв кабеля, то есть к гнездам и вилкам подключается кабель.

При установке разъема придерживаются следующего правила: гнезда должны быть со стороны токопитающих цепей, штырьки — вилки — со стороны питаемых цепей.

Такая распайка разъема исключает возможность коротких замыканий в случае, если вилки в несвинченном разъеме будут случайно соединены каким-либо металлическим предметом.

- **52. Штеккерные соединения.** Для присоединения двух проводов питающей сети, телефонных трубок и внешних громкоговорителей применяются обычные двойные штепсельные гнезда и вилки. Однако для этих же целей часто применяются и так называемые штеккерные гнезда. Они характерны тем, что соединение двух или трех цепей происходит при вставлении специальной штеккерной вилки в одно гнездо.

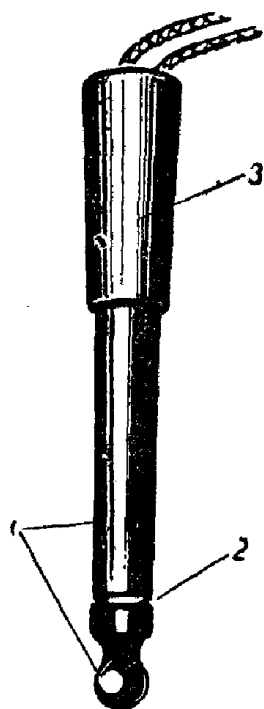


Рис. 77. Штеккер:
1 — контакты; 2 — изоляционная шайба; 3 — ручка штеккера.

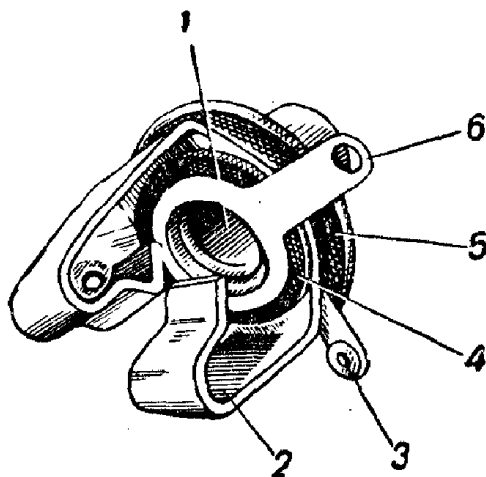


Рис. 78. Штеккерное гнездо.

Штеккерная вилка представляет собой два или три последовательно расположенных и изолированных друг от друга латунных контакта цилиндрической формы (рис. 77). Концевой контакт оформляется в виде шарика, что обеспечивает четкую фиксацию штеккерной вилки по отношению к пружинящим контактам гнезда. Когда штеккерная вилка вставляется в гнездо, то против каждого цилиндрического контакта оказывается пружина штеккерного гнезда. Третьим контактом обычно бывает само направляющее отверстие гнезда.

Штеккерное гнездо представляет собой (рис. 78) трубочку 1 и две фигурные бронзовые пружины 2 и 3, собранные вместе и изолированные друг от друга шайбой 4. От каждой пружины и основания гнезда сделаны выводные лепестки для подпайки проводов.

В качестве материала для пружинящих контактов гнезд применяется кремнистая или берилевая бронза, обладающая хорошими пружинящими свойствами.

Крепится штеккерное гнездо на лицевую панель с помощью гайки.

- **53. Высокочастотные галетные и клавишные переключатели.** Самостоятельным и одним из наиболее важных и сложных узлов коммутационных элементов являются переключатели. Их назначение — включение одних и выключение других цепей.

В зависимости от рода тока, который коммутируется переключателями, последние бывают высокочастотные и низкочастотные.

Высокочастотные переключатели используются для переключения высокочастотных и импульсных цепей.

К высокочастотным переключателям прежде всего относятся переключатели диапазонов приемников и телевизоров.

Высокочастотные переключатели гораздо сложнее низкочастотных и позволяют одновременно переключать много цепей в разных направлениях.

Переключатели характеризуются двумя основными параметрами: 1) количеством положений «П», то есть количеством цепей, на которые можно скоммутировать данную цепь (например, в переключателе диапазонов приемника — это количество диапазонов); 2) количество направлений «Н», то есть количество цепей, которые одновременно коммутируются.

По этим двум параметрам различаются и маркируются переключатели. Например, переключатель на пять положений, коммутирующий одновременно четыре цепи, обозначают 5П4Н.

Переключатели должны удовлетворять следующим требованиям:

а) контакт замыкаемых цепей должен быть надежным, а переходное сопротивление минимальным, не превышающим одной сотой ома.

При ненадежном контакте в приемнике или другой радиоаппаратуре, в которой установлен такой переключатель, появляются трески, паразитные шумы, а при большом переходном сопротивлении контактов в высокочастотные цепи будет внесено дополнительное сопротивление, увеличится затухание и упадет избирательность приемника;

б) емкость между ламелями переключателя должна быть минимальной. Это требование особенно важно для переключателей, работающих на высоких частотах и коротких волнах;

в) фиксация переключателя, фиксирующая положение контакта при переключении, должна быть четкой и однозначной;

г) сопротивление изоляции между всеми элементами должно быть высоким и измеряется сотнями и тысячами мегом;

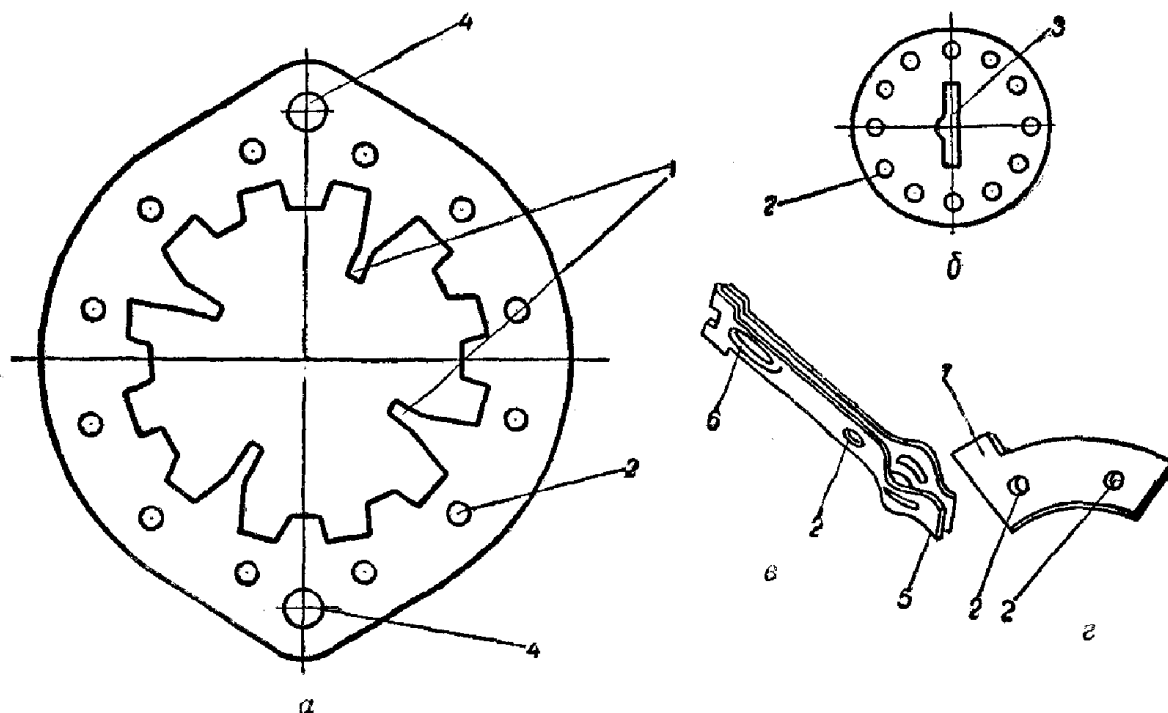


Рис. 79. Детали галетного переключателя:

a — статор; *б* — ротор; 1 — пружинящие губки статора; 2 — замыкатель ротора; 3 — ограничительные усики; 4 — отверстия для заклепок; 5 — отверстие для оси; 6 — отверстия для стягивающих болтов стоек; 7 — пружинящие губки; 8 — отверстие для подплавляемых проводов; 9 — выступающий сектор замыкателя.

д) пробивное напряжение между всеми контактами и землей должно быть значительно выше коммутируемых напряжений.

Для переключателей диапазонов, коммутирующих анодные цепи с напряжением до 300 в, пробивное напряжение должно быть не менее 1500 в.

Высокочастотные переключатели, как правило, коммутируют токи, не превышающие несколько миллиампер, поэтому специальных требований по допустимой величине тока к ним не предъявляется.

Наиболее распространенными и надежными высокочастотными переключателями являются галетные. Конструктивно они оформлены в виде галет — плоских, тонких пластин.

Галета переключателя (рис. 79) состоит из двух частей: внешней неподвижной — статора, имеющей внутри фасонное

отверстие, и внутренней подвижной — ротора, свободно вращающегося между выступающими ограничительными усиками в фасонном отверстии статора.

Статор и ротор изготавливаются из гетинакса толщиной 1,5—2 мм или керамики толщиной от 2,5 до 3,5 мм.

На статоре укреплены бронзовые контакты в виде губок, а на роторе — в виде сектора с ножом.

При повороте ротора нож секторного контакта входит между губок контактов статора. Надежный контакт обеспечивается за счет пружинящих свойств губок.

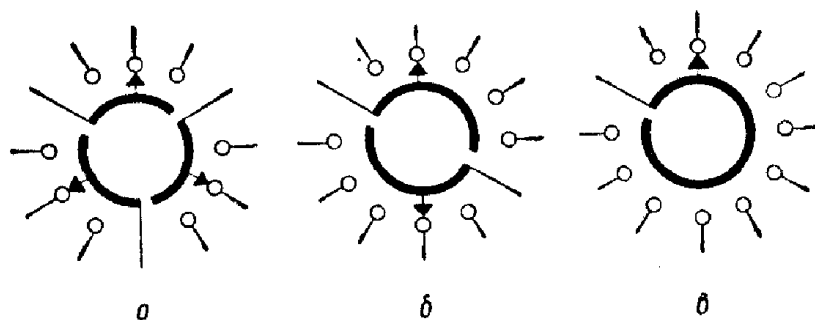


Рис. 80. Принципиальные схемы галетных переключателей.

Пластина ротора в центре имеет прямоугольное или фигурное отверстие, через которое проходит плоская ось переключателя, вращающая ротор.

Напряжение на сектор подается одним из приклепанных на статоре контактов; этот контакт имеет более длинные губки и обеспечивает непрерывный контакт ротора.

Такие токосъемные контакты, как правило, устанавливают около стоек, крепящих статор.

Пластина статора рассчитана на 12 контактов; таким образом, на одной галете можно собрать переключатели типа 1П1Н, 2П5Н, 3П3Н; соответственно на роторе будет 1, 2, 3 или 4 секторных контакта с ножом, а на статоре — такое же количество длинных токосъемных губок (рис. 80).

Для специальных переключателей выпускаются платы и с другим количеством контактов.

В тех случаях, когда нужно увеличить количество направлений, переключатель набирают из нескольких галет (рис. 81). Между галетами устанавливают распорные втулки, а если необходимо, то и экраны.

Одним из существенных элементов галетного переключателя является фиксатор. Фиксатор (рис. 82) состоит из основания 1, на котором собирается весь переключатель звездочки 2, укрепленной на оси переключателя, стального шарика 3, находящегося в специальном гнезде основания, и фигурной пружины 4, прижимающей шарик к звездочке фиксатора.

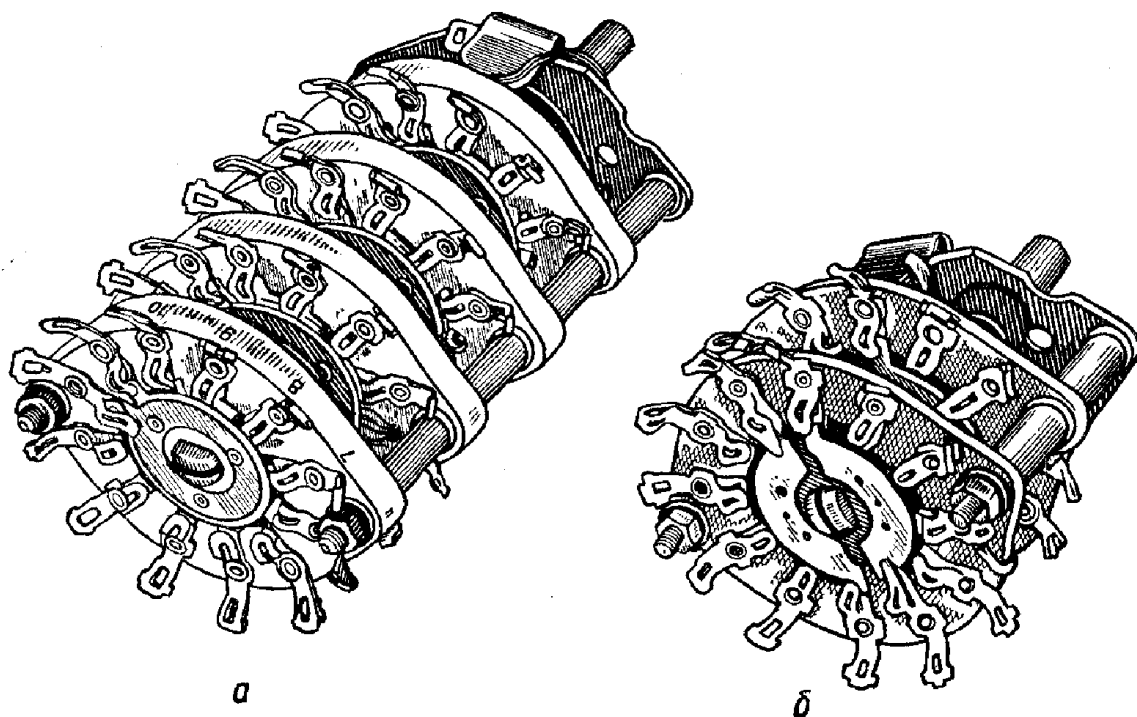


Рис. 81. Галетные переключатели:
 а — керамический четырехплатный; б — гетинаксовый двухплатный.

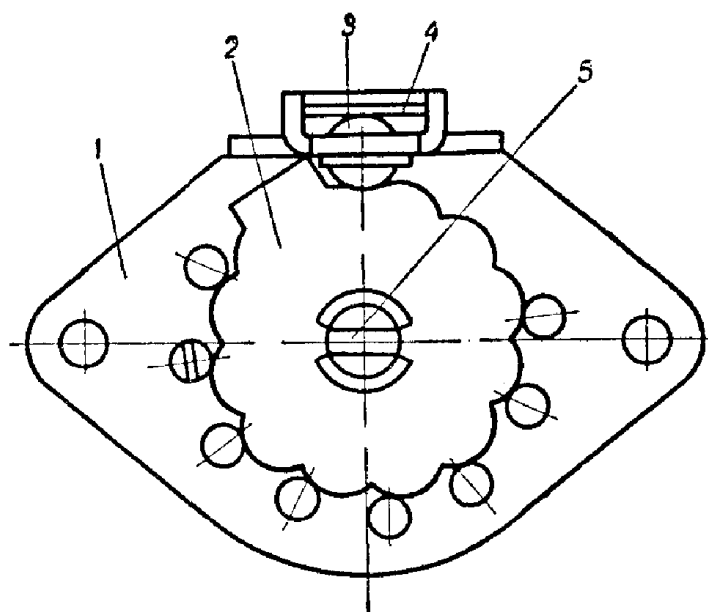


Рис. 82. Фиксатор галетного переключателя.

Четкая и однозначная фиксация галетного переключателя обеспечивается пружинящим шариком, входящим в пазы звездочки. Преимуществом такого фиксатора является его самоустановление: когда шарик переходит за гребешок выступа звездочки, усилием пружины фиксатора он сам доворачивает ротор в положение четкой фиксации.

Существуют и другие конструкции фиксатора без звездочки; при этой конструкции фиксирующие выступы делаются на основании, а вместо звездочки устанавливается пружина с шариком или роликом на конце, которые и фиксируют положение переключателя по фиксирующим отверстиям или между выступами основания.

Такие конструкции фиксатора не получили широкого распространения и применяются в специальных типах переключателей.

Крепление галетного переключателя к шасси производится гайкой, навинчиваемой на резьбу, нарезанную на втулке оси, или двумя винтами, ввинчиваемыми в две бонки, завальцованные в основание переключателя.

В широковещательных приемниках широкое применение получил так называемый клавишный переключатель (рис. 83), в котором переключение тех или иных цепей осуществляется при нажатии соответствующей клавиши. Система рычагов, идущих от клавиши к подвижной гетинаксовой пластине с контактами, передвигает эту пластину из одного крайнего положения в другое и замыкает пружинящие контакты, установленные на гетинаксовом основании с правой и левой сторон от подвижной пластины, производя таким образом необходимые переключения. При нажатии клавиши специальная пластина заходит в ее прорез и фиксирует ее в таком положении. При нажатии на другую клавишу эта пластина выходит из паза ранее нажатой клавиши, освобождая ее силой пружины; клавиша возвращается в исходное положение, одновременно переключая цепи, а нажатая клавиша фиксирует и включает новые цепи.

Преимуществом клавишного переключателя является возможность включения диапазонов в любом порядке, в то время как у галетного переключателя для перехода с первого положения на третье или четвертое нужно последовательно пройти все промежуточные положения переключателя.

Недостатком клавишного переключателя является чрезмерно большая емкость между контактами, исключающая его применение на частотах выше 15 Мгц. Супергетеродинные приемники с клавишными переключателями диапазонов не генерируют на волнах ниже 20 м из-за большой паразитной емкости между контактами.

Переключатели барабанного типа, в отличие от клавиш-

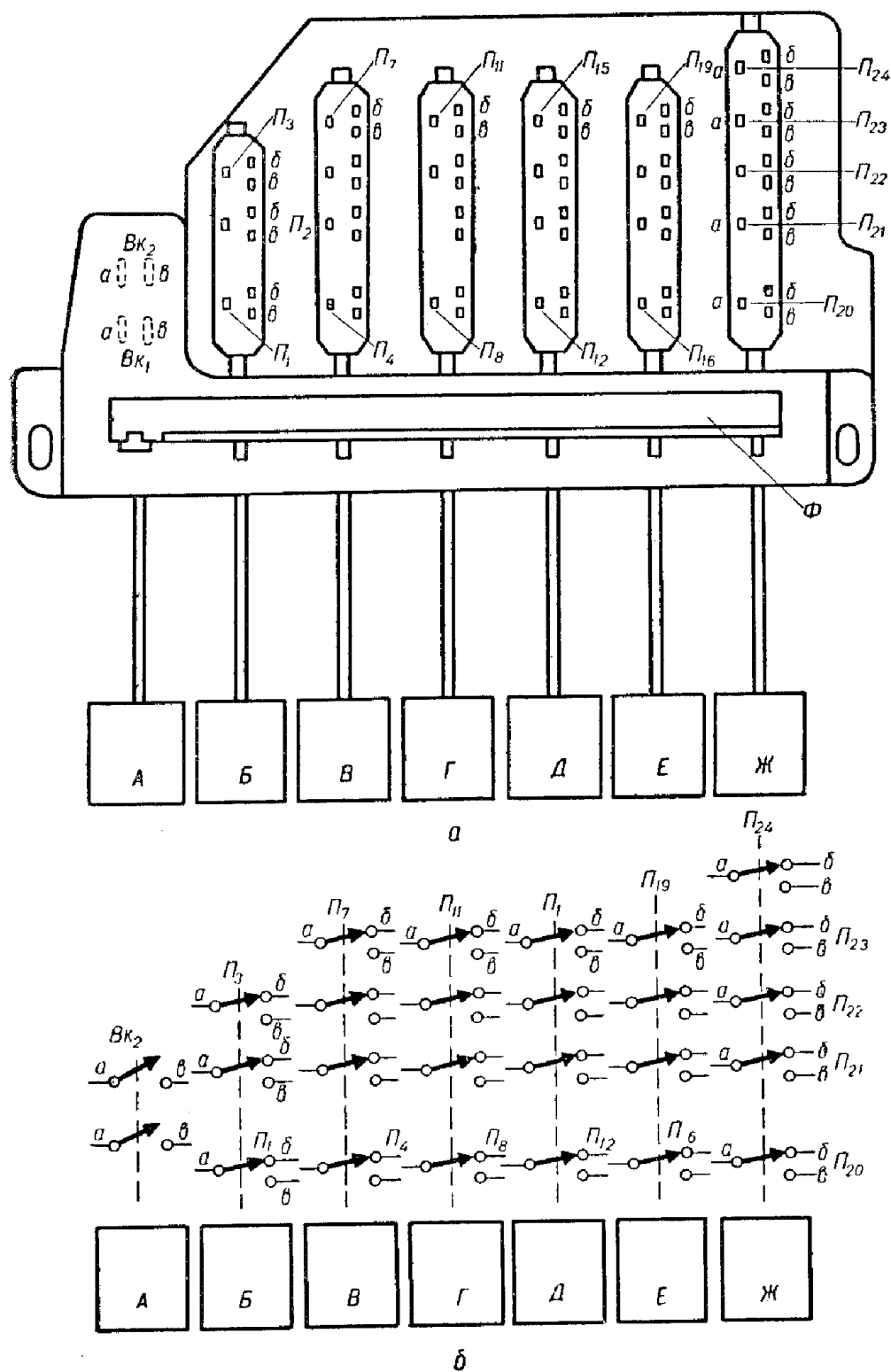


Рис. 83. Клавишный переключатель (а) и его принципиальная схема (б). Контакты показаны в положении, соответствующем нажатым клавишам.

ных, обладают наименьшей емкостью; поэтому эти переключатели нашли широкое применение в радиоаппаратуре, работающей на коротких волнах и, в частности, в телевизорах.

Конструктивно переключатель барабанного типа представляет собой вращающийся барабан, на котором расположены соответствующие контуры, выводы которых присоединены к плоским или ножевым контактам, укрепленным на поверхности барабана. Неподвижные пружинящие контакты установлены на неподвижном основании и непосредственно соединены с соответствующими электросхемами. Поворачивая барабан, мы последовательно переключаем к схеме те или иные контуры, установленные внутри барабана.

- /54. Низкочастотные переключатели тумблера и кнопки. Низкочастотные переключатели, в отличие от высокочастотных, применяются, как правило, для коммутации силовых цепей аппаратуры с большими токами. К ним относятся так называемые «тумблера», которые включают и переключают одновременно от одной до трех цепей. Внешний вид различного типа тумблеров изображен на рис. 84.

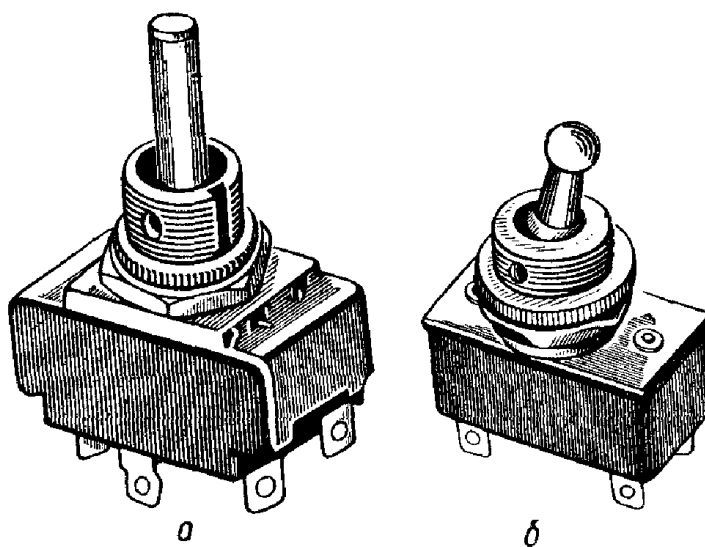


Рис. 84. Тумблеры:

а — на три положения; б — на два положения.

Если тумблер не переключает, а только выключает напряжение, то такой тумблер называют выключателем, в отличие от переключателя, который переключает напряжение с одной цепи на другую.

Конструктивно тумблеры выполняются так, что ручка имеет два или три фиксированных положения. В тумблере с двумя фиксированными положениями ручка может находиться в верхнем или в нижнем положении. В тумблере с тремя фикс-

сированными положениями в среднем положении ручки все цепи отключены, а в крайних включены.

Кроме переключателей с фиксированными положениями ручки, существуют так называемые возвратные переключатели. Они характерны тем, что переключатель включает коммутируемые цепи только на то время, пока ручка нажата; как только ручка отпущена, переключатель возвращается в среднее нейтральное положение, и контакт разрывается.

Переключатели типа тумблеров выпускают для напряжения до 300 в и на величину тока до 20 а.

К низкочастотным переключателям относятся также широко распространенные кнопки типов К-1, К-2, К-3, К-4, 5К и 205К (рис. 85).

Кнопки типа К-1 и К-2 являются выключателями, то есть при нажатии включают цепь К-1 или выключают цепь К-2.

Кнопки типа К-3 и К-4 являются переключателями (при нажатии они переключают аналогично тумблеру). Кнопка К-3 переключает две пары контактов, а К-4 — четыре пары. Схемы кнопок приведены на рис. 86. Черными треугольниками показаны контакты замкнутые, а светлыми треугольниками — разомкнутые.

Кнопки выпускаются для цепей напряжением до 220 в и на величину тока до 3 а, а кнопка 205К — до 20 а при напряжении 27 в.

Кнопки типов К1 и К4 имеют фиксированное положение, то есть после нажатия контакт сохраняется до следующего нажатия на головку кнопки. Кнопки типов 5К и 205К — нажимные без фиксации, то есть контакт сохраняется только до тех пор, пока головка нажата (аналогично кнопке электрического звонка). Устройство и действие кнопочного переключателя легко уяснить из рис. 87.

Кроме вышеуказанных типов переключателей, широкое применение в специальной аппаратуре имеют также так

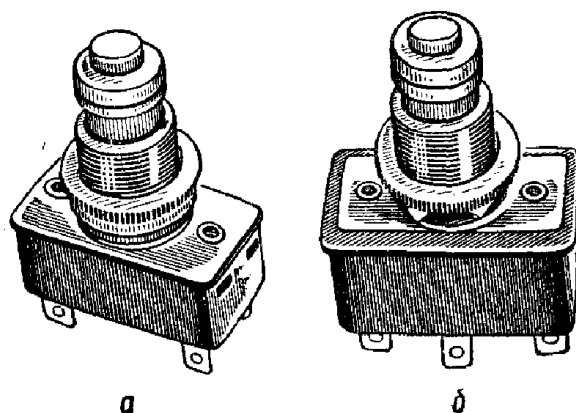


Рис. 85. Кнопочные переключатели:
а — типа К-3; б — типа К-4.

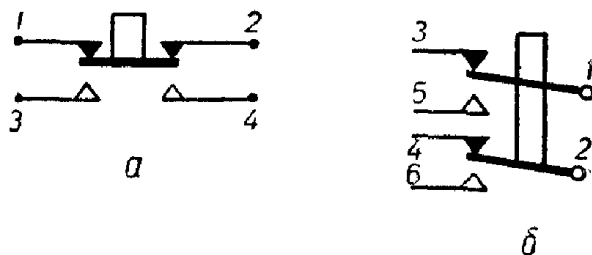


Рис. 86. Схемы коммутации кнопок:
а — типа К-3; б — типа К-4.

называемые микропереключатели или, как их часто называют, «Микрики». Основной особенностью микропереключателей является мгновенное (в доли секунды) переключение цепей при нажатии на головку. При снятии давления с головки контакты силой находящейся внутри переключателя пружины также мгновенно возвращаются в исходное положение.

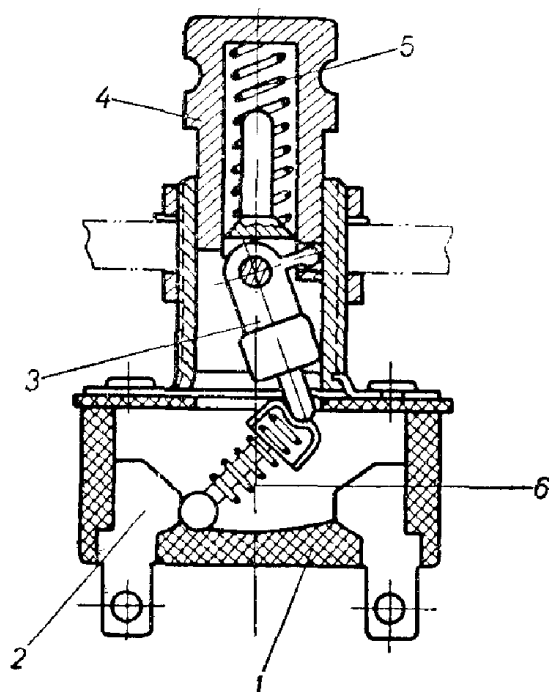


Рис. 87. Разрез кнопки типа К-3:
1 — пластмассовый корпус; 2 — неподвижный контакт; 3 — ломающийся рычаг; 4 — головка кнопки; 5 — возвратная пружина; 6 — контактная пружина.

Микропереключатели нашли широкое применение в специальной аппаратуре в качестве конечных выключателей, ограничивающих ход каких-либо движущихся элементов и выключающих электродвигатели, когда редуктор или какой-либо движущийся узел доходит до упора.

Микровыключатели применяются также в качестве блокировок, снимающих высокое напряжение в блоках. При снятии крышки или кожуха с блока микровыключатель срабатывает, разрывает цепи питания высоковольтных выпрямителей и предохраняет тем самым обслуживающий персонал от возможности поражения током высокого напряжения.

- 55. Реле. Для дистанционного включения и переключения цепей применяются так называемые реле.

Принцип работы реле объясняет рис. 88. На ярме 1 закреплен сердечник 3 с катушкой 2. С другой стороны ярма расположен подвижной Г-образный якорь 4.

При подаче напряжения на обмотку катушки 2 сердечник намагничивается и якорь 4 притягивается к сердечнику; при этом его противоположное плечо отходит и нажимает на пружинящий контакт 5, который прижимается к контакту 6, и цепь включается.

Если при своем движении якорь будет нажимать на контакт 6, который в обесточенном состоянии катушки будет прижат к контакту 5, то такое реле будет работать на размыкание. Если на реле установить 3 контакта (рис. 88, б), то при срабатывании реле контакты между пластинами 5 и 6 будут размыкаться, а между 6 и 7 — замыкаться, то есть реле будет работать «на перекидку».

На одном реле может быть установлено несколько групп контактов.

Преимуществом реле является возможность малыми токами и напряжениями включать большие токи и напряжения (до 500 в), а также путем замыкания одной цепи (цепи обмотки реле) включать или переключать несколько различных цепей.

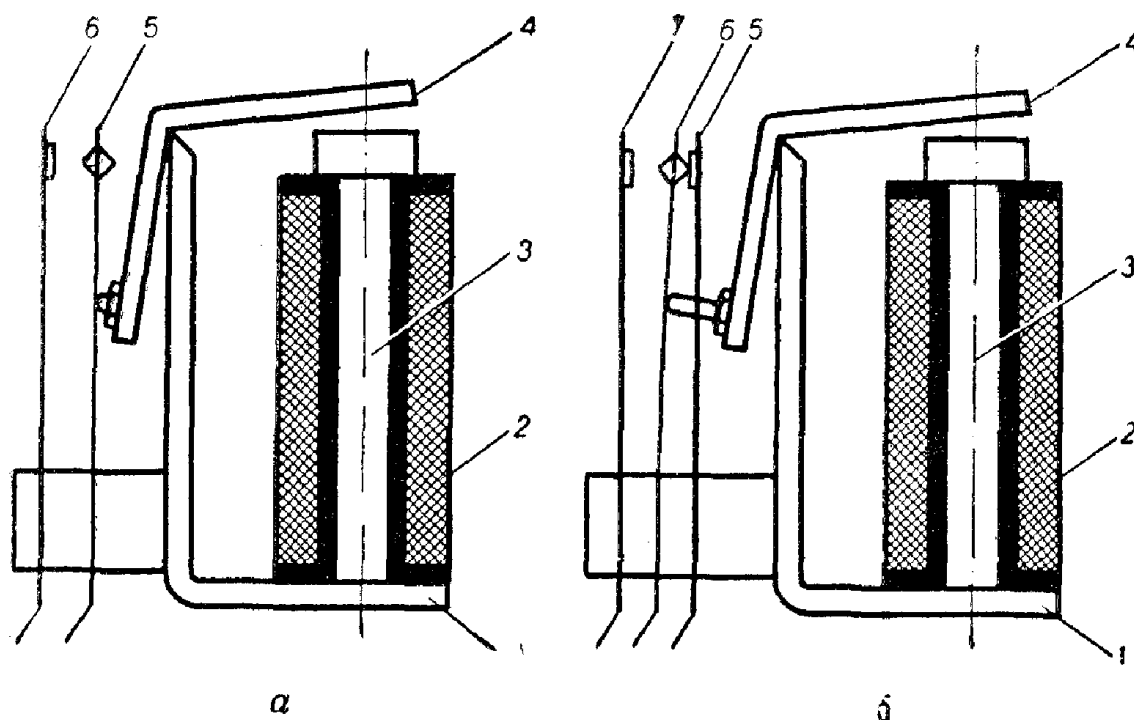


Рис. 88. Реле.

К недостаткам реле относится большая емкость между контактными парами, что исключает их применение в цепях токов высокой частоты.

Конструкции и внешнее оформление выпускаемых промышленностью реле весьма разнообразно, однако принцип их работы одинаков и мало чем отличается от описанного.

Во избежание механических повреждений и нарушения регулировки контактных групп большинство реле выпускаются закрытого типа, то есть с закрытым кожухом механизмом реле и контактными группами. Лепестки всех контактов для подпайки проводов внешних цепей выводятся через донышко реле, изготовленного из изоляционного материала.

- **56. Верньерные устройства.** Для точной и плавной настройки контуров на заданную частоту с помощью конденсаторов переменной емкости применяются так называемые верньеры, замедляющие движение ротора конденсатора. Простейшей конструкцией верньера является верньерская передача с помощью

соединенных тросиком шкивов разного диаметра (рис. 89). Такой верньер получил широкое распространение в большинстве радиовещательных приемников благодаря простоте своей конструкции, большой редукции и плавности хода.

Для повышения плавности хода на ось ручки закрепляется маховик, который скрадывает все неоднородности усилий трения (заедания) в подшипниках конденсаторов и ручке управления.

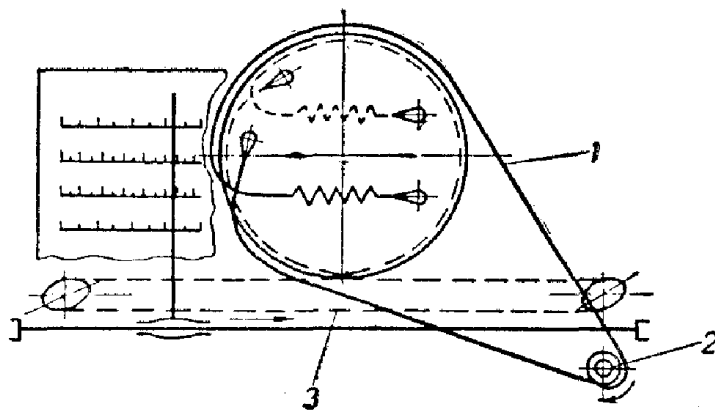


Рис. 89. Схема механизма настройки и отсчета с гибкой нитью (верньерное устройство):

1 — нить механизма настройки; 2 — ось ручки настройки; 3 — нить для перемещения стрелки шкалы.

Применяются также верньеры с зубчатой передачей. На ручку настройки насаживается маленькая шестеренка, а на оси конденсатора укрепляется сектор с зубьями того же модуля.

Замедление движения определяется соотношением чисел зубьев этих шестерен. Для обеспечения безлюфтовой передачи на ось конденсатора одевается также второй подвижный сектор с зубьями, который распорной пружиной поворачивается на некоторый угол относительно основного сектора.

При сборке подвижной сектор «взводится», то есть на 2—3 зуба поворачивается в сторону против усилия пружины; зубья больших шестерен (секторов) все время прижимаются к малой шестерне, насаженной на ось ручки, выбирая люфт между ними.

Зубчатые верньеры передачи имеют меньшую редукцию, но более надежны в эксплуатации, в особенности в условиях вибрации.

Кроме описанных верньеров, применяются верньеры фрикционные. Фрикционный верньер представляет собой диск или сектор толщиной от 0,5 до 1 мм, укрепленный на оси переменного конденсатора. Край сектора охватывается двумя маленькими пружинящими дисками, плотно сжимающими край сектора.

Маленькие диски укреплены на оси ручки настройки. Вращая ручку настройки, мы вращаем и маленькие пружинящие диски, которые за счет усилий трения прокатывают между собой край сектора, укрепленного на оси конденсатора.

Таким образом, сектор вращается и вращает ось конденсатора. Замедление фрикционного верньера равно соотношению радиусов большого сектора и маленьких дисков.

- **57. Ручки управления и их крепление.** При сборке радиоаппаратуры, установке переменных сопротивлений и осей для ручек управления необходимо следить за тем, чтобы оси свободно, без затирания, входили в соответствующие отверстия на лицевых панелях или ящиках радиоаппаратов.

На оси органов управления (переключатели, регуляторы усиления и тона, настройки и т. д.) одеваются ручки. Конфигурация, внешний вид и метод крепления ручек очень разнообразны и зависят от назначения и месторасположения органа управления. Однако, несмотря на многообразие, существует два основных вида крепления ручек: винтовое и пружинное.

Винтовое крепление ручек осуществляется с помощью винта, ввинчиваемого в торец оси (рис. 90) или в боковую ее сторону (рис. 91, а).

Креплением в торец обычно крепятся так называемые клювики — несимметричные ручки с указателем, устанавливаемые на переключателях.

Для того чтобы ручка не поворачивалась, на оси переключателя фрезеруется или спиливается конусная лыска, а в теле ручки или в запрессованной втулке делается обратная ответная лыска, которая однозначно фиксирует положение ручки-клювика относительно оси переключателя.

Винтовое крепление в боковую сторону оси является наиболее массовым видом крепления. Резьба под винт крепления, который в данном случае не имеет головки, нарезается в металлической втулке, запрессованной в пластмассовое тело ручки. На оси органа управления делается ровная лыска по хорде сечения оси. Винт своим концом упирается в эту лыску и однозначно фиксирует положение ручки.

В широкоэмитательных приемниках и телевизорах широкое распространение получило более дешевое **п р у ж и н н о е** кре-

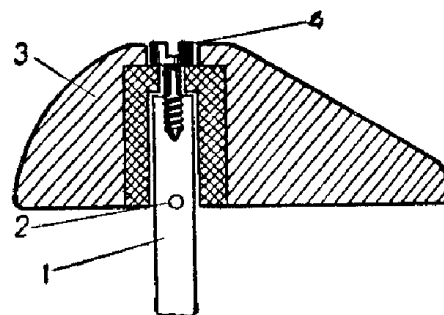


Рис. 90. Крепление ручки в торец:

1 — валик с лыской; 2 — штифт;
3 — ручка; 4 — натяжной винт.

пление ручек (рис. 91, б). Это крепление позволяет быстро снять и одеть ручку, однако оно менее надежно, чем винтовое, так как не исключена возможность спадания ручки с оси в условиях вибрации.

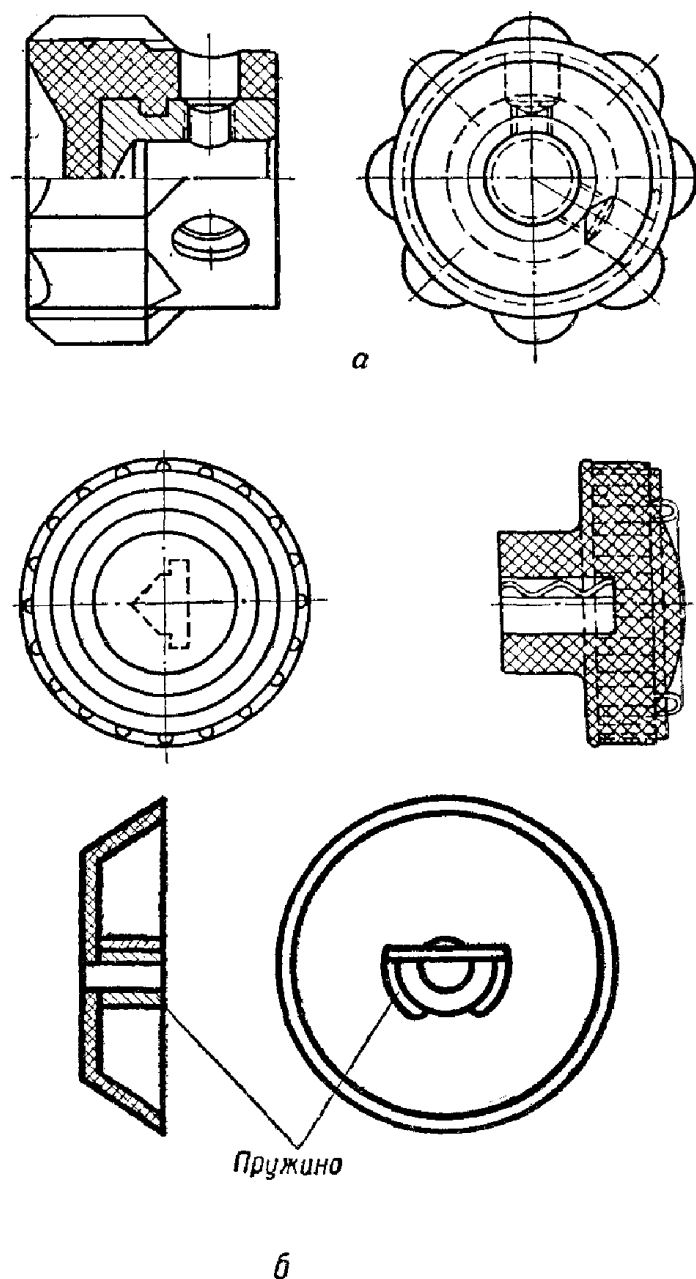


Рис. 91. Ручки управления:

а — с креплением стопорными винтами; б — с креплением фигурной пружиной и с креплением плоской изогнутой пружиной.

На оси делается лыска на величину $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ диаметра оси. Внутри ручки имеется выступающий, охватывающий ручку, цилиндр, который срезан по хорде таким образом, чтобы лыска оси на 0,1—0,2 мм выступала за пределы кромок среза. На срезанный цилиндр в центральной части ручки одета фигурная пружина (рис. 91, б), охватывающая срезанный цилиндр.

При одевании на ось ручка поверхностью лыски отводит пружину, которая своим усилием прижимает и фиксирует ручку на оси.

Второй вид пружинного крепления изображен на рис. 91, б. В этой ручке вместо охватывающей пружины применена плоская и несколько выгнутая пружина, однако принцип крепления за счет натяжения пружины такой же.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные установочные детали и расскажите об их применении.
2. Расскажите о ламповых панелях, их применении, конструкции и применяемых для их изготовления материалах.
3. Когда и для чего применяются расшивочные панели? Расскажите об их конструкциях.
4. Расскажите о применении, типах и конструкциях штепсельных разъемов.
5. Для чего применяются переключатели? Назовите основные типы переключателей.
6. Расскажите о конструкции и применении галетных переключателей.
7. Расскажите о конструкции и применении клавишных переключателей.
8. Перечислите основные требования, предъявляемые к переключателям.
9. Когда и где применяются переключатели мгновенного действия? Основные типы и конструкции.
10. Расскажите о применении, устройстве и принципе работы реле.
11. Расскажите о применении и устройстве верньерных устройств.
12. Расскажите о ручках управления и методах их крепления.

ЭЛЕМЕНТЫ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ЧЕРЧЕНИЯ

- 58. **Условные обозначения на радиотехнических схемах.** В радиотехнике для изображения конструкции различной радиотехнической аппаратуры пользуются схемами, на которых условно изображаются связи отдельных элементов электрической цепи.

Чтобы разобраться в схеме и правильно произвести монтаж, необходимо научиться «читать» эту схему и понимать условные обозначения, которыми на схеме изображаются те или иные радиодетали. Для облегчения запоминания условных обозначений отдельных элементов радиотехнической аппаратуры обозначения содержат наиболее характерные их особенности. Наиболее употребительные условные обозначения в радиосхемах приведены на рис. 92—98.

На радиосхемах всем условно обозначенным деталям присваиваются порядковые номера. Рядом с изображенными сопротивлениями и конденсаторами проставляются их номиналы. Когда схема «густая», то есть детали на схеме расположены близко друг к другу и их количество велико, то номиналы на схеме не пишутся, а к схеме прикладывается специальная таблица — спецификация, в которой и приводятся все необходимые данные.

На принципиальной схеме возле каждого условно обозначенного сопротивления ставится латинская буква R с порядковым номером (например, R_1 , R_2 и т. д.), а также указывают величину номинала сопротивления.

Согласно ГОСТу 7624-62 после числовой величины номинала следует указать сокращенное обозначение единицы измерения (рис. 99).

Для величин сопротивлений до 1000 *ом* к цифре добавляют слово «ом», например: R_5 400 *ом*.

При величине сопротивлений, равной тысячам, десяткам и сотням тысяч *ом*, к цифре добавляется индекс k или *ком*. Например, сопротивление R_{18} равно 330 000 *ом*, обозначают R_{18} 330 k или R_{18} 330 *ком*. К сопротивлениям, равным мегамом,

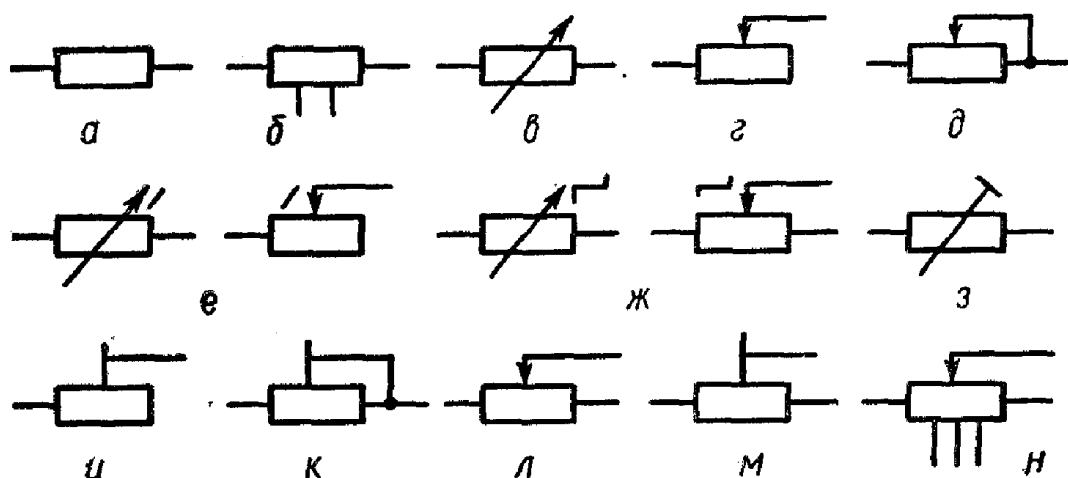


Рис. 92. Обозначение сопротивлений:

а — сопротивление нерегулируемое; *б* — сопротивление нерегулируемое с отводами; *в* — сопротивление регулируемое (реостат) общее обозначение; *г* — с разрывом цепи; *д* — без разрыва цепи; *е* — сопротивление регулируемое (реостат) с плавным регулированием; *ж* — сопротивление регулируемое (реостат) со ступенчатым регулированием; *з* — сопротивление подстроечное (реостат с подстроечным регулированием), общее обозначение; *и* — с разрывом цепи; *к* — без разрыва цепи; *л* — сопротивление регулируемое (потенциометр), общее обозначение; *м* — сопротивление подстроечное (потенциометр с подстроечным регулированием); *н* — сопротивление регулируемое с отводами (потенциометр с отводами).

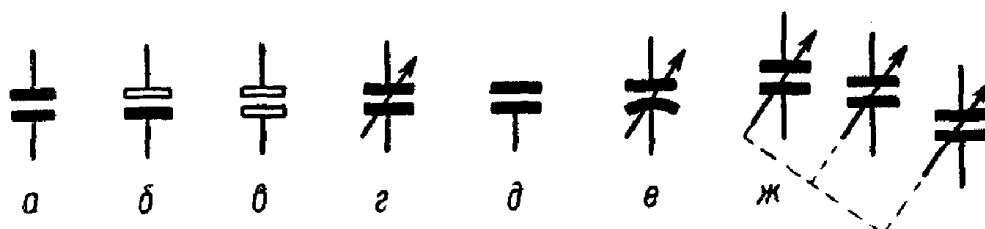


Рис. 93. Обозначение конденсаторов:

а — постоянной емкости; *б* — электролитический полярный; *в* — электролитический неполярный; *г* — конденсатор регулируемый; *д* — проходной; *е* — подстроечный; *ж* — блок конденсаторов переменной емкости (трехсекционный).

добавляют заглавную букву *М* или обозначают целым и дробным числом с запятой, например: сопротивление R_{11} в 2 мегома — $R_{11} — 2,0 \text{ Мом}$, сопротивление R_{14} в 1,2 мегома — $R_{14} — 1,2 \text{ Мом}$.

Примечание. В популярной и радиолюбительской аппаратуре в отступление от ГОСТа ранее было принято обозначать сопротивления величиной от 1 до 999 ом целым числом без слова «ом», а для более высоких сопротивлений — указывать сопротивление *ком* или *Мом*.

Номинальная мощность постоянных сопротивлений обозначается черточками на прямоугольнике — условном обозначении сопротивления.

Возле каждого условно обозначенного конденсатора ставится латинская буква *C* с соответствующим номером.

Емкости конденсаторов, лежащие в пределах от 1 до 9999 пикофард, обозначаются целым числом, выражающим емкость в пикофарадах, например: C_1 200 пф, C_3 4700 пф и т. д.

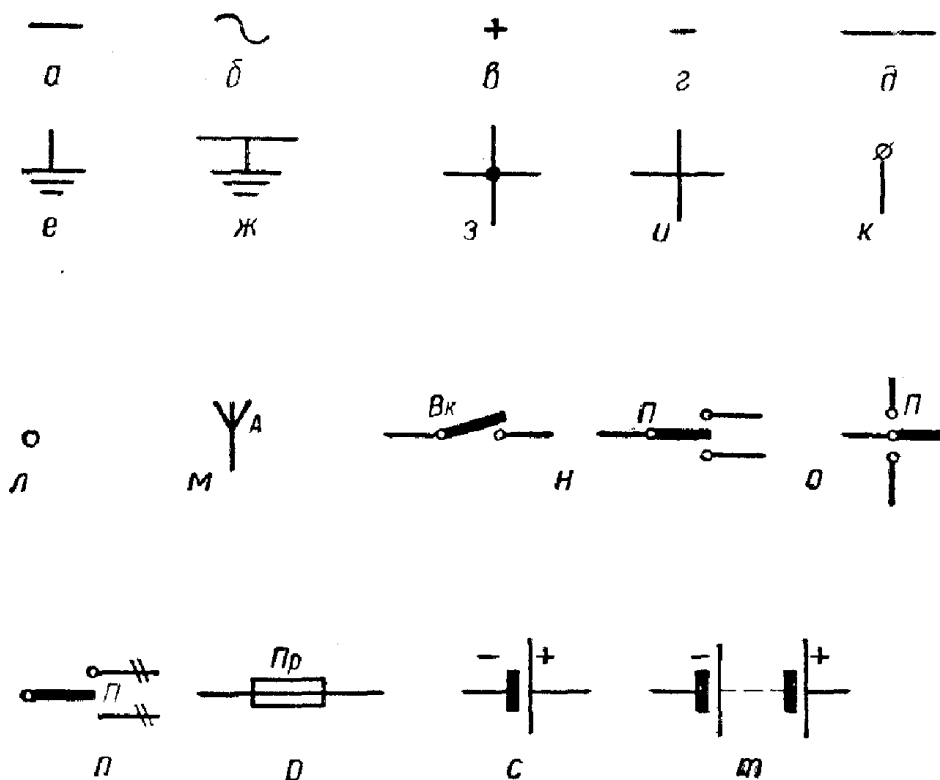


Рис. 94. Обозначения на схемах:

a — постоянного тока; *б* — переменного тока; *в* — положительной полярности; *г* — отрицательной полярности; *д* — провода электрической цепи; *е* — заземления; *ж* — экранированного провода (экран заземлен); *з* — соединения (четырёх проводов); *и* — пересекающихся несоединенных проводов; *к* — зажима; *л* — штепсельного гнезда; *м* — антенны; *н* — выключателя; *о* — переключателей на три положения; *п* — двухполюсных переключателей на три положения; *р* — предохранителя; *с* — гальванического или аккумуляторного элемента; *т* — гальванической или аккумуляторной батареи.

Конденсаторы емкостью свыше 10 000 пикофард (0,01 микрофарады) обозначаются в целых микрофарадах или их долях. Например, конденсатор C_8 емкостью в 20 000 пикофард, то есть 0,02 микрофарады, обозначается C_8 0,02 мкф, а конденсатор C_3 в 0,1 микрофарады — C_3 0,1 мкф. Если емкость конденсатора равна целому числу микрофарад, то в отличие от обозначения емкости в пикофарадах за цифрой ставятся запятая и нуль. Например, конденсатор C_{19} емкостью в 20 микрофарад обозначают C_{19} 20,0 мкф.

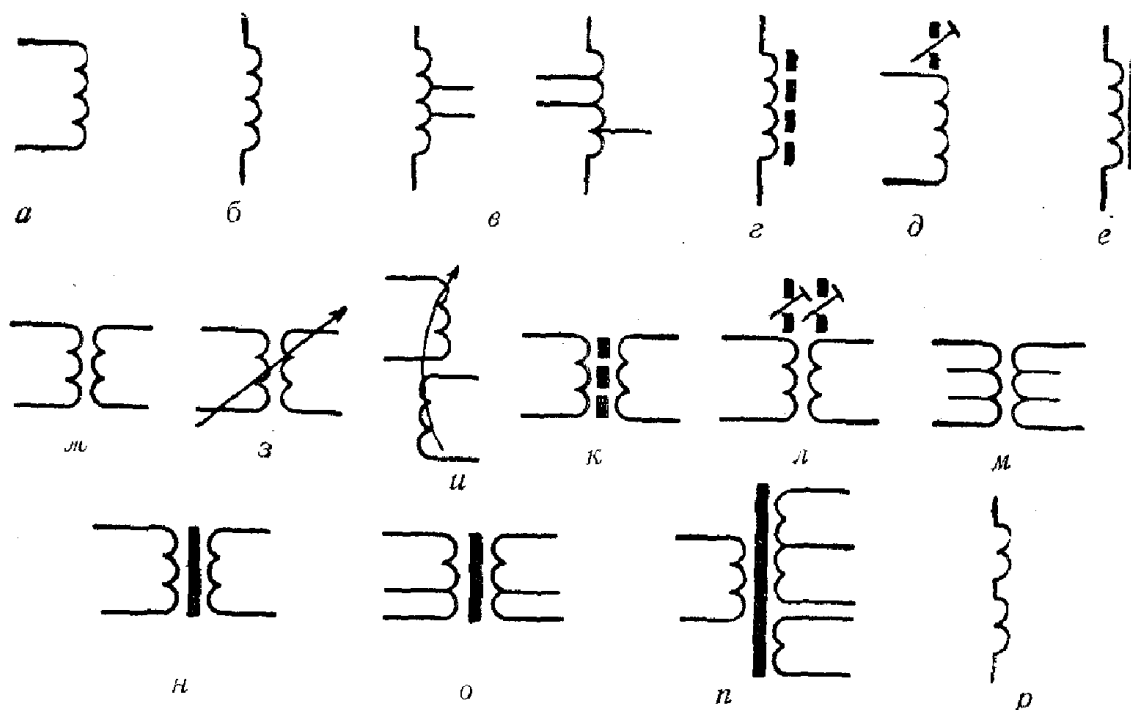


Рис. 95. Обозначения катушек индуктивности, дросселей и трансформаторов:

а, б — катушки без сердечников; в — то же, с отводом; г — катушка индуктивности с магнитным сердечником из феррита, альсифера или карбонильного железа, магнитная антенна; д — то же, но сердечник подвижной; е — катушка индуктивности с сердечником из пластин электротехнической стали. ж — две индуктивно связанные катушки без сердечников; з, и — то же, но с переменной связью между ними; к — трансформатор высокой частоты с сердечником из феррита, альсифера или карбонильного железа; л — то же, но каждая катушка имеет отдельный подвижной сердечник; м — катушки индуктивности с отводами; н — трансформатор с сердечником из пластин электротехнической стали, трансформатор низкой частоты, силовой трансформатор; о — то же, с отводами в каждой обмотке; п — трансформатор с сердечником из пластин электротехнической стали с тремя обмотками; р — секционированная катушка индуктивности

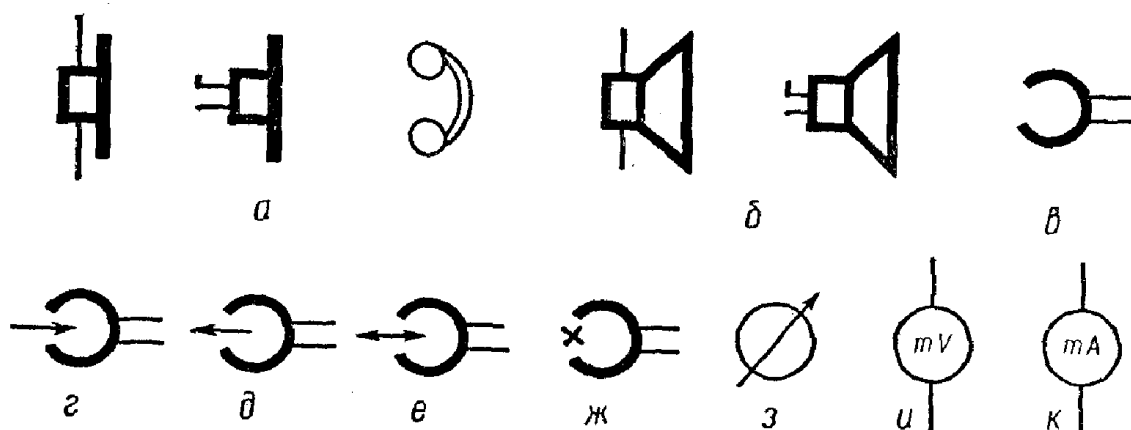


Рис. 96. Обозначение на схемах:

а — телефон, общее обозначение и головных телефонов (наушников); б — громкоговорителя; в — магнитной головки магнитофона, общее обозначение; г — то же, воспроизводящая; д — то же, записывающая; е — то же, универсальная; ж — то же, стирающая; з — стрелочного электроизмерительного прибора; и — милливольтметра; к — миллиамперметра.

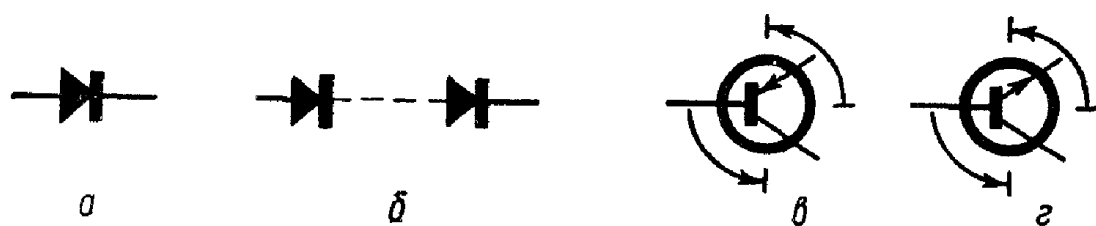


Рис. 97. Обозначение полупроводниковых приборов:

a — диод; *б* — селеновый или купроксный столб; *в* — транзистор типа *p-n-p*; *г* — транзистор типа *n-p-n*.

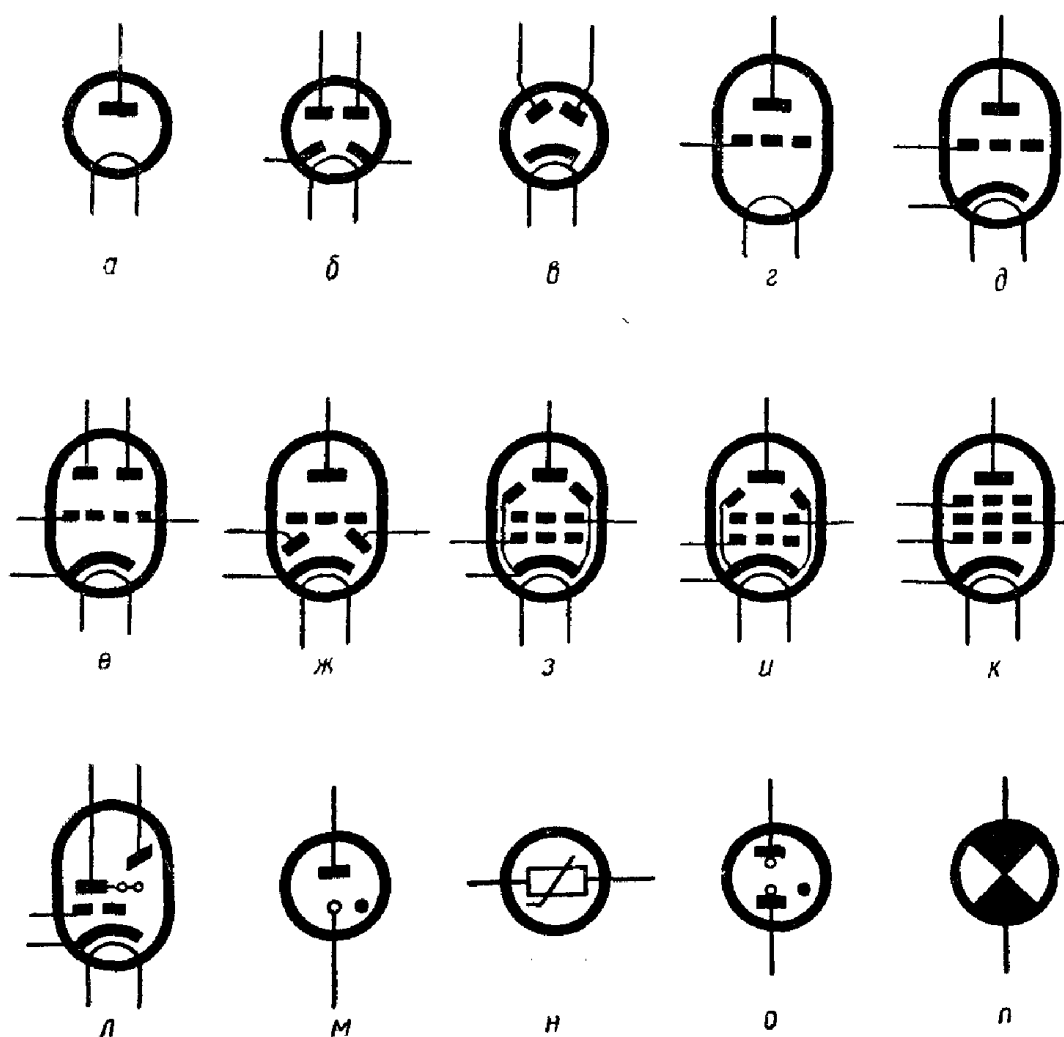


Рис. 98. Обозначение электровакуумных приборов:

a — диод, одноанодный кенотрон прямого накала; *б* — двойной диод подогревный; *в* — двуханодный кенотрон подогревный; *г* — триод прямого накала; *д* — триод подогревный; *ж* — двойной диод-триод подогревный; *з* — лучевой тетрод; *и* — лучевой тетрод подогревный; *к* — пентод прямого накала; *л* — электронно-оптический индикатор настройки; *м* — стабилизатор; *н* — бареттер; *о* — неоновая лампочка; *п* — лампа накаливания сигнальная.

Для электролитических конденсаторов часто рядом с номиналом через знак $\times$ проставляют и рабочее напряжение, например $C_{19} 20,2 \times 300$ в обозначает, что конденсатор фильтра

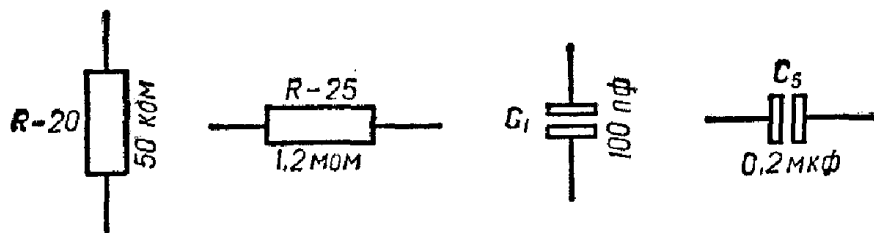


Рис. 99. Расположение надписей на схемах.

C_{19} емкостью в 20 микрофард может работать в цепи с напряжением до 300 в.

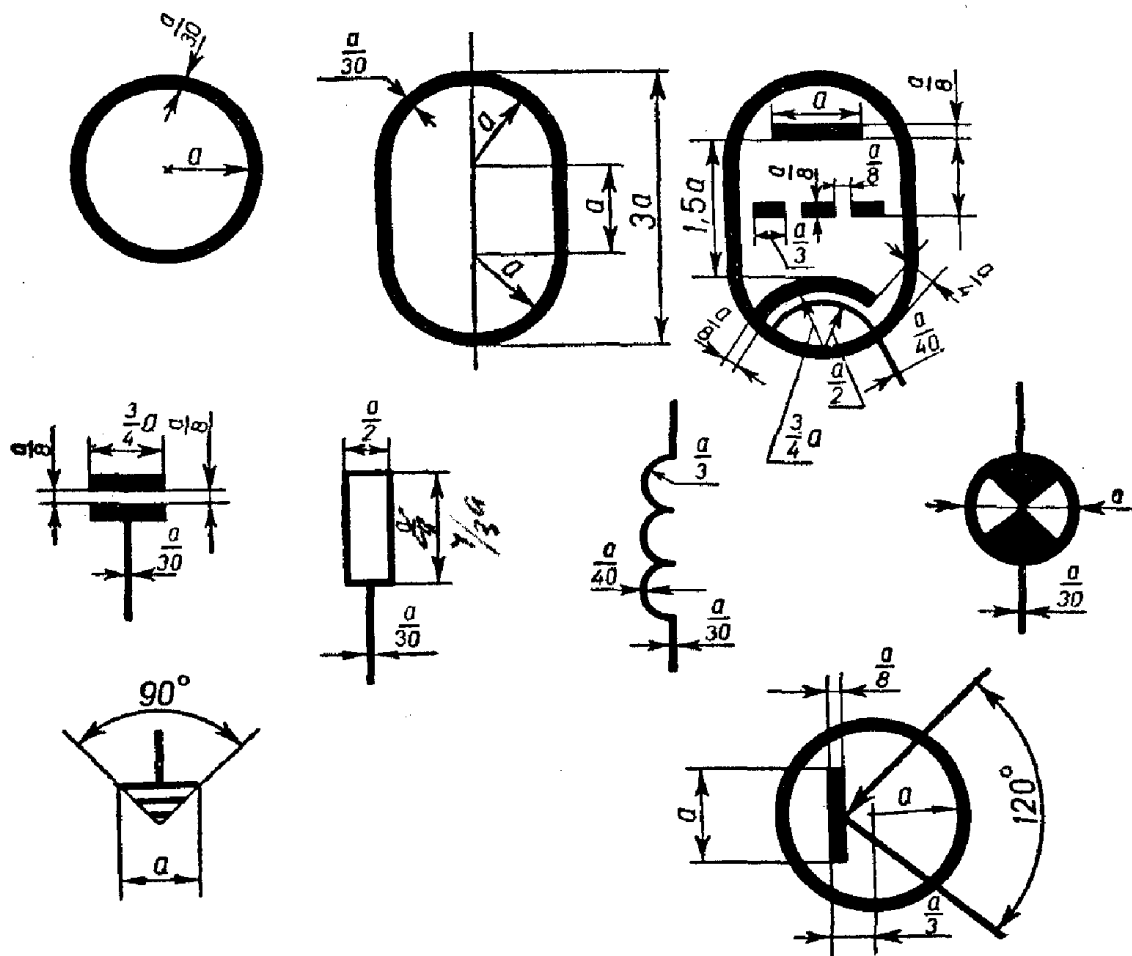


Рис. 100. Относительные размеры элементов, изображаемых на радиосхемах.

Возле условного обозначения катушек самоиндукции — контуров — ставится латинская буква L , возле дросселей — $Др$, возле трансформаторов — $Тр$, возле переключателей и выключателей — $П$, рядом с предохранителем — $Пр$.

Транзисторы (полупроводниковые триоды) обозначаются буквой *T* с порядковым индексом (*T*₃), а полупроводниковые диоды — буквой *D* с порядковым индексом (например *D*₄). Рядом с буквенным обозначением полупроводникового прибора записывается и его марка.

У каждого условного обозначения лампы, трансформатора или другой детали на принципиальной схеме показано столько выводов, сколько их имеется в действительности. Все выводы соединены друг с другом линиями, места соединения проводов отмечаются точкой, а перекрещивание проводов (отсутствие соединений) — простым перекрещиванием без точки. Во избежание ошибок, могущих возникнуть при нечетком изображении пересекающихся и соединяющихся проводов, запрещается чертить соединения больше трех проводов в одной точке (рис. 94, фиг. «З» и «И»).

Соединение с шасси обозначается тем же символом, что и заземление.

При вычерчивании принципиальных радиосхем все элементы ее следует выполнять пропорционально размерам радиуса баллона лампы или транзистора, как показано на рис. 100. Например, если размер радиуса баллона лампы (или транзистора) выбран равным *a*, то сопротивления следует чертить длиной $\frac{4}{3}a$ и шириной $\frac{a}{2}$. На принципиальных схемах радиус баллона лампы принимают равным 7 мм.

- **59. Понятие о блок-схеме, принципиальной и монтажной схеме.** Электрическая схема каждого прибора состоит из отдельных частей, выполняющих отдельные функции. Например, схема супергетеродинного приемника (рис. 101, б) состоит из входного устройства (приемные контура с переключателем диапазона), усилителя смесителя и гетеродина, усилителя промежуточной частоты (УПЧ), детектора, усилителя низкой частоты (УНЧ) с громкоговорителем и блока питания — выпрямителя, который питает все лампы или полупроводниковые триоды этого приемника.

Схемы, изображенные на рис. 101, показывают только функциональные связи и назначения отдельных частей приемника и носят название блок-схемы, или функциональной схемы.

Блок-схема не раскрывает ни деталей аппарата, ни количества диапазонов, ни количества и типа ламп или полупроводников, ни схемы, по которой собраны те или иные ее «квадратики».

Схема, на которой подробно изображены все электрические элементы аппарата или блока и их соединения между собой, носит название принципиальной, или электрической, схемы.

Принципиальная схема приемника, блок-схема, которую мы рассматривали, изображена на рис. 102.

Рассматривая эту схему, мы видим, что приемник имеет три диапазона, что в качестве смесителя и гетеродина используется комбинированная лампа 6И1П, что усилитель промежуточной частоты собран на пентодной части второй лампы 6И1П, а детектор — на полупроводниковом диоде ДГЦ-4, уси-

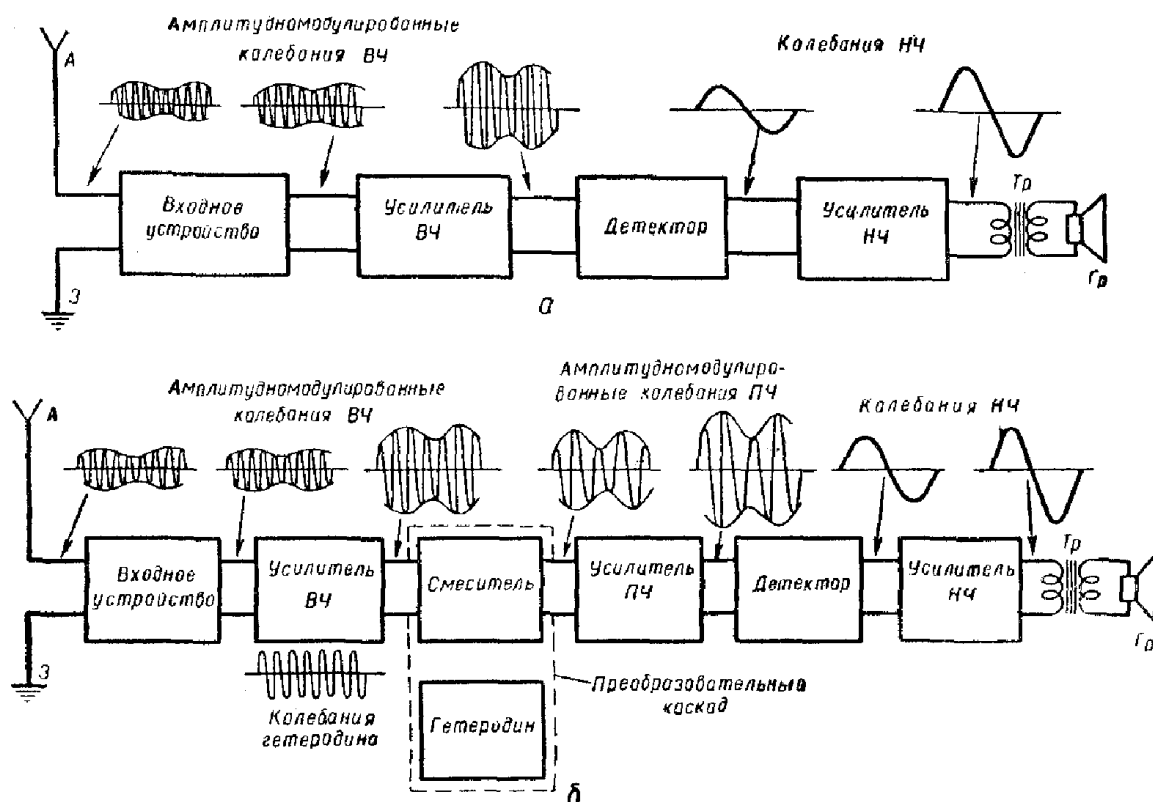


Рис. 101. Блок-схема приемника прямого усиления (а) и супергетеродинного приемника (б).

литель высокой частоты — на двух лампах (триодная часть лампы 6И1П и лампа 6П14П) и что выпрямитель собран на полупроводниковых диодах.

На принципиальной схеме условными обозначениями изображены все детали аппарата и показаны все соединения между ними. По принципиальной схеме можно производить монтаж аппарата.

К принципиальной схеме прилагаются так называемые спецификации, в которых указываются данные входящих в схему радиодеталей: наименование, чертежный номер или обозначения узла, тип сопротивления и конденсатора, его номинал 1 ОСТ или ТУ, по которым выпускается данная радиодеталь.

В популярной радиолитературе в спецификации часто указываются данные основных радиодеталей. В качестве образца ниже приводится такая спецификация к принципиальной схеме, изображенной на рис. 102.

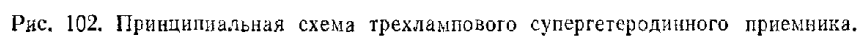


Рис. 102. Принципиальная схема трехлампового супергетеродинного приемника.

Силовой трансформатор: сердечник Ш 19 × 18; обмотка I — 800 витков ПЭЛ 0,2; обмотка II — 920 витков ПЭЛ 0,25; обмотка III — 900 витков ПЭЛ 0,16; обмотка IV — 59 витков ПЭЛ 0,91.

Выходной трансформатор: сердечник Ш 12 × 18, зазор 0,1 мм; обмотка I — 2000 витков ПЭЛ 0,1; обмотка II — 84 витка ПЭЛ 0,51 (для громкоговорителя 1ГД9). Моточные данные катушек приведены в табл. 9. Конструкция контурных катушек показана на рис. 103.

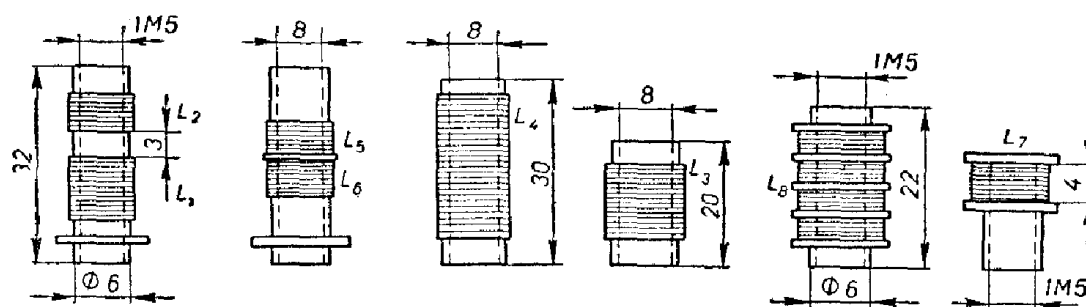


Рис. 103. Конструкция контурных катушек трехлампового супергетеродина.

Таблица 9

Данные катушек

Катушка	Диапазон волн	Число витков	Марка провода	Тип намотки
1	КВ	32	ПЭЛШО 0,12	Однослойная с шагом 0,5 мм
2	»	14	»	»
3	СВ	65	ПЭВ 0,12	Однослойная рядовая
4	ДВ	205	ПЭВ 0,12	»
5	КВ	13	ПЭЛШО 0,25	Однослойная с шагом 0,5 мм
6	»	12	ПЭЛШО 0,12	Однослойная
7	СВ	4 × 28	ПЭВ 0,1	Внавал
8	ДВ	4 × 55	»	»

Однако принципиальная схема не дает представления ни о внешнем виде, ни о расположении деталей на шасси, ни о том, как прокладываются соединительные провода. Ответ на эти вопросы дает монтажная схема. На монтажной схеме (рис. 104) видно расположение всех деталей и направление проводов.

В отличие от принципиальной схемы, на которой детали изображаются условными обозначениями, на монтажной схеме детали изображаются так, чтобы своей формой они напоминали их реальные очертания (рис. 104).

При массовом производстве, когда монтаж разбит на операции и производится на потоке или конвейере несколькими рабочими, на каждую операцию разрабатывается своя операционная монтажная схема. На этой операционной схеме бледным рисунком нанесены все ранее произведенные соединения и жирным — монтажные соединения, производимые на данной операции. На рис. 105 и 106 приведены 2 операции монтажной схемы, изображенной на рис. 104.

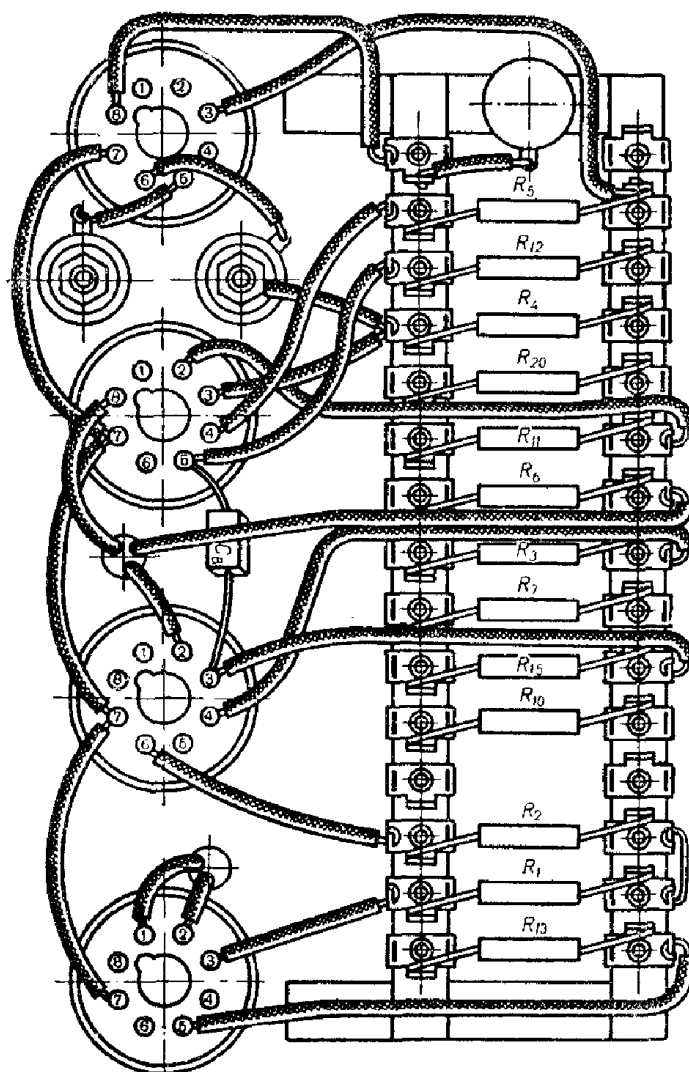


Рис. 104. Монтажная схема.

Для удобства монтажа детали, устанавливаемые на данной операции, обведены синим цветом, а места паяк отмечены красным цветом.

Для проверки режимов работы радиоаппаратуры пользуются специальными картами напряжений (рис. 107). Кроме того, радиотехническую аппаратуру легко проверять по картам сопротивлений (рис. 108). В этих картах величины напряжений и сопротивлений указываются относительно шасси.

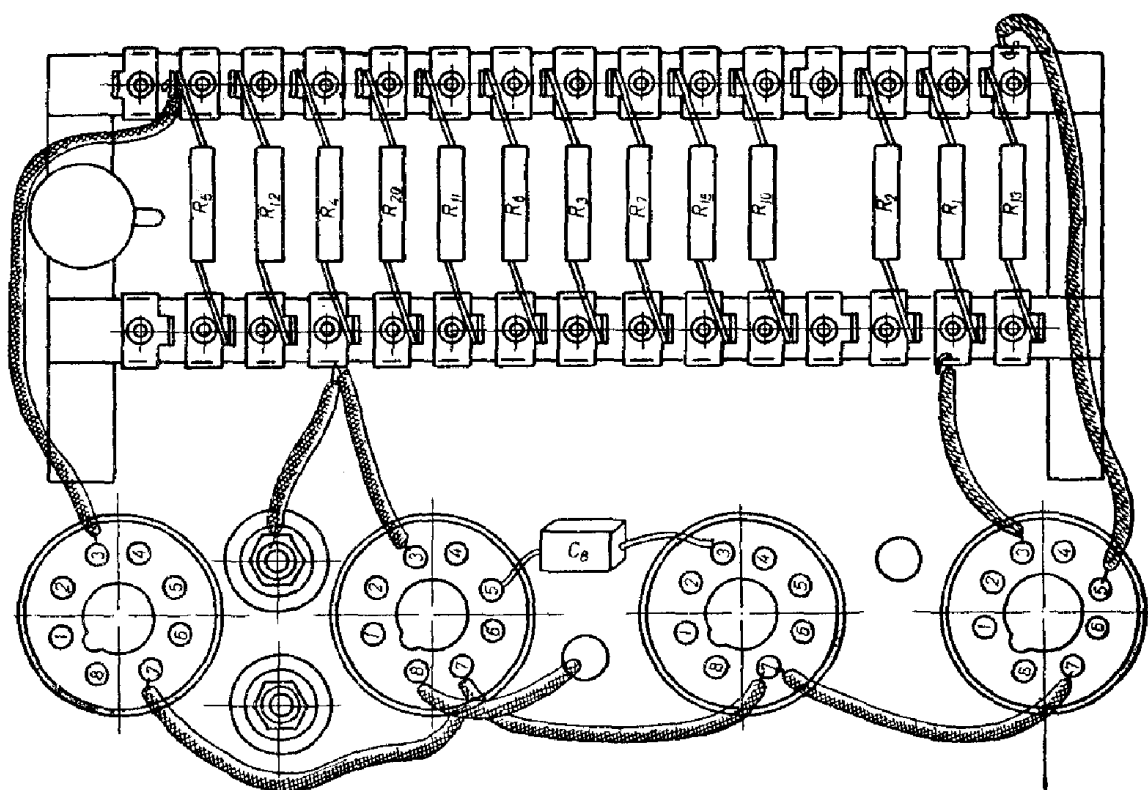


Рис. 105. Монтажная схема для первой операции.

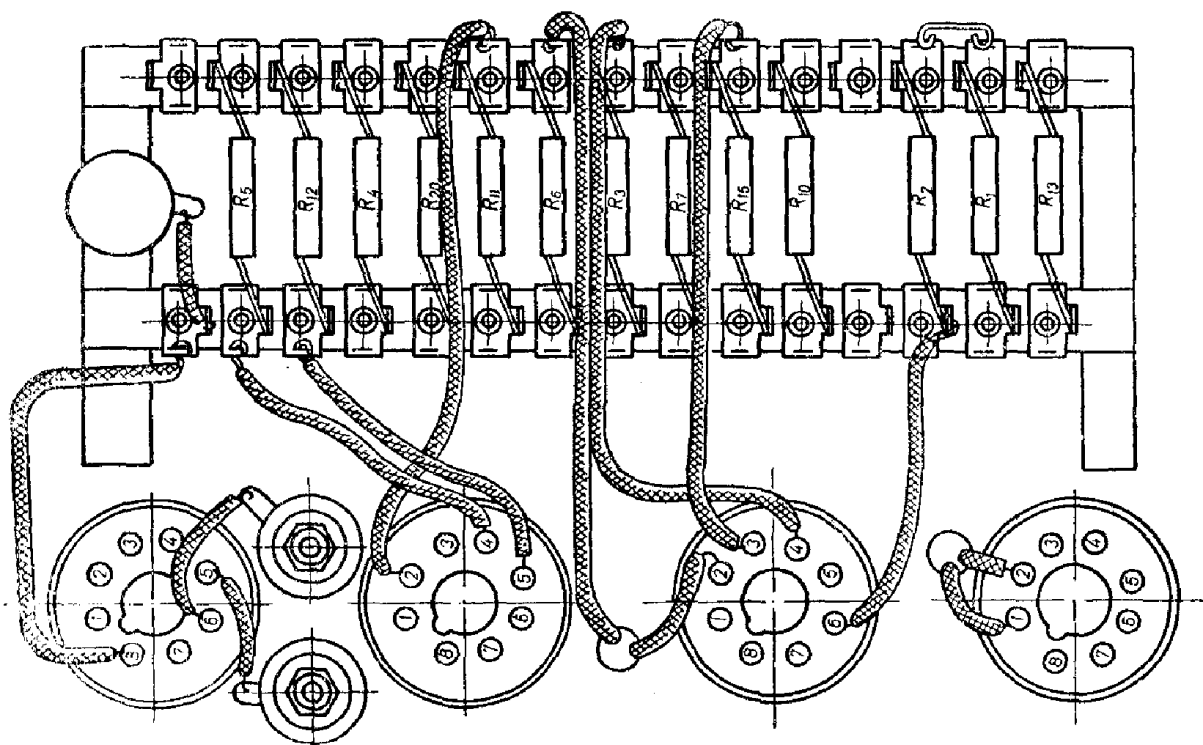
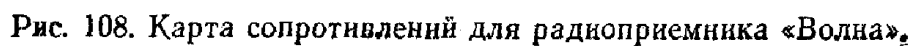
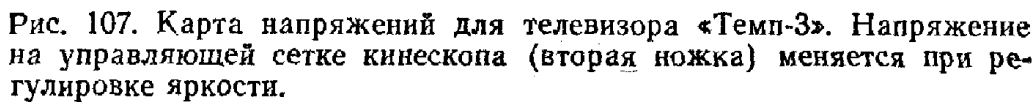


Рис. 106. Монтажная схема для второй операции.



- **60. Типы чертежей. Внесение изменений в чертежи. Правила хранения и учета чертежей.** Радиотехническую аппаратуру, как и ее составные элементы (детали, узлы и блоки), на предприятиях изготавливают по чертежам.

В зависимости от способа исполнения все чертежи подразделяются на эскизы, оригиналы, подлинники, дубликаты и копии.

Эскизы — чертежи, выполненные в большинстве случаев на бумаге без чертежных принадлежностей, без точного соблюдения масштаба и предназначены для разового использования как при проектировании, так и в производстве.

Оригиналы — чертежи, выполненные на бумаге и служащие для изготовления по ним подлинников.

Подлинники — чертежи, выполненные на таком материале (например, кальке или фотокальке и т. п.), с которого потом снимаются копии (светокопии, фотокопии и т. п.). Подлинники подписываются работниками предприятий, которым на это дано право.

Дубликаты — копии подлинников, выполненные на кальке, диазоскальке или фотопленке.

Копии (светокопии) — чертежи, отпечатанные с калек на светочувствительной бумаге (синьке) и предназначенные для непосредственного использования в производстве на рабочих местах при изготовлении изделий.

В зависимости от содержания чертежи подразделяются на: чертежи деталей, сборочные, общего вида (габаритные), монтажные.

Чертежи деталей разрабатываются на деталь и имеют все необходимые данные для ее изготовления. Сборочные чертежи разрабатываются на сборки, узлы. В сборочные чертежи вносятся все необходимые указания по сборке, а часто и технические требования, предъявляемые к собираемому узлу.

Чертежи общих видов (габаритные чертежи), как правило, являются изображением внешнего вида. На них наносятся все основные габаритные и установочные размеры.

На монтажных чертежах изображаются в упрощенном виде изделия или его составные элементы с указанием необходимых данных для правильной их установки.

На каждом чертеже должен быть угловой штамп соответствующей формы, а на сборочных чертежах и спецификация.

К чертежной документации относятся также принципиальные и монтажные схемы.

В процессе выпуска изделий и их элементов техническими службами завода и новаторами производства проводится отработка изделий: улучшение их конструкции, технологичности деталей и узлов, направленная на уменьшение себестоимости и повышение качества изделий.

Все эти улучшения и изменения внедряются в производство только после проведения соответствующих изменений в чертежах и технологии, а все изменения в чертежах и технологии производятся по специальным «Извещениям на изменения», утверждаемым руководителями соответствующих технических служб предприятия.

Изменения прежде всего вносятся в чертежи-подлинники (кальки), а затем в дубликаты и копии. Если изменения невелики, как, например, изменение размера, слова, знака или надписи, то на подлиннике старые обозначения зачеркиваются тонкими линиями, а в непосредственной близости от них проставляются новые данные. Если вследствие изменения требуется изготовить новый подлинник, то его вычерчивают с учетом всех изменений и присваивают ему новый инвентарный номер, а в графе «взамен инв. №...» указывают старый.

Новый подлинник подписывают работники, ответственные за его выпуск. Внесение изменений в рабочие чертежи (копии) производится, как правило, заменой старых копий новыми, рассылаемыми по цехам и участкам на основании «Извещений об изменении».

Незначительные изменения могут вноситься в копии путем исправлений непосредственно после внесения их в подлинники.

Все имеющиеся на предприятиях чертежи (подлинники, дубликаты и копии) подлежат учету и хранению в технических архивах предприятия. Аннулированные чертежи хранятся отдельно от действующих.

Все чертежи, принятые на хранение в архив, обязательно регистрируются в инвентарной книге. Учет подлинников производится на специальных карточках учета для каждого чертежа отдельно. Каждый подлинник имеет инвентарный номер. Подлинники выдаются из архива для внесения изменений по распискам или абонементным карточкам только при предъявлении «Извещения на изменения».

Копии хранятся в рабочих архивах и регистрируются в учетных карточках. При выдаче копии в карточке записывают дату выдачи и фамилию работника, которому она выдана.

Копии чертежей обычно подшиваются в папке вместе с технологией.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими условными обозначениями изображаются на принципиальных электрических схемах сопротивления, конденсаторы, катушки индуктивности, лампы и т. п.?
2. Какие сокращенные надписи ставят возле условных обозначений сопротивлений, конденсаторов и др.?
3. Расскажите о блок-схемах, их изображении, назначении и о том, что они раскрывают.

4. Расскажите о принципиальных электрических схемах, их изображении, назначении, применении. О чем они говорят?
 5. Расскажите о монтажных схемах, их изображении, назначении и применении.
 6. Назовите основные типы чертежей и расскажите о их назначении и применении.
 7. Назовите основные чертежи, используемые для контроля и проверки радиоаппаратуры, и расскажите о методике пользования ими.
 8. Расскажите о хранении и учете чертежей на производстве.
-

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И МОНТАЖА РАДИОАППАРАТУРЫ

- 61. Виды соединений, применяемых при сборке радиоаппаратуры. Соединение отдельных деталей между собой в под сборки, сборки и узлы может производиться как разъемным, так и неразъемным способами.

Разъемный способ сборки обеспечивает возможность разборки узла без разрушения входящих в сборку деталей.

Неразъемный способ сборки связан с разрушением деталей или материалов при разборке узла.

Наиболее распространенным способом соединения элементов между собой является резьбовое соединение с помощью болтов, винтов, шпилек и гаек.

Б о л т — это цилиндрический стержень с утолщением в виде головки с одного конца и с винтовой нарезкой с другого конца. При болтовом соединении болт проходит сквозь отверстия в скрепляемых деталях; скрепление производится с помощью гайки, навинчиваемой на резьбовой конец болта.

В и н т о в о е соединение отличается тем, что крепление производится без помощи гайки; резьбовая нарезка сделана непосредственно в одной из скрепляемых деталей, куда и ввинчивается винт.

Ш п и л ь к о й называется цилиндрический стержень без головки, имеющий резьбу с обеих сторон. Крепление производится с помощью гаек. Шпилька наиболее часто применяется для стягивания пакетов (например, трансформаторного железа).

Примеры механического соединения элементов конструкций радиоаппаратуры изображены на рис. 109. Форма головок болтов и винтов может быть различная: шестигранная, цилиндрическая, полукруглая, потайная, сложного профиля, полупотайная, чечевичная.

Завинчивание болтов, имеющих шлиц под отвертку, производится отвертками, а гаек, болтов и винтов с шестигранной головкой — специальными плоскими или торцовыми ключами.

При массовом производстве радиоаппаратуры процесс за-
винчивания механизмуется: вместо ручных отверток и ключей
применяются электрические и пневматические отвертки и гай-
ковертки.

Для обеспечения надежного резьбового соединения под
гайку или головку винта подкладывается, где это необходимо,
специальная контровочная шайба «Гровер» или «Звездочка»,

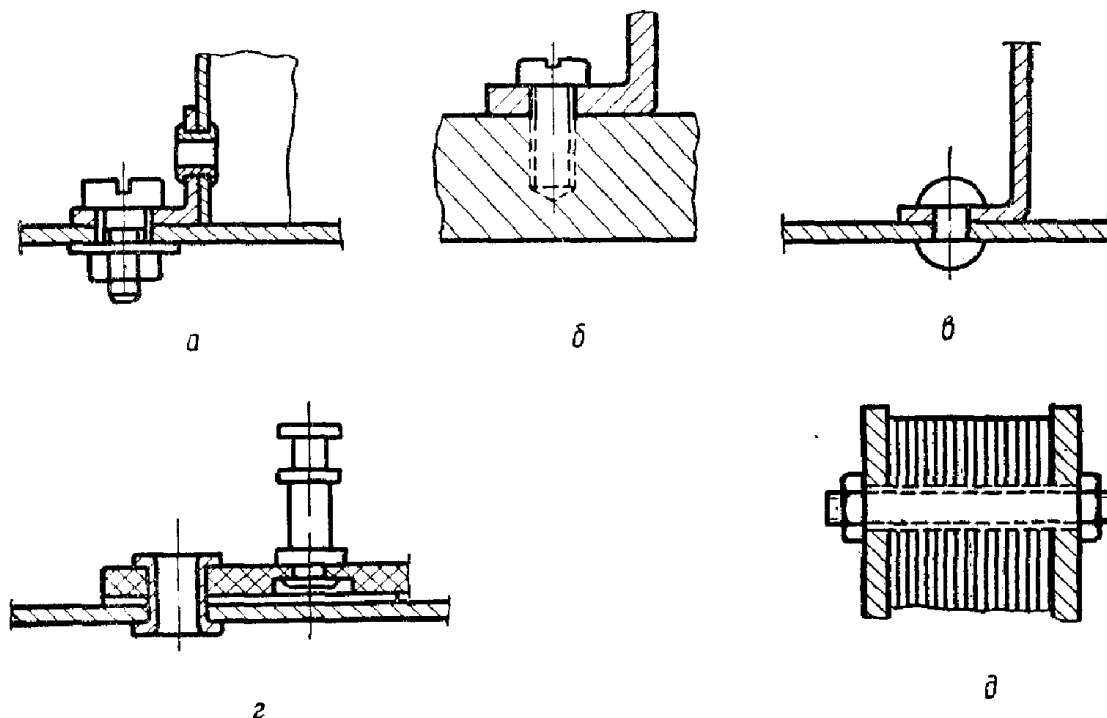


Рис. 109. Примеры механического соединения элементов конструкции радиоаппарата:
а — крепление экрана к шасси болтом с гайкой; б — то же, винтом; в — крепление
платы к шасси заклепкой; г — то же, пистоном; д — стягивание пакета сердечника
трансформатора шпилькой.

предохраняющая гайку от самопроизвольного отвертывания в
процессе эксплуатации. Контровку болтовых соединений про-
изводят также с помощью контргайки (то есть на резьбовую
часть болта навинчивают последовательно две гайки — одну
основную и вторую контргайку). Контргайка плотно притяги-
вается к основной, что препятствует самопроизвольному ее
развинчиванию.

В менее ответственных соединениях контровку винтов и га-
ек производят с помощью нитрокраски, которая наносится на
выступающую часть резьбы, засыхает на резьбе и препятст-
вует ее саморазвинчиванию.

В тех случаях, когда в процессе эксплуатации радиоап-
паратуры узел или сборка не должны подвергаться разбор-
ке (например, шасси, уголкового кронштейны и т. д.), вместо
резьбовых соединений применяют соединения на заклепках,
пистонах или точечной сварке.

В радиоприборостроении применяются заклепки из мягких материалов: алюминия, меди, латуни или отожженной стали.

Формирование головки при клепке производится специальной обжимкой, боек которой имеет углубление по форме формируемой головки или гладкую ровную поверхность (при клепке впотай).

Клепка может производиться как ручным, так и механизированным способом.

При ручной клепке обжимку, поддерживаемую левой

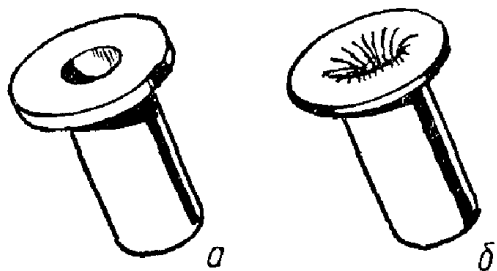


Рис. 110. Трубчатые заклепки (пистоны):

а — изготовленная точением; *б* — выштампованная.

рукой, ставят на выступающую часть заклепки, а молотком, находящимся в правой руке, ударяют по тыльной части обжимки. Удар через обжимку передается заклепке, которая «осаживается», раздается и выступающая ее часть принимает форму обжимки.

При механическом способе клепки обжимка, вставленная в пневмомолоток, прижимается к заклепке и частыми последовательными ударами головка заклепки расклепывается.

Вместо переносного пневмомолотка на рабочих местах сборщиков часто устанавливаются неподвижные пневмоскобы. На пневмоскобах расклепка производится не последовательными ударами, а путем одного сильного нажима. На пневмоскобах удобнее всего клепать впотай.

Для клепки лепестков на расшивочных панельках, переключателях и т. д. применяются трубчатые заклепки — пистоны.

Трубчатая заклепка, или пистон, представляет из себя трубочку с одной отбортованной стороной (рис. 110).

Пистон, как и заклепка, вставляется в соответствующие отверстия скрепляемых деталей. Длина пистона должна быть больше толщины скрепляемых деталей на величину желаемой завальцовки, обычно на $0,6 + 1$ мм.

Так как трубчатые заклепки применяются в основном для крепления лепестков к гетинаксовым или пластмассовым деталям, то вместо расклепки молотком вторую головку на второй стороне пистона формируют методом развальцовки, то есть развертывания трубочки специальным вращающимся приспособлением (рис. 111).

Развальцовка, вставленная в патрон специального станка или просто дрели, вращается и надавливает на борта трубочки. Под действием поступательного движения развальцовки края трубочки раздаются и принимают нужную форму головки.

При массовом выпуске аппаратуры применяется наиболее простой, но достаточно надежный способ крепления различных узлов (трансформаторов, конденсаторов переменной емкости, экранов контуров и т. д.) с помощью отгибающихся усиков. Принцип крепления состоит в следующем: на одной из деталей имеются выступающие усики, а в другой детали прямоугольные отверстия под эти усики (рис. 112). Усики вставляются в отверстие и загибаются: при большой ширине усика—под углом 90° (рис. 112, б), а при малой — путем поворота вдоль продольной оси (рис. 112, в).

Вместо крепления неразъемных деталей с помощью заклепок широко применяются точечная и конденсаторная сварка, которая производится на специальных аппаратах. Свариваемые детали зажимаются между двумя медными электродами, на электроды подается короткий импульс тока. За время прохождения этого тока зажатый между электродами металл разогревается и сплавляется.

Время, в течение которого ток проходит через свариваемые детали, и величина тока устанавливаются в зависимости от материала и толщины свариваемых деталей. При длительной выдержке, а также при большем токе деталь может проплавиться,



Рис. 111. Развальцовка.

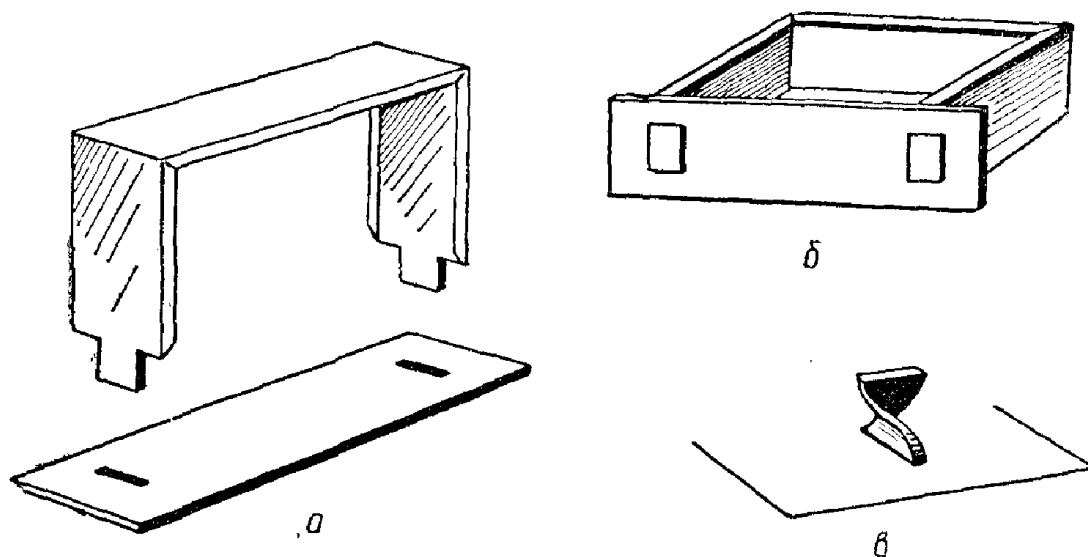


Рис. 112. Крепление скобы отгибанием лапок.

прогореть, при кратковременном действии и при малом токе получится испровар, то есть детали не сварятся.

Для сварки тонких и маленьких деталей применяется так называемая конденсаторная сварка.

Импульс тока в конденсаторной сварке получается в результате мгновенного разряда конденсатора на свариваемую деталь через понижающий трансформатор. Длительность импульса и величина тока при конденсаторной сварке изменяется путем изменения величины накопительной емкости (подключается большее или меньшее количество конденсаторов) и величины напряжения, до которой она заряжается.

Емкость конденсаторной батареи меняется от 10 до 100 мкф, а напряжение — от 200 до 400 в.

Заряд конденсаторов производится от обычного кенотронного выпрямителя.

- **62. Порядок сборки радиоаппаратуры.** Сборка аппаратуры начинается с установки узлов и деталей, крепящихся непосредственно к шасси: ламповых панелей, штепсельных разъемов, трансформаторов, крупных бумагомасляных и электролитических конденсаторов, крепящихся скобами и гайками, изолированных лепестков и т. д. При этом технологической картой предусматривается такой порядок и очередность установки деталей, при котором ранее установленные детали не затрудняют выполнение операций по установке последующих деталей и узлов. Установка на шасси различных узлов носит название слесарной сборки.

Шасси с установленными на нем предусмотренными технологией деталями поступает на первые монтажные операции, на которых, как правило, производится распайка цепей накала ламп и цепей, подходящих к разъемам. Параллельно со сборкой шасси на других рабочих местах производится сборка узлов и монтаж расшивочных панелей, сборка которых по технологическому циклу может производиться самостоятельно и установка которых на шасси аппарата или блока целесообразна в собранном виде.

К моменту окончания первой операции по сборке шасси необходимые для последующих операций самостоятельные подузлы, узлы и сборки уже закончены и поступают к сборщику в готовом виде.

После первых монтажных операций на основном шасси (распайка цепей накала и т. д.) на аппарат последовательно устанавливаются предварительно собранные расшивочные панели и узлы.

Операции слесарной сборки и монтажа чередуются с обязательным соблюдением правила, о котором сказано выше; ранее установленные детали и узлы не должны затруднять выполнение последующих операций.

При индивидуальной сборке аппаратуры выполнение всех слесарных или монтажных операций может производиться одним или несколькими рабочими.

При поточной и конвейерной сборке выполнение операций производится разными рабочими, причем за каждым из них закреплены строго определенные операции. При конвейерной сборке время, необходимое для выполнения каждым рабочим закрепленных за ним операций, должно быть примерно одинаковым и равно ритму конвейера.

При сборке аппаратуры необходимо строго следить за тем, чтобы крепление было надежным, чтобы все винты и гайки были туго завинчены, а крепящиеся на усиках узлы не шатались; чтобы электрический контакт между устанавливаемыми узлами и шасси был надежен, а соприкасающиеся контактные поверхности не были загрязнены.

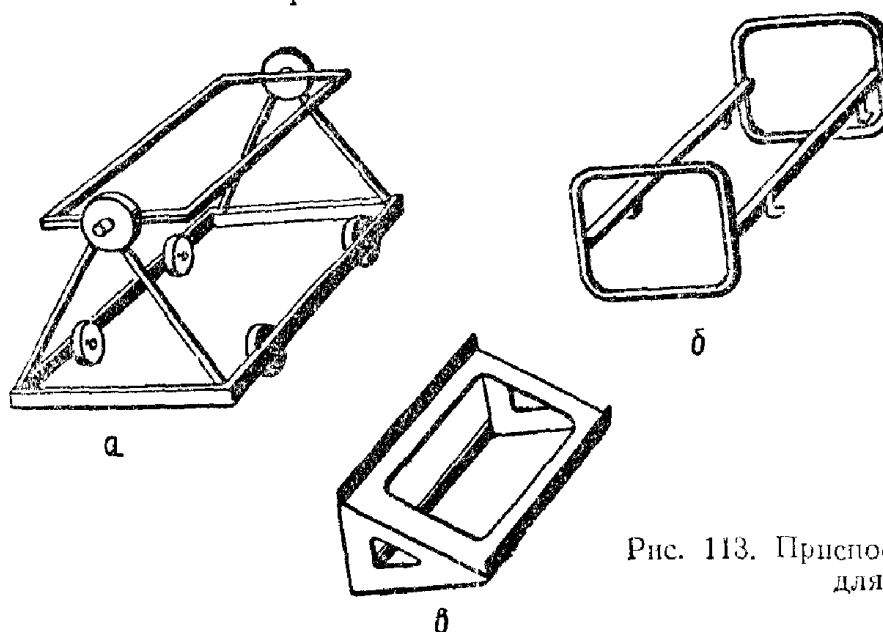


Рис. 113. Приспособления для сборки.

Переходное сопротивление между двумя сопрягаемыми при сборке деталями не должно превышать установленной нормы 400 микроом.

При большом переходном сопротивлении и ненадежном контакте могут появиться излишние шумы, шорохи, трески, паразитные наводки, которые подчас приводят к нарушению нормальной работы аппаратуры.

Для обеспечения надежного крепления конец болта или шпильки должен выступать за пределы гайки на 2—3 резьбовых нитки. Под гайки и головки винтов в ответственных местах подкладывают пружинящие шайбы («гровера» или «звездочки»), а остальные закрепления «контрят» краской. Краску наносят после того, как проверено качество произведенного крепления.

Для удобства сборки аппаратуры, в особенности при поточном и конвейерном производстве, применяют специальные подставки и тележки (рис. 113). Шасси аппарата или блока

закрепляют на таком приспособлении, на котором оно переходит с операции на операцию.

В тех случаях, когда при сборке и монтаже необходимо производить крепление или установку узлов с двух сторон шасси, тележки и приспособления снабжаются специальными поворотными установками для перевертывания собираемого аппарата.

В качестве наиболее простого варианта приспособлений используют прямоугольные боковые щечки, изготовленные из труб или профилей, а подчас просто из фанеры. Для того чтобы блок на таком приспособлении можно было легко перевернуть, углы щечек округлены по радиусу. Размер щечек должен быть на 10—15 мм больше габарита выступающих узлов.

63. Конструкция и виды монтажа. По своей конструкции радиоаппаратура может быть как одоярусная (то есть такая, у которой все узлы и расшивочные панели установлены в «один ярус», под или над шасси), так и многоярусные (то есть такие, у которых расшивочные панели и узлы устанавливаются на нескольких шасси или каркасах друг над другом, как бы в несколько этажей).

Такая конструкция применяется в малогабаритной, специальной и измерительной аппаратуре.

Расположение узлов в несколько ярусов позволяет более рационально использовать объем, в особенности около таких деталей, как электронно-лучевые трубки.

При многоярусной конструкции необходимо наиболее греющиеся в процессе работы элементы помещать в верхних ярусах. Такое расположение исключит искусственный подогрев деталей, расположенных в верхних ярусах от восходящих потоков теплого воздуха, нагретого теплоизлучающими узлами и лампами аппарата.

Монтаж аппаратуры может быть объемный или навесной (когда все соединения выполнены монтажным проводом).

Если для электрического соединения радиодеталей используется жесткий провод или проволочные выводы самих деталей, монтаж называется **жестким**. Когда же применяется гибкий изолированный провод, монтаж называют **мягким**.

Второй вид монтажа — **печатанный**. Печатанный монтаж отличается от объемного тем, что у него все соединительные цепи выполнены не монтажным проводом, а тонкой проводящей (металлической) полоской, плотно закрепленной, как бы отпечатанной, на изоляционном основании (гетинаксе, стеклотекстолите, пластмассе, керамике и т. д.).

Печатанный монтаж обеспечивает идентичность аппаратуры, снижает габариты и вес аппарата.

Применение печатных схем позволяет резко снизить трудоемкость монтажных работ и создать условия для механизации и автоматизации радиотехнического производства.

Печатанный монтаж нашел широкое применение как в малогабаритной и массовой (карманных приемниках, телевизорах и т. д.), так и в специальной аппаратуре.

- **64. Понятие о пайке, припоях и флюсах.** Электрическое соединение всех деталей и узлов между собой как при объемном, так и при печатном монтаже производится с помощью пайки. Пайка — это процесс соединения металлов, находящихся в твердом состоянии с помощью расплавленного металла, который хорошо смачивает соединяемые поверхности. Припой, остывая, образует прочное соединение и надежный электрический контакт между спаиваемыми элементами.

Пайку соединений при индивидуальном и опытном производстве могут производить работники, производящие слесарную сборку, а при серийном и массовом — монтажники.

Припои представляют собой сплав нескольких металлов. В зависимости от температуры плавления различают тугоплавкие и легкоплавкие припои. Тугоплавкие припои изготавливаются на основе сплавов серебра, кадмия и олова (типа ПСР) или меди и цинка (тип ПМЦ). Температура плавления в зависимости от состава колеблется для припоев ПСР в пределах от 300°С (припой ПСР-3) до 850°С (для ПСР-10). Наиболее часто употребляемые припои — типа ПСР-45. ПСР-45 имеет температуру плавления 660°С, а ПСР-70 — 730°С.

Температура плавления медноцинковых припоев колеблется от 800°С (для ПМЦ-36) и 860 (для ПМЦ-48).

Тугоплавкие припои применяются в швах, требующих герметичности или большой механической прочности.

Для монтажа радиоаппаратуры применяются легкоплавкие припои — сплавы олова со свинцом и олова со свинцом и висмутом.

Наиболее широкое применение имеют легкоплавкие оловянисто-свинцовые припои марок ПОС-40 и ПОС-61 (то есть с 40%-ным и 61%-ным содержанием олова) и оловяно-свинцово-висмутовый припой марки ПОСВ-33.

- **65. Конструкция электрического паяльника.** Пайка монтажных соединений производится паяльниками. Электрический паяльник представляет собой стержень из красной меди, вставленный в нагревательный элемент.

На рис. 114 изображен разрез простого электрического паяльника. С одного конца на металлическую трубку наложено несколько слоев слюды, а на слюду намотана нихромовая проволока соответствующего диаметра (в зависимости от

мощности паяльника), которая служит нагревательным элементом. Сверху нагревательный элемент покрывается слоем слюды, а затем теплоизоляцией в виде асбестового шнура или ваты. Чтобы предохранить нагревательный элемент и теплоизоляцию от повреждения, ее закрывают кожухом из трубки или двух фигурных половинок.

В конец трубки, на который намотан нагревательный элемент, вставляется медный стержень паяльника, а на противоположный конец одевается деревянная ручка.

Вывод питания от нагревательного элемента делается через ручку, для чего в трубке вблизи от нагревательного элемента просверливается отверстие, через которое выводят питающие проводники.

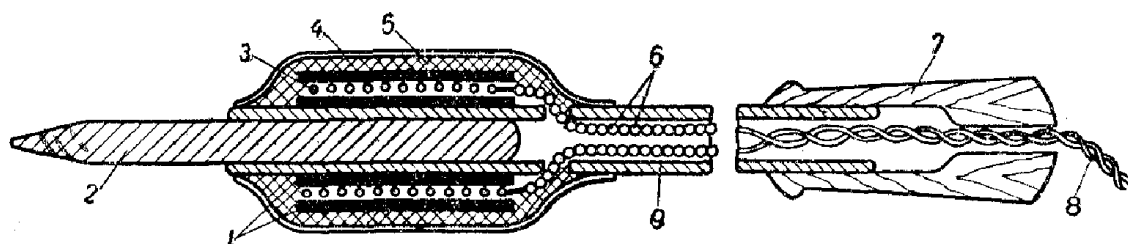


Рис. 114. Разрез электрического паяльника:

1 — слюдяные прокладки; 2 — жало паяльника; 3 — нихромовый провод; 4 — кожух; 5 — теплоизоляция (асбестовый шнур); 6 — стеклянные или фарфоровые бусы; 7 — деревянная ручка; 8 — шнур; 9 — металлическая трубка.

В связи с тем, что металлическая трубка нагревается, провода, идущие внутри трубки, должны иметь теплостойкую изоляцию. Чаще всего на них одевают керамические или стеклянные бусы.

Для предохранения изоляции питающего шнура от теплового воздействия нагревательного элемента вывод делают составным: к нихромовой обмотке вначале присоединяют медный провод диаметром $1 + 1,5$ мм, на который одевают бусы и который проходит внутри нагретой трубки, а к ним, уже в деревянной ручке, присоединяют обыкновенный двухжильный шнур.

Вместо металлической трубки можно использовать и керамическую трубку соответствующего диаметра. При этом отпадает необходимость в первой изоляционной слюдяной прокладке.

Конец медного стержня паяльника — так называемое жало — должно иметь четырехгранную заостренную форму.

- **66. Монтаж аппаратуры.** Прежде чем приступить к монтажу, необходимо тщательно изучить схему или эскизно-операционную монтажную карту.

Обычно на монтаж поступает шасси, полностью законченное слесарной сборкой, то есть с установленными на нем всеми

ламповыми панелями, трансформаторами, катушками, конденсаторами переменной емкости и т. д.

Установка и крепление к шасси отдельных узлов и деталей в процессе монтажа допускается в отдельных случаях, то есть в случае технологической необходимости (например, если монтажные провода проходят между лапок трансформатора).

Все необходимые для монтажа мелкие детали (сопротивление, конденсаторы) и заготовки (монтажный провод, голые перемычки, изолирующие трубки и т. д.) должны быть разложены в ячейках ящиков — касс и пронумерованы в соответствии со схемой или технологической монтажной картой.

При массовом производстве аппаратуры разложенные в кассах детали должны быть подготовлены к монтажу, то есть монтажные провода зачищены, а выводы сопротивлений и конденсаторов согнуты соответствующим образом.

При штучном и мелкосерийном производстве операции зачистки проводов и изгиба выводов сопротивлений и конденсаторов производит сам монтажник в процессе монтажа.

- **67. Зачистка концов провода.** Монтажный провод, соединяющий какие-либо детали схемы, должен быть изготовлен из целого куска. Сращивание проводов и кабелей из отдельных кусков не допускается.

С концов отрезка монтажного провода должна быть снята изоляция на участке длиной 7—10 мм (рис. 115).

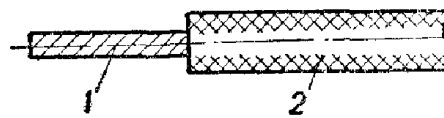


Рис. 115. Удаление изоляции с конца провода:
1 — жила; 2 — изоляция.

Текстильную, пластикатовую и пленочную изоляцию с проводов типа БПВЛ, МГВ, МОГ удаляют с помощью специальных щипцов, изображенных на рис. 116. Удаление изоляции путем подрезки бритвой или ланцетом недопустимо, так как при этом неизбежно происходит подрезка токопроводящих жил.

На передней ножевой части щипцов (рис. 117) имеются специальные зазубринки, соответствующие активной площади сечения очищаемых проводов. При зачистке токопроводящие жилы изолированного провода попадают в эти углубления и не подрезаются острой кромкой ножа, а изоляция надрезается и снимается.

Обычно на таких щипцах делают углубления для двух сечений (например, для провода 0,35 и 0,5 мм² или 0,5 и 0,75 мм² и т. д.). На нижней пластине щипцов имеется передвигающийся упор, который позволяет регулировать длину участка снимаемой изоляции.

С монтажных проводов марок МГШВ, МГВ (с внутренней изоляцией из шелка, хлопчатобумажного волокна или капрона)

изоляция снимают электрообжигалкой (рис. 118). Она представляет собой деревянную ручку, внутри которой проходят два толстых медных провода, а к ним в виде дуги прикреплен нихромовый провод диаметром $0,5 \div 0,7$ мм. По этому проводу протекает электрический ток и нагревает его до температуры порядка $550\text{—}600^\circ$ (темнокрасное каление). При вращении провода с виниловой изоляцией по раскаленному проводу изоляция плавится, обжигается и затем легко снимается.

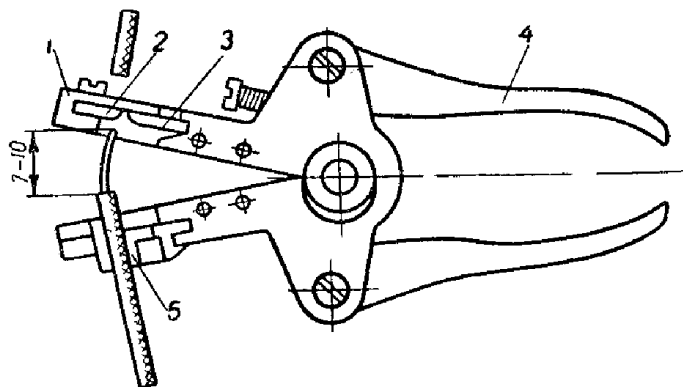


Рис. 116. Щипцы для удаления изоляции с концов монтажных проводов:
1 — угольник; 2, 3 — ножи; 4 — ручка; 5 — прижим.

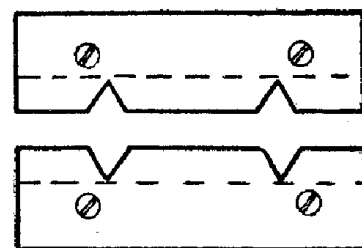


Рис. 117. Ножи щипцов.

Эмалевую изоляцию с проводов ПЭЛ или ПЭВ снимают мелкой шлифовальной шкуркой или окунанием конца провода в муравьиную кислоту с последующей протиркой мягкой тряпкой.

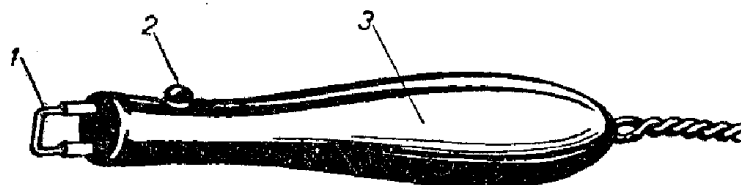


Рис. 118. Электрообжигалка:
1 — нихромовая проволока диаметром $0,5\text{—}0,7$ мм;
2 — кнопка включения; 3 — деревянная ручка.

Многожильные эмалевые провода марок ЛЭШО, ЛЭШД зачищают путем нагревания распушенного конца провода в верхней области пламени спиртовой горелки до светло-соломенного свечения и быстрым окунанием в спирт крепостью не менее 94° с последующей протиркой мягкой тряпкой.

Токопроводящие жилы монтажных проводов, не имеющие оловянного или серебряного покрытия, зачищаются от оксидной пленки шкуркой вручную или с помощью приспособления, изображенного на рис. 119. Для этого конец провода со снятой изоляцией вводят сквозь боковое отверстие в кожухе в промежуток между двумя вращающимися стальными ежиками, проволочки которого и снимают оксидную пленку.

Концы текстильной оплетки проводов типа БПВЛ и др. для предохранения от разлохмачивания и сползания закрепляют нанесением нитроклея на участок провода длиной 8—10 мм или же надевают на изоляцию отрезок 8—10 мм линоксиновой или полихлорвиниловой трубочки.

При удалении изоляции электрообжигом концы оплетки спекаются с внутренней изоляцией, поэтому закрепления не требуют.

Оголенные жилы проводов на участке длиной 5—8 мм лудят горячим способом, окуная их на 1—2 сек в ванночку с расплавленным припоем ПСОС-40. Для удаления излишков припоя провод встряхивают и протирают мягкой тряпочкой. Перед лужанием жилки многожильных проводов скручивают по часовой стрелке.

Одновременно можно лудить концы нескольких проводов; для этого их подравнивают легким постукиванием о поверхность стола или деревянной дощечки, а затем все вместе окунают в ванночку. Концы проводов можно лудить и паяльником.

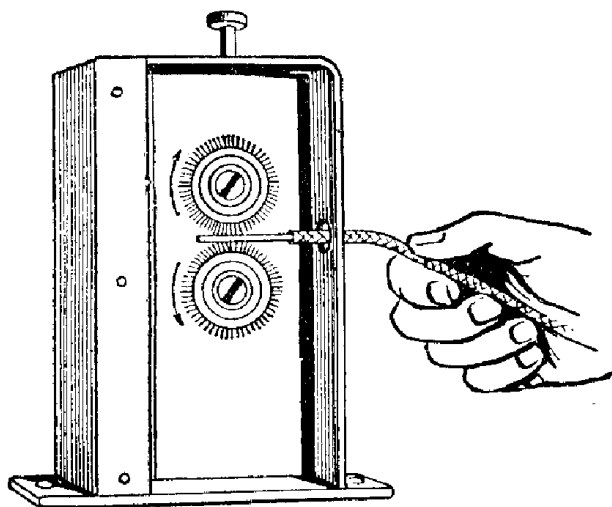


Рис. 119. Приспособление для удаления окисной пленки с жил монтажных проводов.

- 68. Разделка концов экранированных проводов. Экранированные металлической оплеткой провода зачищаются ступенчато (рис. 120). Во избежание замыкания на жилу провода между экранирующей оплеткой и концом изоляции должно быть расстояние от 3 до 10 мм.

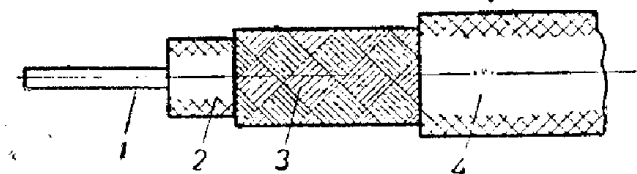


Рис. 120. Разделка концов кабеля типа РК:

1 — жила; 2 — изоляция; 3 — экранирующая оплетка; 4 — изоляция.

Величина этого расстояния зависит от напряжения, под которым жила провода находится по отношению к экрану: при напряжении до 127 в расстояние должно быть не менее 3 мм, до 250 в — не менее 5 мм, до 500 в — 9—10 мм.

При заделке экранирующей оплетки следует предусмотреть возможность подключения ее к шасси, то есть заземления. Если длина экранированной части провода больше 100 мм,

то заземляют оба конца оплетки. Если длина экранированной части меньше 100 мм, то оплетку заземляют в одном месте по середине экрана или с одного из концов.

Разделку концов оплетки для подключения ее к шасси производят так, как показано на рис. 121. Конец экранированной оплетки расширяют и сдвигают по стрелке. На расстоянии 20—25 мм от конца провода в оплетке делают острой свайкой отверстие диаметром 3—4 мм (рис. 121, а), через которое провод

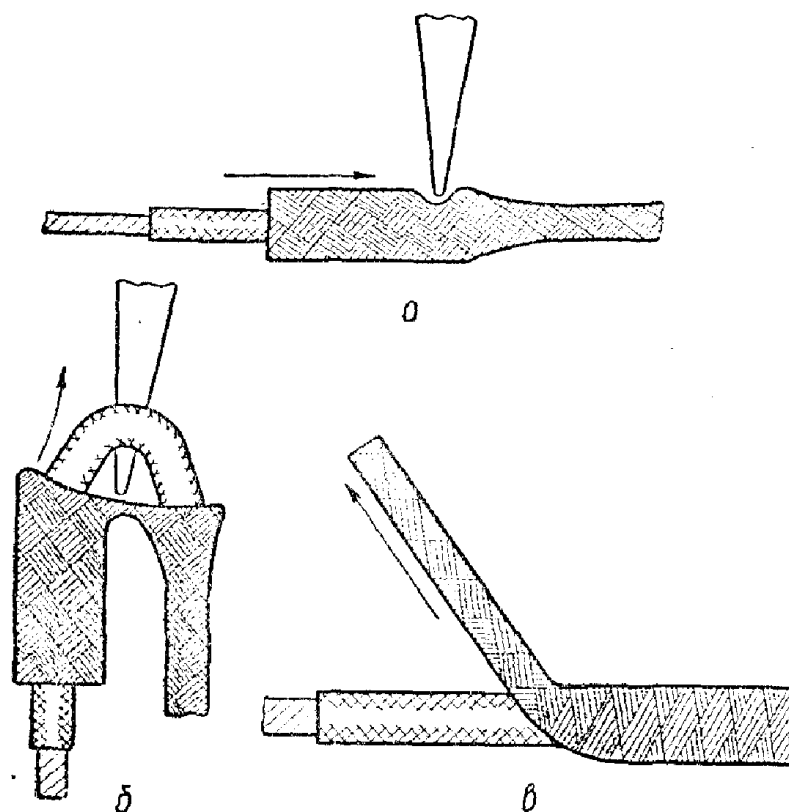


Рис. 121. Разделка экранированного провода:
 а — сдвигание оплетки и проделывание отверстия свайкой;
 б — вытягивание провода из оплетки; в — натягивание оплетки.

поддевают и вытаскивают из оплетки (рис. 121, б). В месте выхода оплетку плотно прижимают к изоляции провода (рис. 121, в).

При пользовании свайкой необходимо соблюдать осторожность и не повредить наружную изоляцию (текстильную оплетку) провода.

При таком способе заделки экранирующая оплетка равна по длине заготовке и не требует дополнительного закрепления. Свободный конец оплетки используется для заземления экрана, то есть подпайки к лепестку на шасси. Если длина конца оплетки недостаточна, то к нему подпаивают отрезок медного луженого или серебряного провода диаметром 0,5÷0,8 мм. Конец провода на глубину 4—6 мм вводят во внутрь плетенки

с торца, обжимают и припаивают. На конец оплетки и подпаянный отрезок при необходимости одевают изолирующую трубку.

Необходимо заметить, что разделку центральной жилы экранированного провода следует производить после разделки экранирующей оплетки.

Высокочастотные кабели типа РК заделываются по типу экранированных проводов.

Для обеспечения надежного контакта и легкой пайки оплетка и центральная жила обслуживаются легкоплавким припоем. Если кабель типа РК не заделывается в разъем, а применяется для внутриблочных соединений, то для заземления к экранирующей оплетке припаивается провод и поверх одевается изоляционная трубка.

Пайку на экранирующей оплетке и ее обслуживание нужно производить осторожно, в противном случае появится «прогар» (то есть может расплавиться пластмассовая изоляция). Продолжительность пайки должна быть не более 3—5 сек. Если за это время всю поверхность облудить не удалось, то надо дать кабелю остыть и произвести полуду нового участка.

- **69. Разделка выводов сопротивлений и конденсаторов.** Выводы навесных деталей (сопротивлений, конденсаторов, полупроводников и т. д.) перед монтажом необходимо выпрямить вручную монтажными плоскогубцами или прокаткой в специальном приспособлении, затем укоротить до необходимой величины в соответствии с образцом или шаблоном.

Если на выводах радиодеталей имеется краска или оксидная пленка, то ее зачищают шкуркой. Зачищенные выводы облуживают на длину на 8 мм от тела радиодетали. Если нужно облудить вывод на более близкое к телу детали расстояние, то применяют пинцет с теплоотводными медными насадками на губках.

Выводы деталей изгибают по месту, образцу или шаблону. При изгибании выводов расстояние от изгиба до корпуса сопротивления и конденсатора должно быть не менее 2 мм, а для полупроводникового прибора — не менее 10 мм. Поэтому при гибке выводов применяют ограничитель или плоскогубцы (рис. 122). На рис. 123 изображены шаблоны для изгиба осевых и радиальных выводов сопротивлений, причем данный шаблон определяет и длину выводов: выводы обрезаются по основанию шаблона, то есть по линии АА.

Формы изгиба выводов сопротивлений, устанавливаемых на платах печатных схем, приведены на рис. 124.

Обрезка выводов деталей для печатных схем может производиться как после их установки на плату (рис. 125), так и после пайки (рис. 126).

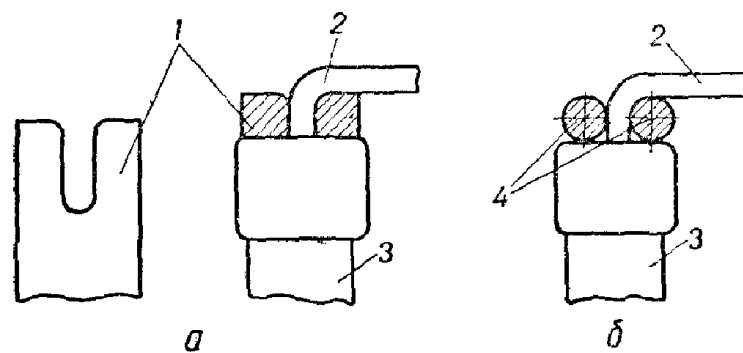


Рис. 122. Гибка вывода с применением ограничителя (а) и круглогубцев (б):

1 — ограничитель; 2 — выводы; 3 — радиодеталь; 4 — губки круглогубцев.

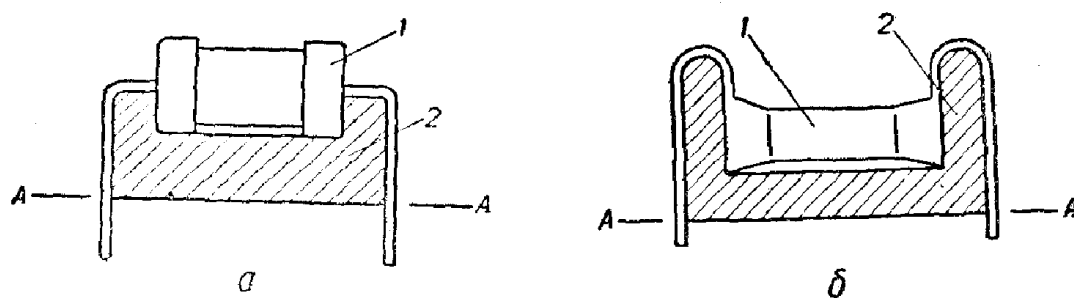


Рис. 123. Шаблон для гибки осевых выводов деталей (а) и радиальных выводов (б):

1 — деталь; 2 — шаблон; АА — линия отреза выводов.

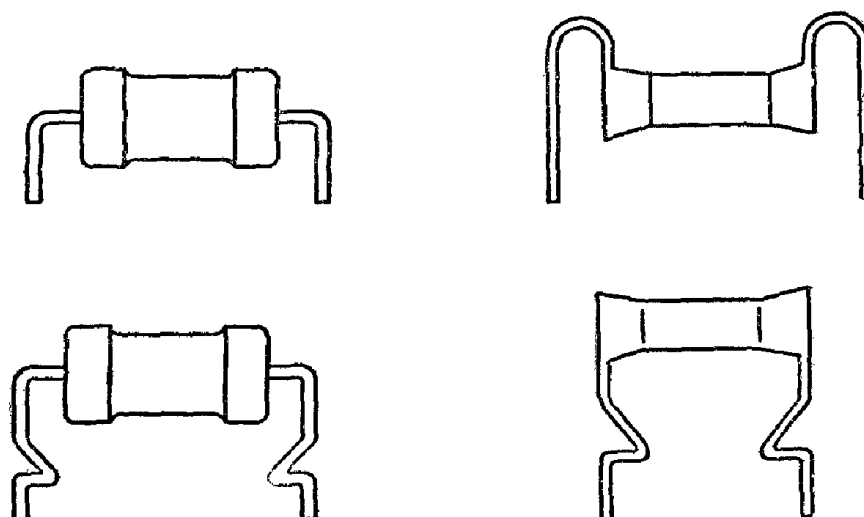


Рис. 124. Формы изгиба выводов радиодеталей для монтажа на платах с печатными проводами.

Для того чтобы получить выводы одинаковой длины (при обрезке перед пайкой), между платой и кусачками помещают пластинку соответствующей толщины.

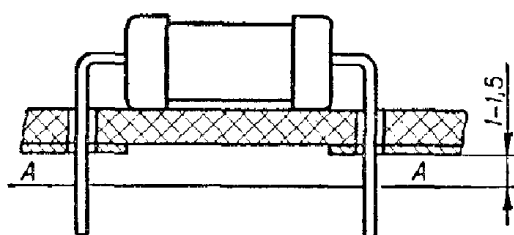


Рис. 125. Резка выводов деталей после установки их на плату.

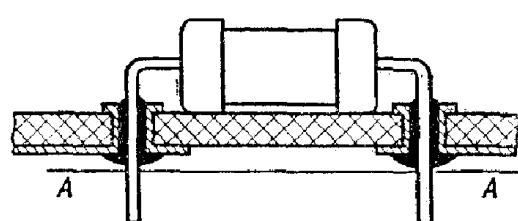


Рис. 126. Резка выводов деталей после пайки.

- 70. **Жгуты и кроссы.** Монтажные провода, проходящие вместе в одном направлении, увязываются в общий жгут хлопчатобу-

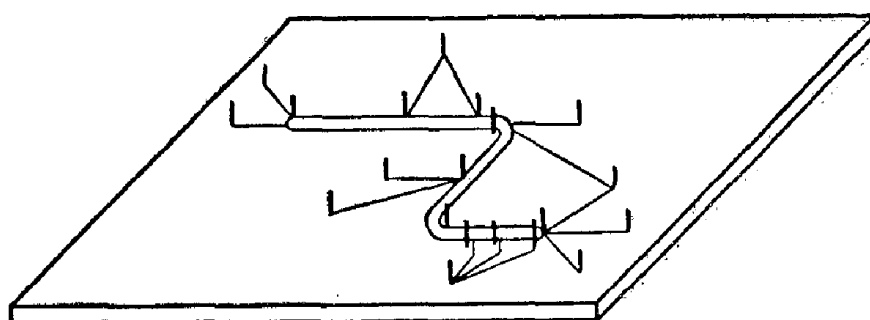


Рис. 127. Шаблон для раскладки жгутов.

мажной ниткой. В серийном производстве жгуты изготавливаются отдельно на специальном шаблоне (рис. 127).

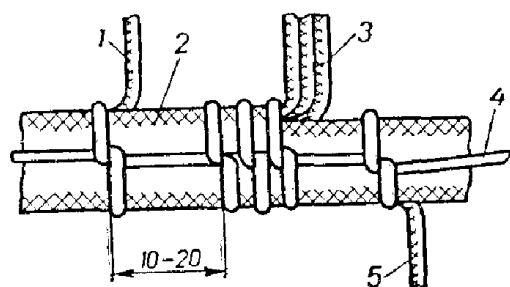


Рис. 128. Увязка проводов в жгут:
1 — провод; 2 — жгут; 3 — ответвление жгута; 4 — нитка; 5 — провод.

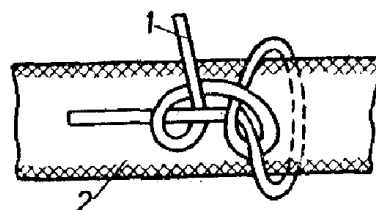


Рис. 129. Закрепление нитки на жгуте:
1 — нитка; 2 — жгут.

Шаблон представляет собой плоскую панель, на которой в местах изгиба установлены шпильки, а в местах окончания проводов сделаны отверстия, в которые пропускается конец провода.

Сложный жгут, имеющий много ответвлений в разных на-

правлениях, называется кроссом. Чтобы при распайке жгута или кросса не допустить ошибки, его изготавливают из цветных проводов или маркируют каждый провод своим номером.

Шаблон для кросса разрабатывается вместе с технологической документацией, изготавливается и выдается на рабочее место с соответствующей инструкцией о порядке укладки проводов.

Чтобы жгут или кросс не разваливался, его увязывают крепкой ниткой при помощи изогнутой иглы. Петли вяжутся с натяжением через равные интервалы в 20—30 мм и в местах ответвления проводов (рис. 128). Начало и конец закрепляется узлом (рис. 129).

- **71. Закрепление концов проводов и выводов деталей перед пайкой.** Для обеспечения надежного электрического контакта и механической прочности пайки все провода и выводы навесных радиодеталей механически закрепляются на контактных лепестках. Для этого концы монтажного провода и выводы радиодеталей продеваются в отверстие контактного лепестка и отгибаются. Если в лепестке нет специального отверстия, то провод загибается вокруг лепестка. Загибают концы провода винцетом или монтажными плоскогубцами. Излишек провода или вывода откусывают кусачками.

Образцы закрепления концов монтажных проводов и выводов радиодеталей к различным контактным лепесткам приведены на рис. 130.

На рис. 131 изображены примеры крепления сопротивлений с применением изоляционной трубки для изоляции выводов.

Закрепление конца монтажного провода на выводе, проходящем через стеклянный изолятор, показано на рис. 132.

Для удобства монтажа контактные лепестки ламповых панелей отгибают наружу под углом 45°.

При монтаже с применением пальчиковых ламп в панель должен быть вставлен шаблон лампы. Применение шаблона необходимо для того, чтобы зафиксировать такое положение лепестков, при котором бы всегда обеспечивался надежный контакт с ножкой лампы.

При выполнении радиомонтажа необходимо соблюдать следующие правила:

1) к одному контактному лепестку можно подсоединить не более трех проводов. Подключение большого количества проводов допускается в исключительных случаях и специально оговаривается в монтажной схеме или на карте;

2) к контактным лепесткам, расположенным на стеклянных изоляторах, подключают не более двух проводов, общее сечение которых не превышает 1 мм²;

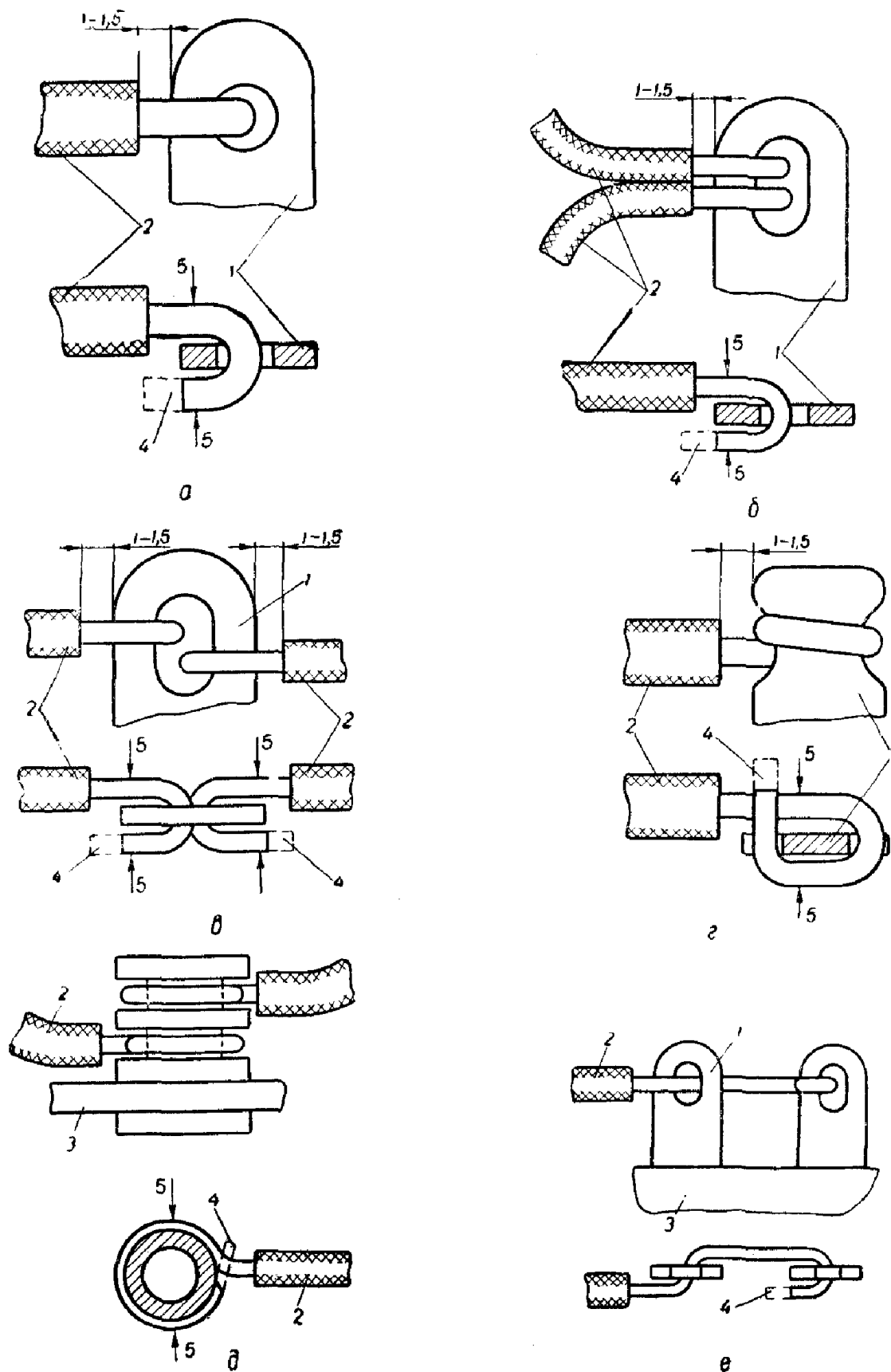


Рис. 130. Крепление проводов и выводов деталей к контактным лепесткам:

1 — контактные лепестки; 2 — провода; 3 — монтажная планка; 4 — излишки проводов, которые откусывают кусачками; 5 — место обжима.

3) расстояние от места закрепления провода до среза изоляции монтажного провода не должно превышать 1—1,5 мм;

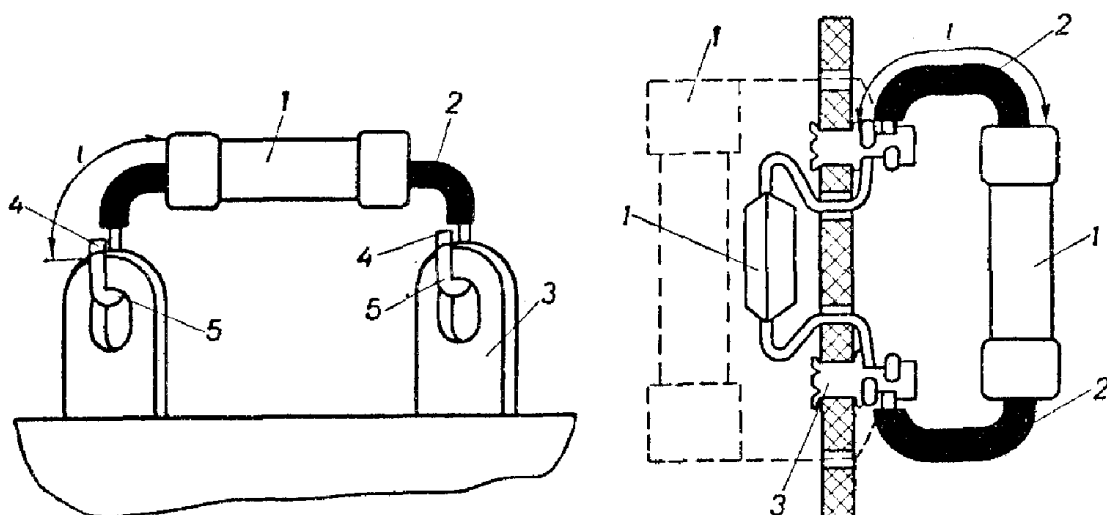


Рис. 131. Крепление радиодеталей:

1 — радиодетали; 2 — изоляционные трубки; 3 — контактные лепестки; 4 — излишки выводов, которые откусывают кусачками; 5 — место обжима.

4) применение проводов с резиновой изоляцией вблизи посеребренных поверхностей недопустимо, так как серебро темнеет от сернистых соединений, входящих в состав резины;

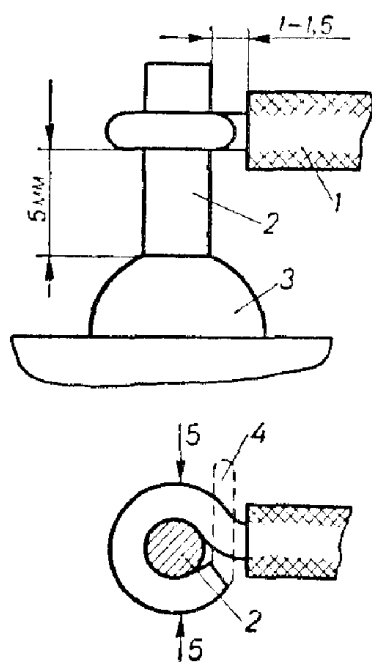


Рис. 132. Закрепление провода на выводе, проходящем через стеклянный изолятор:

1 — провод; 2 — круглый контакт; 3 — стеклянный изолятор; 4 — излишки провода, который откусывают кусачками; 5 — место обжима.

5) во избежание повреждения изоляции монтажные провода не должны лежать на острых кромках шасси и отверстий. Если через отверстия шасси проходят провода, на них должны быть одеты резиновые пистоны;

6) монтаж не должен производиться с натяжением проводов. Монтажный провод должен иметь запас по длине 20—25 мм, обеспечивающий при обрыве повторное закрепление концов;

7) при установке навесных деталей, сопротивлений, конденсаторов, полупроводников и т. д. расстояние от места закрепления до корпуса детали должно быть минимальным, но не менее 8—10 мм;

8) при установке сопротивления и конденсаторы нужно располагать таким образом, чтобы хорошо были видны их маркировка и номинал;

9) во избежание замыкания сопротивления и конденсаторы должны быть

удалены друг от друга, а также от шасси и других токопроводящих поверхностей не менее чем на 2 мм. В условиях тесного монтажа на корпус детали нужно надеть изоляционную трубку;

10) во избежание порчи полупроводника закреплять выводы следует осторожно, чтобы не погнуть их в месте выхода из корпуса. Длина вывода до места пайки должна быть не менее 10 мм;

11) необходимо тщательно следить за правильностью подключения выводов. Базовый вывод должен подключаться первым;

12) полупроводники боятся перегрева, поэтому их нужно паять низкоплавкими припоями.

- 72. **Монтаж деталей на платах печатных схем.** Примеры монтажа и закрепления навесных деталей на платах печатных схем изображены на рис. 133.

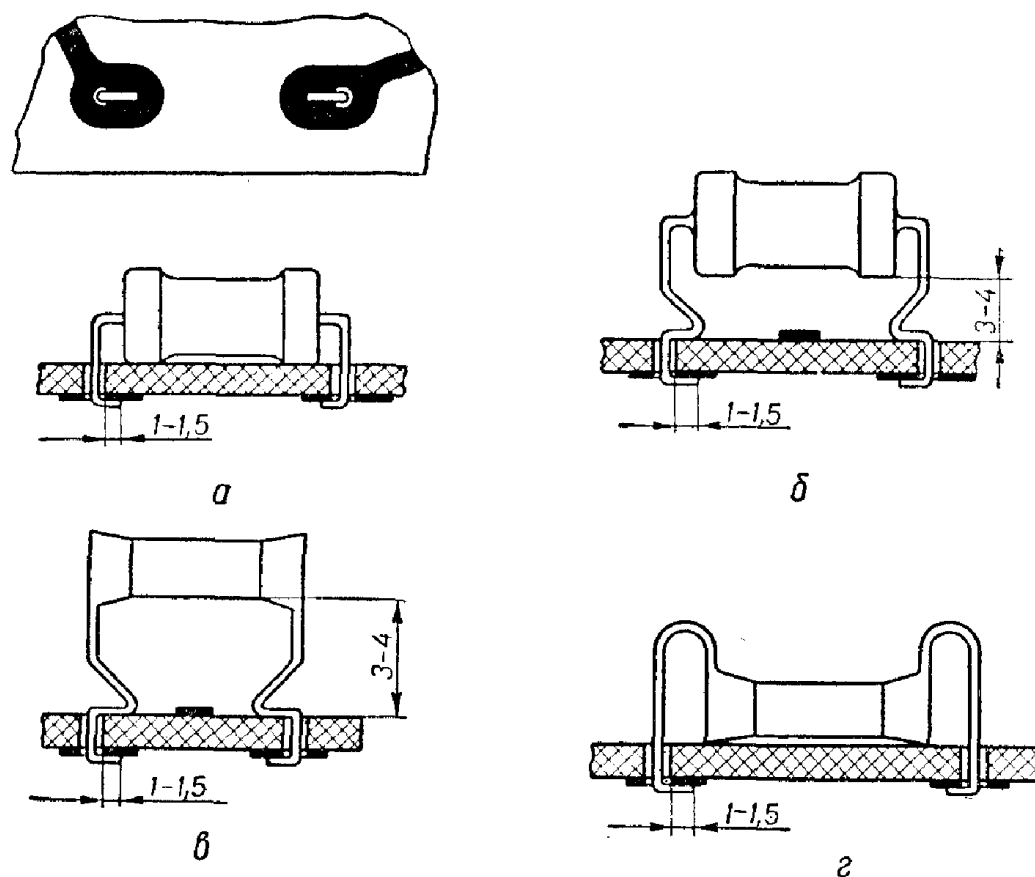


Рис. 133. Крепление навесных деталей на платах печатных схем.

Если под корпусами деталей нет печатных проводников, детали можно располагать вплотную на плате (рис. 133, а и г).

Если под корпусами деталей проходят печатные проводники, детали располагаются на расстоянии от платы (рис. 133, б и в).

Детали и перемычки на платах закрепляются подгибкой концов выводов, пропущенных сквозь установочные отверстия и выступающих с обратной стороны платы на 1—1,5 мм. Концы выводов подгибаются навстречу друг другу (рис. 134).

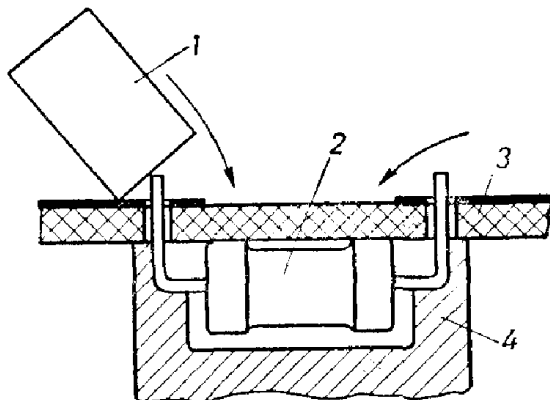


Рис. 134. Способ закрепления навесных деталей на плате печатной схемы подгибкой выводов:

1 — оправка; 2 — радиодеталь; 3 — плата; 4 — подставка.

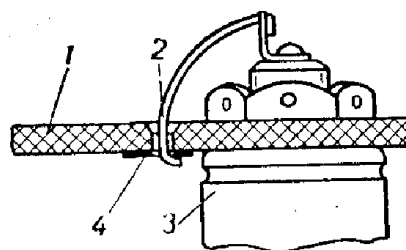


Рис. 135. Подсоединение вывода детали к печатному проводнику:

1 — плата; 2 — перемычка; 3 — электролитический конденсатор; 4 — печатный проводник.

Если плата в местах установки деталей имеет пистоны (гальванические или развальцованные), то выводы можно не подгибать, но пайку нужно производить сразу после установки всех деталей в плату.

В одно отверстие (пистон) печатного монтажа можно монтировать только один вывод детали.

Подсоединение к плате печатного монтажа выводов от конденсаторов, трансформаторов, переключателей, контуров и т. д. производится с помощью проволочных перемычек так же, как и подсоединение навесных деталей. На рис. 135 изображены подсоединения электролитического конденсатора к плате печатного монтажа с помощью проволочной перемычки.

- **73. Лужение спаиваемых поверхностей.** Подготавливаемые для спаивания поверхности должны быть не только очищены от окислов и жира, но и облужены.

Лужением называется процесс нанесения на поверхность металла тонкого слоя олова или оловянистого припоя.

Лужение может быть как «холодным», гальваническим (то есть слой олова на поверхность наносится путем гальванического осаждения в соответствующих ваннах), так и «горячее» (то есть слой олова наносится путем опайки поверхности расплавленным оловом или припоем).

Большинство выпускаемых промышленностью деталей

(конденсаторов, сопротивлений, панелей, переключателей и т. д.) имеют уже облуженные и подготовленные к пайке выводы.

Установочные лепестки и контакты, применяемые при сборке узлов, после их штамповки на предприятиях радиопромышленности также проходят операции гальванического покрытия серебром или оловом.

Однако в случаях, когда после выпуска деталей, в особенности тех, которые подвергались гальваническому лужению, прошел значительный срок и на слое олова могло образоваться окисление, бывает необходимо непосредственно перед пайкой места спая еще раз облудить горячим способом.

Лужение производится или методом окунания деталей в ванночку с расплавленной смесью канифоли и олова (или припоем), или с помощью паяльника. В последнем случае на поверхность вначале наносится слой флюса, а затем горячим паяльником с небольшим количеством олова на жале несколько раз проводят по облуживаемой поверхности, помогая олову растечься и сплавиться тонким слоем.

В тех случаях, когда бывает необходимо облудить большую поверхность, то, как правило, нагревают облуживаемую деталь до температуры плавления олова или припоя, а затем слой расплавленного олова наносят не паяльником, а тампоном из пакли, которым и растирают жидкое олово тонким слоем по всей облуживаемой поверхности.

• **74. Пайка монтажных соединений.** Электрическое соединение всех деталей и узлов между собой производится с помощью пайки.

Пайка осуществляется оловянно-свинцовыми припоями ПОС-40, ПОС-61 и оловянно-свинцово-висмутовым припоем ПОСВ-33.

Припой ПОС-40 имеет температуру плавления порядка 235°C ; им производится пайка всех основных соединений.

Припой ПОС-61 имеет температуру плавления порядка 183°C . Его применяют для лужения и пайки изделий в случае последовательных паяк к одной и той же детали.

При нескольких последовательных пайках к одному месту первые пайки производят более тугоплавкими припоями ПОС-40, а последующие — менее тугоплавким ПОС-61.

Припой ПОСВ-33 имеет температуру плавления около 130°C . Его применяют для пайки жил и экранов высокочастотных кабелей типа РК, полупроводников, а также вблизи ранее выполненных паяных соединений и на стеклянных выводах герметизированных деталей.

Наша промышленность изготавливает эти припои в виде сплошной проволоки диаметром 2—2,5 мм или в виде

трубки такого же внешнего диаметра с внутренним отверстием 1—1,5 мм, заполненным канифолью.

При кустарном изготовлении припой делается в виде стержней с треугольным сечением (сторона треугольника — 4—6 мм).

Для того чтобы поверхности спаиваемых деталей при нагреве паяльником предохранить от окисления, применяются специальные защитные составы, которые называются флюсами.

Наиболее распространенным бескислотным флюсом, применяемым при монтажных работах в приборостроении, является канифоль, растворенная в спирте. С помощью канифоли хорошо паяются все медные и посеребренные детали.

В том случае, когда необходимо произвести пайку провода к стальным оцинкованным или никелированным деталям, применяется специальный бескислотный флюс ЛТИ-120.

Применение при монтаже радиоаппаратуры распространенного в слесарном деле флюса хлористого цинка («травленной» цинком соляной кислоты) совершенно недопустимо, так как выделяющиеся при паянии от разложения флюса пары соляной кислоты разрушают покрытие и изоляцию.

Пайка монтажных соединений производится электрическим паяльником мощностью 50, 75 или 120 в. Наибольшее распространение имеют паяльники мощностью 50 в. Паяльники мощностью 75 и 120 в применяются для пайки соединений со значительной массой металла (провода большого сечения, кабельные наконечники, корпусные лепестки и т. д.).

Жало паяльника должно иметь ровную поверхность (без раковин), быть хорошо облужено и очищено от нагара.

Паяльник должен быть нагрет до требуемой температуры. Температура нагрева паяльника зависит от марки припоя и должна быть на 30—50° выше температуры плавления.

Для припоя ПСО-40, имеющего температуру плавления 235° С, температура паяльника должна быть порядка 280—300° С. Для припоя ПОС-61, имеющего температуру плавления 183° С, температура паяльника должна быть в пределах 230—250° С, а для припоя ПОСВ-33, температура плавления которого равна 130° С, паяльник должен быть нагрет до 150—170° С.

В промышленных условиях температурный режим паяльника регулируется автотрансформатором. Нормальным температурным режимом следует считать такой, при котором припой быстро плавится, но не стекает с рабочей части (жала) паяльника; канифоль сгорает не мгновенно, а остается на жале в виде кипящих капелек. Перегрев паяльника недопустим и приводит к порче жала, появлению на нем раковин и к окислению.

Пайку монтажных соединений производят следующим об-

разом: на место спая мягкой кисточкой наносят тонкий слой флюса — канифоли.

Во избежание нарушения электрического контакта переключателей на лепестках ламповых панелей и т. д. нужно следить за тем, чтобы флюс не растекался за пределы места пайки, иначе он может попасть на контактные поверхности панелей и переключателей и нарушить контакт.

При использовании трубчатого припоя с канифольным наполнением флюс на место пайки не наносится.

К месту спая одновременно прикладывают прутковый или трубчатый припой, который находится в левой руке, и жало паяльника, который держат в правой руке.

Для прогрева места спая до температуры плавления припоя вначале паяльник прикладывают не острием жала, с которого стекает припой, а плашмя, чтобы площадь соприкосновения была наибольшей. Подержав не более секунды в таком положении, жалом паяльника распределяем припой по всей поверхности спая за время не более 3 сек.

Если левая рука во время пайки должна быть свободна (например, при пайке с теплоотводом, когда в левой руке держат пинцет), то расплавленный припой на место пайки переносят жалом паяльника. Для этого жало паяльника предварительно на долю секунды окунают в канифоль, а затем берут им каплю припоя от находящейся на подставке бухточки.

Во время пайки необходимо соблюдать осторожность, чтобы не коснуться нагретой частью паяльника окружающих деталей и проводов. При тесном монтаже надо применять теплозащитные экраны.

Во время пайки необходимо предохранять аппарат от попадания капель (брызг) припоя и флюса. Попавшие капли припоя надо немедленно удалять пинцетом.

Количество припоя, необходимое для пайки, должно быть минимальным.

Паянная поверхность монтажных соединений должна быть глянцевой, без пор, раковин, загрязнений, наплывов и острых выпуклостей припоя. Припой должен заливать место соединения со всех сторон, заполняя щели и зазоры между проводами и контактами (как говорят, пайка должна быть «скелетная»).

Для удаления остатков флюса места спая сразу же после окончания пайки (до остывания металла) промывают кисточкой или тампоном из бязи, смоченным в спирте. Применение других растворителей не рекомендуется, так как можно повредить лакокрасочные покрытия и маркировочные надписи на деталях.

При пайке полупроводниковых приборов, голых проводов или выводов радиодеталей, на которые надеты полихлорвиниловые трубки, при пайке на контактных лепестках, располо-

женных на стеклянных изоляторах, а также при пайке выводов, сопротивлений и конденсаторов, если расстояние от места пайки до тела детали менее 8 мм, применяют теплоотвод — пинцет с медными насадками на губках (рис. 136).

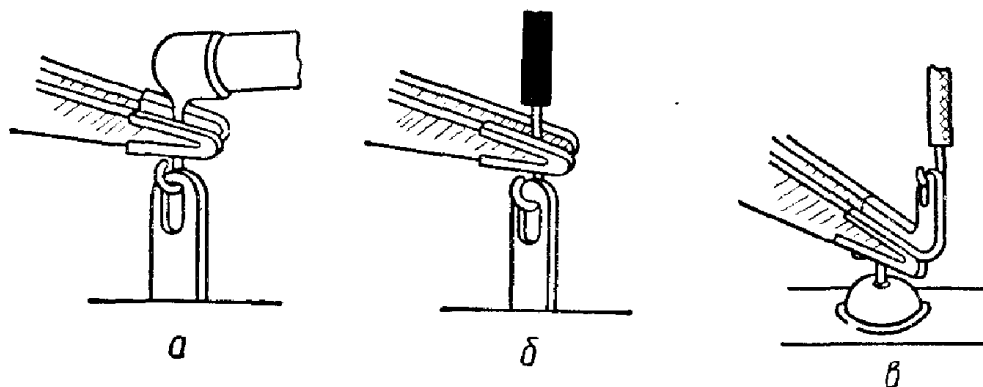


Рис. 136. Пайка с теплоотводом.

При пайке монтажных соединений на платах печатных схем соблюдают следующие специальные правила: при установке деталей без подгибки выводов пайку производят сверху, то есть со стороны расположения этих деталей (рис. 137, а). При установке деталей с подгибкой выводов пайку производят со стороны, обратной расположению деталей, то есть со стороны подгиба (рис. 137, б). При этом загнутые концы выводов должны быть запаяны по всей длине.

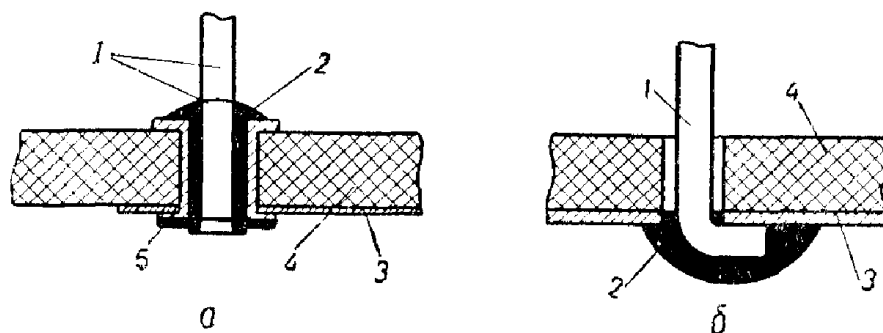


Рис. 137. Пайка выводов радиодеталей на платах печатных схем:

1 — выводы радиодеталей; 2 — припой; 3 — печатный проводник; 4 — плата; 5 — трубчатый пистол.

Пайку соединений производят через 1—2 мин после нанесения флюса, чтобы дать последнему подсохнуть и не вызвать появления пузырей и раковин в припое. Чтобы избежать вздутия, отслаивания и обрыва печатных проводников, время пайки не должно превышать 3 сек.

Пайка проводов к штепсельным разъемам (ШР) не отличается от описанной пайки монтажных проводов. Для обеспечения удобства и качества пайки необходимо установить штеп-

сельный разъем таким образом, чтобы паечные срезы контактов при положении шасси, удобном для монтажа, были обращены вверх.

Монтаж разъемов производят в следующем порядке: на припаиваемый провод надевают изоляционную трубочку длиной 15—20 мм с внутренним диаметром, равным диаметру контакта ШР. Затем оголенный конец провода вставляют в отверстие контакта штепсельного разъема и припаивают.

После промывки и контроля качества пайки изоляционную трубочку надвигают на место спая до упора в колодке разъема.

Концы экранирующих оплеток от нескольких проводов спаивают вместе и присоединяют к одному заземленному лепестку.

- **75. Проверка качества монтажа.** После окончания всех монтажных работ смонтированный прибор очищают от пыли и остатков монтажных материалов. Очистку можно производить продувкой сжатым воздухом.

Качество монтажа проверяют, руководствуясь технологическими картами контроля. При внешнем осмотре проверяется качество раскладки, аккуратность и плотность вязки жгутов, кроссов, качество пайки. Механическую прочность соединений проверяют пинцетом, осторожно и легко натягивая провод или вывод радиодетали вдоль продольной оси. На губки пинцета должны быть надеты полихлорвиниловые трубки.

При проверке монтажных соединений необходимо обратить внимание на соблюдение следующих условий:

а) все соединения должны быть выполнены с предварительным (перед пайкой) механическим закреплением подключаемых концов на контактных лепестках;

б) пайка должна быть скелетной (под припоем должен быть виден контур подключенного конца), сквозной и двухсторонней (щели и промежутки между подключенными концами и лепестком должны быть заполнены припоем); место пайки должно иметь чистую (без остатков флюса), блестящую поверхность без пор, трещин, вздутий, наплывов и острых выпуклостей припоя;

в) изоляция проводов и заделка ее концов не должны иметь повреждений; полихлорвиниловые трубки на перемычках из голого провода должны быть расплавленными;

г) стеклянные выводные изоляторы герметизированных деталей не должны иметь трещин; соединения контактных лепестков с выводными стержнями таких деталей не должны быть нарушены;

д) выводы сопротивлений типа МЛТ должны быть закреплены на контактных лепестках без натяжения, с небольшим изгибом;

е) хлопчатобумажная изоляция проводов и концы ниток не должны касаться токоведущих жил проводов и контактных лепестков деталей;

ж) в монтаже не должно быть брызг припоя, остатков флюса, отходов монтажных материалов;

з) шаблон пальчиковой лампы должен легко вставляться в ламповые панели, на лепестках которых произведен монтаж.

При проверке монтажа, на печатных платах необходимо обращать внимание на соблюдение следующих дополнительных условий:

а) в каждое установочное отверстие платы может быть смонтирован только один вывод детали (конец перемычки провода); исключение составляют выводы ламп типа «дробь», которые могут монтироваться по два и более в одно установочное отверстие;

б) корпуса деталей не должны касаться печатных проводников (лежать на них), за исключением корпусов из изоляционного материала;

в) припой должен оплавлять загнутые концы выводов, а при наличии пистонов — заполнять их;

г) припой должен оплавлять печатные проводники только в местах соединений. Облуживание печатных проводников, их замыкание перемычками из припоя, вспучивание, отслаивание и обрыв недопустимы;

д) образование сосулек припоя и пузырей в нем недопустимо, наплывы припоя в местах пайки монтажных соединений не должны превышать 1,5 мм.

Осмотрев монтаж, контролер должен закрасить цветным прозрачным лаком каждую просмотренную им качественную пайку, а гайки болтов и выходящую часть винтов — красной нитрокраской, которая будет служить дополнительным контролирующим элементом, предохраняющим резьбовые соединения от самораскручивания.

При закраске паек прозрачный лак наносится на место спая в виде небольшого аккуратного мазка мягкой кисточкой или трубкой (типа чертежной).

Электрическая проверка правильности монтажа (прозвонка) производится омметром, прибором типа ТТ-1, Ц-52 или другим универсальным прибором, позволяющим замерить сопротивления от 0 до 10 Мом.

Прозвонка производится на соответствие технологическим «картам прозвонки», в которых указано, сколько должен показывать прибор между теми или иными контрольными точками схемы.

При массовом производстве прозвонка производится на специальных стендах, к которым подключается испытываемый

аппарат; переключением специального переключателя производится прозвонка всей схемы. Прибор на стенде показывает, в норме или не в норме та или иная контролируемая цепь.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные виды соединений, применяемых в производстве радиоаппаратуры, дайте их краткую характеристику и расскажите о применении.
2. Приведите конструкции и расскажите о применении приспособлений, применяемых при монтаже и сборке радиоаппаратуры.
3. Расскажите о конструкциях и видах монтажа радиоаппаратуры и их применении.
4. Расскажите о технологии пайки и применяемых припоях и флюсах.
5. Расскажите об устройстве электропаяльника.
6. Расскажите о подготовительных работах перед монтажом радио-прибора.
7. Расскажите о способах зачистки концов различных марок проводов.
8. Расскажите о способах заделки концов проводов.
9. Как разделяются выводы сопротивлений и конденсаторов?
10. Расскажите о применении и изготовлении жгутов.
11. Расскажите о правилах проведения монтажа.
12. Приведите эскизы закрепления выводов радиоэлементов к контактным лепесткам.
13. Расскажите о правильности монтажа радиодеталей на платах печатных схем.
14. Расскажите о пайке монтажных соединений.
15. Расскажите об особенностях пайки полупроводниковых соединений.
16. Как проверяется правильность монтажа?
17. Какие условия являются критерием определения качества монтажа?

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА КЕНОТРОННОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

- 76. **Механическая сборка и электрический монтаж.** Технологический процесс изготовления выпрямителя включает комплекс различных операций по сборке шасси, установке узлов и деталей на нем и пайке монтажных проводов, соединяющих отдельные детали и узлы. Механическая сборка выпрямителя производится по сборочному чертежу. Электрический монтаж выпрямителя производится по монтажной схеме (рис. 138), которая указывает, как размещаются детали и узлы на шасси, как укладываются провода и где делаются их соединения.

Чтобы выяснить назначение деталей и узлов, устанавливаемых на шасси выпрямителя, а также принцип действия собираемого выпрямителя, пользуются принципиальной схемой (рис. 139).

Как видно из рис. 138 и 140, различные детали и узлы выпрямителя устанавливаются сверху на шасси, в подвале, а также на боковых стенках. Но они должны быть размещены таким образом, чтобы удобно было проводить механическую сборку и электрический монтаж, был свободным доступ к любой детали (что очень важно при ремонте), а монтажные провода были как можно короче.

Перед установкой детали на шасси следует тщательно проверить: номинальные величины, рабочее напряжение, величину допусков и т. п. Они должны соответствовать техническим требованиям, изложенным в технологической карте.

Сборку начинают с крепления к шасси наиболее легких и малогабаритных деталей, которые не будут в дальнейшем мешать креплению остальных деталей и узлов.

После установки ламповой панели L_1 , держателя предохранителя $Пр$, выключателя $Вк$, патрончика индикаторной лампы $Л$, переключателя напряжения $П$, выходных клемм (+А, —А, H_1 и H_2), дросселя $Др$, электрических конденсаторов C_1 и C_2 и силового трансформатора $Тр$ приступают к электриче-

скому монтажу выпрямителя. Для этого готовят соединительные провода, а именно: выравнивают их, нарезают куски определенной длины, зачищают концы от изоляции и лудят их. Затем провода укладывают на шасси соответственно монтажной схеме, крепят зачищенные и залуженные их концы к контактным лепесткам и припаивают.

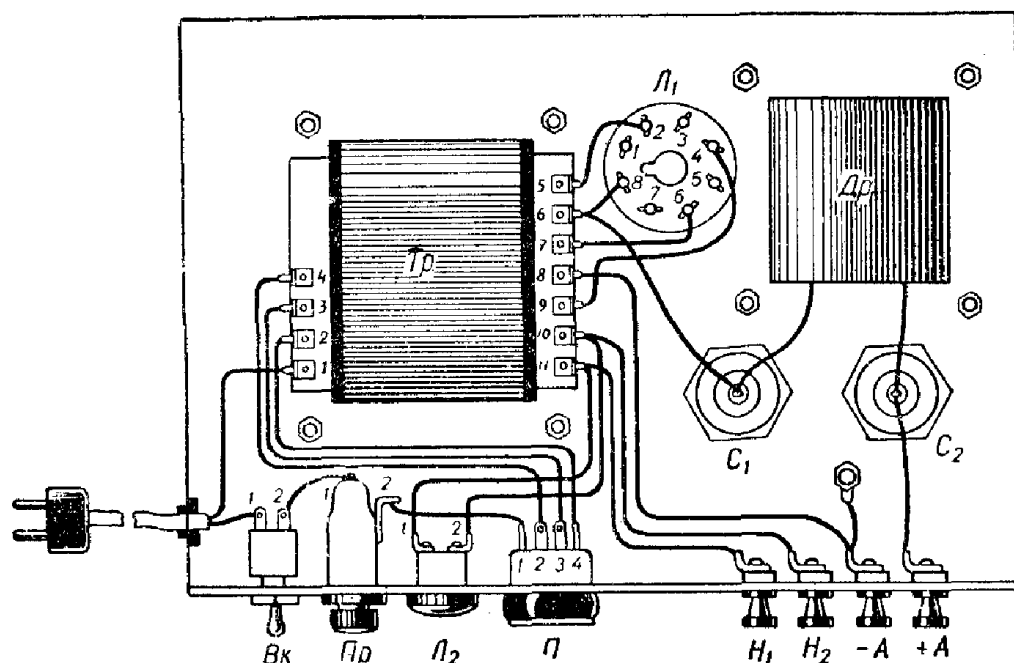


Рис. 138. Монтажная схема выпрямителя.

Чтобы придать монтажу красивый внешний вид, прокладываемые на шасси провода изгибают под прямым углом. Распайку следует начинать с накальной цепи кенотрона. Последовательность распайки цепей выпрямителя указана в табл. 10.

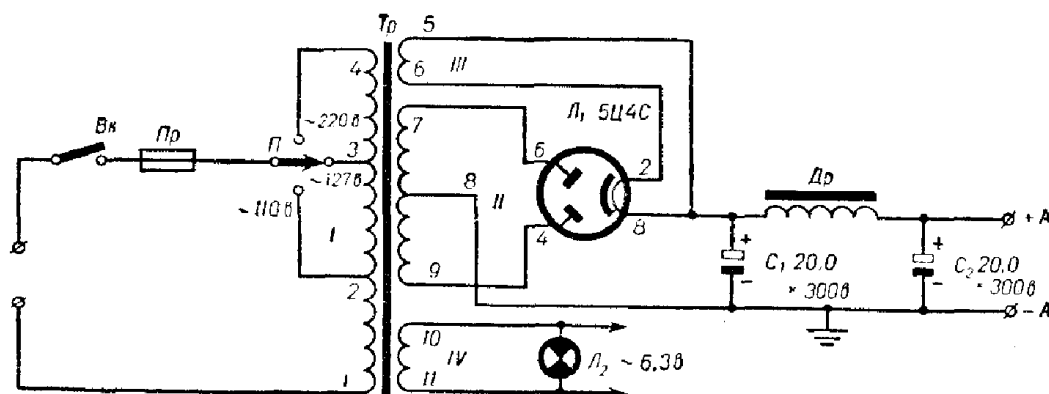


Рис. 139. Принципиальная схема двухполупериодного выпрямителя.

При сборке корпуса электролитических конденсаторов C_1 и C_2 соединяются с шасси выпрямителя. Монтажные провода, проложенные от трансформатора Tr к выходным клеммам (+A, -A, H_1 и H_2), следует связывать нитками в жгут и при-

креплять скобками к шасси. Места пайки необходимо промыть спиртом, чтобы очистить от остатков флюса.

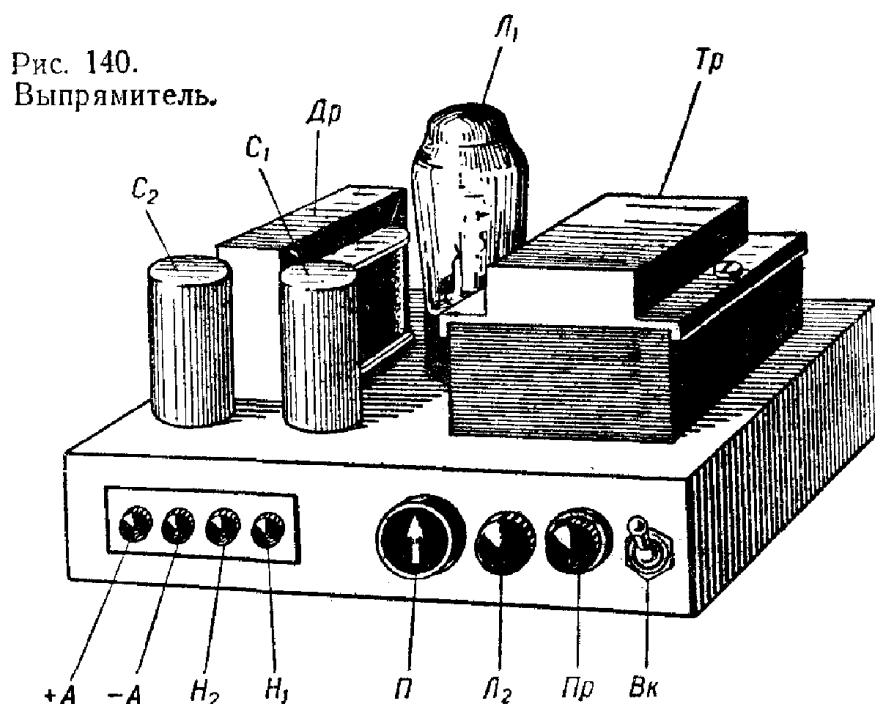


Таблица 10

Таблица распайки блока питания

№ пор.	Соединение проводом		Марка провода	Сечение провода, мм
	от контакта	к контакту		
1	Тр-5	Л ₁ -2	ПМВГ	0,5
2	Тр-6	Л ₁ -8	»	»
3	Тр-6	С ₁ -1	»	»
4	Тр-7	Л ₁ -6	»	»
5	Тр-9	Л ₁ -4	»	»
6	Тр-8	Клемма «—А»	»	»
7	Клемма «—А»	Шасси	»	»
8	Тр-10	Л ₂ -2	»	»
9	Тр-11	Л ₂ -1	»	»
10	Тр-10	Клемма «Н ₂ »	»	»
11	Тр-11	Клемма «Н ₁ »	»	»
12	С ₁ -1	Др-1	»	»
13	С ₂ -1	Др-2	»	»
14	С ₂ -1	Клемма «+А»	»	»
15	Вк-2	Пр-1	»	»
16	Пр-2	П-1	»	»
17	Тр-2	П-4	»	»
18	Тр-3	П-3	»	»
19	Тр-4	П-2	»	»
20	Концы шнура	Тр-1 и Вк-1	ШРО	1,0

- **77. Особенности монтажа высоковольтных выпрямителей.** Механический и электрический монтаж высоковольтных выпрямителей производят по сборочным чертежам и монтажным схемам. При этом учитывается то обстоятельство, что некоторые цепи находятся под высоким напряжением; поэтому в их конструкции предусматривается хорошая защита цепей от электрического пробоя. Все элементы схемы должны быть хорошо изолированы как друг от друга, так и от шасси.

На всех элементах схемы на токоведущих деталях не должно быть острых граней и острых углов изгиба; места соединений проводов с контактными лепестками должны быть механически прочными. Места пайки должны быть круглыми или овальными, без каких-либо острых граней или заусениц и изолированы. Монтажные провода обычно берут большого сечения и с хорошей высоковольтной изоляцией.

- **78. Проверка монтажа.** После изготовления выпрямителя необходимо проверить правильность выполнения монтажа, прочность и надежность электрических контактов в местах пайки, отсутствие механических повреждений проводов, прочность механического крепления радиодеталей и т. д.

Пользуясь сборочным чертежом или монтажной схемой, проверяют прежде всего правильность расположения деталей и узлов на шасси, а затем жесткость крепления деталей и механическую прочность пайки. Механическую прочность пайки проверяют натяжением провода. Особое внимание обращают на то, чтобы не было надразов или обрывов части жил провода, что приводит к уменьшению полезного сечения и перегреву провода.

Правильность электрического монтажа проверяют омметром. Такая проверка может производиться по монтажной или принципиальной схеме и по таблице соединений.

Если детали установлены правильно и электрический контакт в местах паяк надежен, то включают выпрямитель и проверяют его в работе под нагрузкой. Чтобы не вывести из строя детали в случае каких-либо неисправностей в схеме, рекомендуется вначале включать выпрямитель при напряжении на 30—40% ниже номинального. Вставляемый предохранитель должен быть рассчитан на наибольшую номинальную величину тока, потребляемую выпрямителем от сети. Для контроля работы выпрямителя к выходу подключают измерительные приборы и эквивалент нагрузки (проволочные или ламповые реостаты). Если через 5—8 мин после включения выпрямителя на пониженное напряжение никаких ненормальностей в его работе не будет, то напряжение питающей сети можно довести до номинальной величины. По приборам проверяют соответствие полученных значений токов и напряжений заданным

(номинальным) значениям, указываемых в инструкционной карте на проверку и испытание выпрямителя. Проверка выпрямителя под нагрузкой производится в течение нескольких часов. При этом проверяется температура нагрева трансформатора, дросселя и других деталей схемы. Величина допустимого нагрева зависит от конструкции и назначения выпрямителя и обычно указывается в инструкционной карте.

При испытании необходимо помнить, что включение выпрямителя на номинальное напряжение без нагрузки приводит к увеличению выпрямленного напряжения, которое может быть выше рабочего напряжения конденсаторов фильтра, а это вызывает пробой конденсаторов.

- **79. Техника безопасности при монтаже и проверке выпрямителей.** При проверке и испытаниях выпрямителей особое внимание следует уделять правилам техники безопасности, так как в некоторых выпрямителях напряжения могут достигать десятков киловольт при относительно больших мощностях источника тока. Такие напряжения при случайных прикосновениях могут вызвать не только тяжелые травмы, но даже смерть. Обычно высоковольтные выпрямители снабжаются защитной блокировкой, которая автоматически выключает прибор при открывании крышки или снятии кожуха.

Следует всегда помнить, что нельзя производить никаких монтажных работ в выпрямителе, находящемся под напряжением. Категорически воспрещается включение аппаратуры с отключенной или закороченной системой блокировки. При монтаже или ремонте мощных высоковольтных выпрямителей, в которых возможно неожиданное появление напряжения, необходимо пользоваться резиновыми перчатками, подкладывать под ноги резиновый коврик и вести работы одной рукой (правой), держа другую руку на весу.

При проверке мощных выпрямителей корпус их должен быть надежно заземлен. Прежде чем приступить к проверке и ремонту выпрямителя после его выключения, необходимо разрядить конденсаторы фильтра.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие устройства называются выпрямителями и где они используются?
2. Назовите основные детали и узлы выпрямителя и охарактеризуйте их назначение.
3. Расскажите о конструктивном выполнении выпрямителей.
4. Расскажите о последовательности сборки и монтажа блока питания.
5. Перечислите особенности сборки и монтажа высоковольтных выпрямителей.
6. Расскажите о порядке проверки монтажа блока питания.
7. Техника безопасности при монтаже и проверке выпрямителя.

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА УСИЛИТЕЛЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

- 80. Требования к монтажу усилителей низкой частоты. Монтаж усилителей низкой частоты (УНЧ) должен производиться с выполнением следующих требований:

- 1) все соединительные проводники должны иметь наименьшую длину, что достигается рациональным размещением деталей на шасси;

- 2) сопротивления припаиваются за выводы на расстоянии не менее 8—10 мм от корпуса во избежание их перегрева и порчи;

- 3) изоляция на монтажных проводах должна быть снята на расстоянии 1—1,5 мм от места пайки. При меньшем расстоянии изоляция в процессе пайки выгорает и загрязняется;

- 4) сопротивления, конденсаторы и другие радиодетали необходимо располагать так, чтобы обозначения на них можно было прочесть с одной стороны;

- 5) все детали и узлы должны быть размещены на шасси так, чтобы в дальнейшем при налаживании схемы любая деталь могла быть легко извлечена и заменена новой;

- 6) во избежание паразитных связей входные и выходные клеммы, входные и выходные трансформаторы усилителя следует располагать на противоположных сторонах шасси;

- 7) детали, входящие в сеточную и анодную цепи лампы, должны быть расположены как можно дальше друг от друга во избежание появления обратной связи;

- 8) все элементы усилителя необходимо располагать относительно друг к другу и относительно шасси так, чтобы не произошло короткого замыкания;

- 9) все пайки должны иметь красивый ровный вид, обладать достаточной механической прочностью и малым переходным сопротивлением;

- 10) все детали, входящие в усилитель, должны быть механически прочно закреплены на шасси;

- 11) каждая лампа должна иметь свою общую точку, к которой присоединяются заземляемые концы ее радиодеталей;
- 12) к одному лепестку следует припаивать не более трех проводников;
- 13) раньше всего следует распаивать те цепи и детали, которые не будут мешать дальнейшему процессу монтажа;

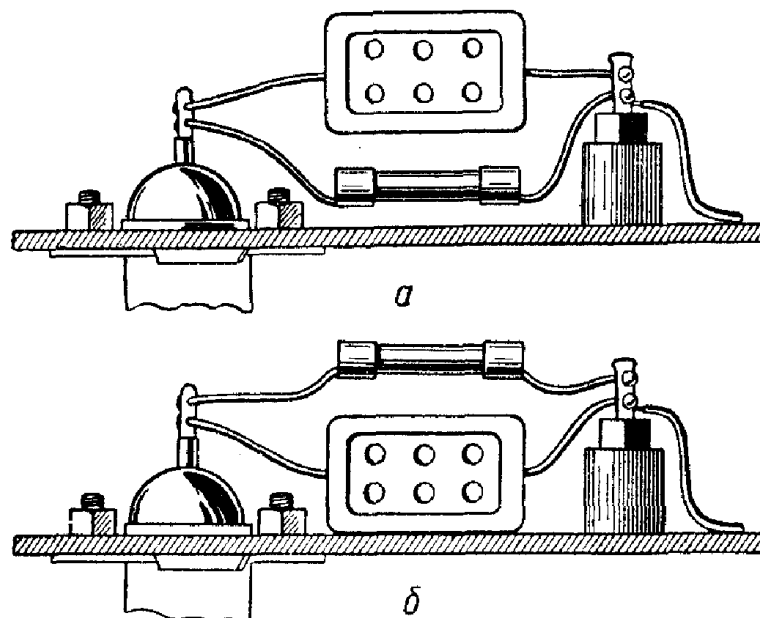


Рис. 141. Монтаж конденсатора и сопротивления при размещении их друг над другом:
а — неправильный, б — правильный.

- 14) избегать параллельного расположения проводников различных цепей, так как это приводит к увеличению паразитных связей между ними;
 - 15) сопротивления или конденсаторы, монтируемые между двумя точками, нужно располагать в центре между ними, чтобы оба вывода их имели одинаковую длину;
 - 16) если невозможно разместить сопротивления и конденсаторы типа КСО рядом из-за недостатка места на шасси, то их размещают один над другим. При этом конденсатор необходимо положить ребром на поверхность шасси (рис. 141), а сопротивление располагать над конденсатором, чтобы не произошло замыкание на шасси.
- **81. Механическая сборка УНЧ.** Технология изготовления УНЧ во многом зависит от выбора типа принципиальной схемы. Обычно схему усилителя выбирают с учетом диапазона усиливаемых частот, коэффициента усиления, минимального входного напряжения, частотной характеристики, коэффициента нелинейных искажений, номинальной выходной мощности

и т. п. УНЧ бывают однокаскадные и многокаскадные как на трансформаторах и дросселях, так и на сопротивлениях. В усилителях применяются и электронные лампы, и полупроводниковые приборы. Бывают усилители напряжения и усилители мощности.

После выбора подходящей схемы усилителя детально изучают ее работу, уточняют назначение всех деталей, их типы и номинальные величины. После этого отбирают нужные детали и тщательно их проверяют. Например, сопротивления проверяют по величинам номиналов, допусков и номинальной мощности, а конденсаторы — по величинам номиналов емкости, допусков и рабочему напряжению. Ламповые панели, клеммы, колодки, винты, гайки и пр. проверяются на механическую прочность, чистоту поверхности и отсутствие повреждений. Если ламповая панель грязная, то ее следует промыть бензином с помощью кисточки или ваты, а затем измерить утечку тока между контактными лепестками (особенно между анодным и сеточным). При большой утечке необходимо панель заменить. Если панель уже была в работе раньше, то необходимо очистить лепестки от припоя и тщательно их залудить, держа панель лепестками вниз.

Отобранные и тщательно проверенные детали необходимо правильно разместить на шасси.

Размеры шасси должны быть такими, чтобы на нем размещались необходимые ламповые панели, конденсаторы, сопротивления, трансформаторы, клеммы и пр. Шасси не следует брать очень маленькие, а также очень большие, так как в обоих случаях монтаж будет затруднен теснотой расположения или большим расстоянием между деталями, выводными клеммами и т. д. Высота шасси должна быть такой, чтобы детали не выступали из-за бортов.

Размещение деталей на шасси изображено на монтажной схеме (рис. 142). На такой схеме изображаются контуры шасси, а также основных деталей и соединительные провода между ними. Электрическая принципиальная схема усилителя показана на рис. 143.

Все детали размещаются и ориентируются так, чтобы соединительные провода имели наименьшую длину и по возможности не пересекались. Положение ламповых панелей избирается таким, чтобы выводы сеток и анодов ламп располагались как можно дальше друг от друга. Входные и выходные цепи должны быть разнесены на противоположные боковые стенки шасси для предотвращения паразитной связи между ними. Тяжелые детали и узлы, например силовые трансформаторы, следует устанавливать как можно ближе к боковым стенкам шасси во избежание прогиба последнего.

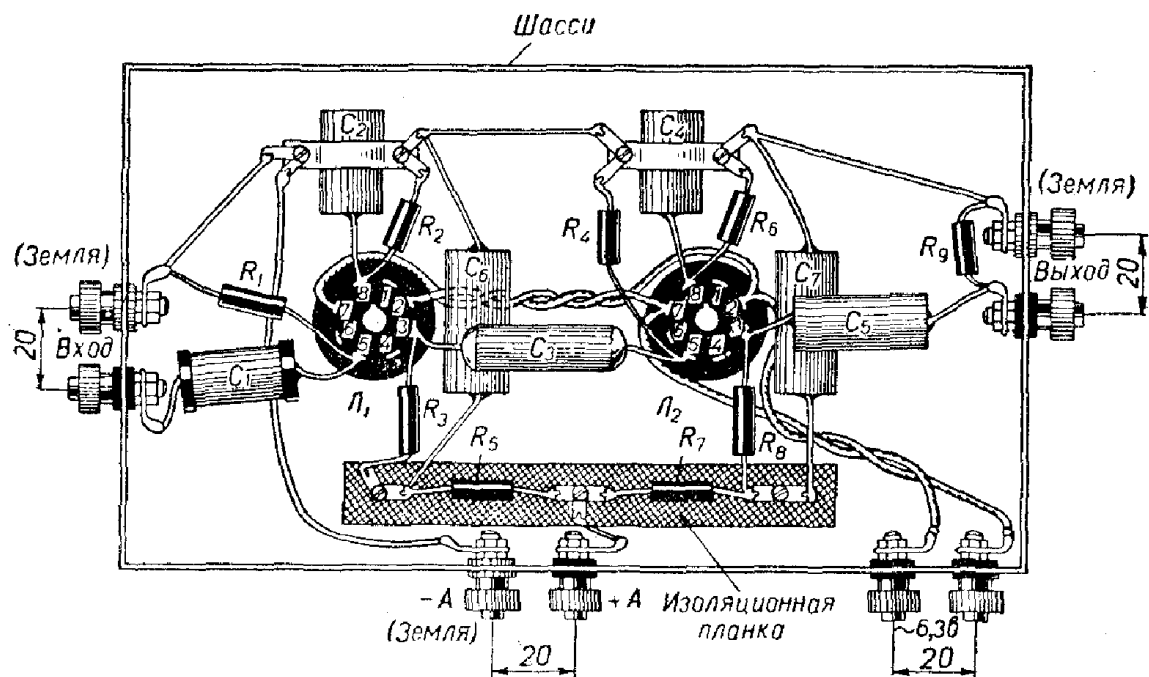


Рис. 142. Монтажная схема двухкаскадного усилителя низкой частоты.

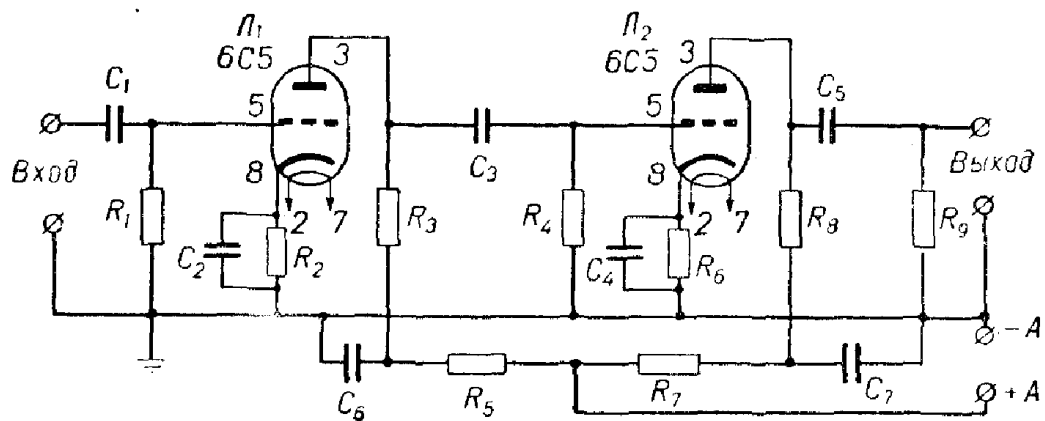


Рис. 143. Принципиальная схема двухкаскадного усилителя низкой частоты.

Пользуясь монтажной схемой и сборочным чертежом, производят механическую сборку усилителя, то есть закрепляют на шасси установочные детали. В массовом производстве все отверстия в шасси, необходимые для крепления деталей, изготовляются штамповкой. В индивидуальном производстве отверстия под ламповые панели сверлят специальным резцом, зажимаемым в патроне сверлильного станка, или небольшим сверлом, которым высверливают ряд небольших отверстий так, как показано на рис. 144. При достаточно плотном расположении этих отверстий внутренняя часть легко удаляется; после очистки краев полукруглым или круглым напильником получается отверстие нужного диаметра. Чтобы при сверлении отверстий не прогибалось шасси, в местах, где производится сверление, необходимо подкладывать под него деревянный брусок.

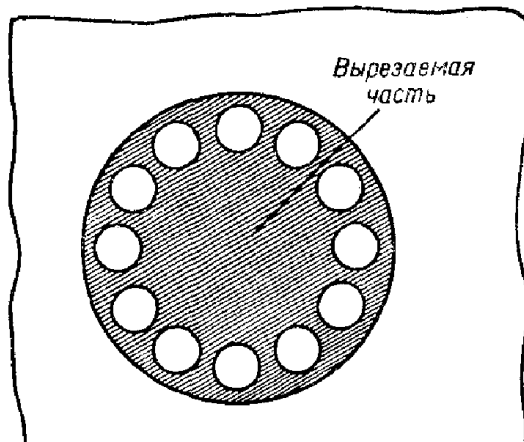


Рис. 144. Высверливание отверстий в шасси.

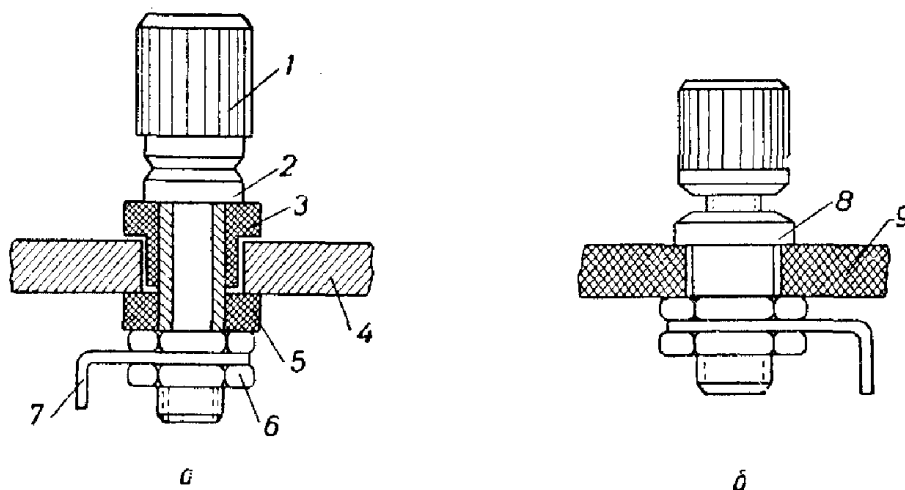


Рис. 145. Крепление клемм на втулке (а) и панельке (б):
1 — барашек; 2 — фасонная латунная втулка с отверстием под контактный штырек; 3 — втулка из изоляционного материала; 4 — шасси; 5 — шайба из изоляционного материала; 6 — гайка; 7 — контактный лепесток; 8 — фасонный латунный стержень; 9 — панелька из изоляционного материала.

Ламповые панели крепятся на шасси либо пружинящими кольцами, либо винтами с гайками, либо заклепками. Тяжелые бумажные, металло-бумажные и электролитические конденсаторы крепятся на шасси винтами с гайками или алюминиевыми скобами и хомутами. Размеры скоб или хомутов должны быть такими, чтобы конденсаторы плотно прижимались к шасси, обеспечивая надежный электрический контакт.

Различные клеммы и гнезда укрепляются на боковых стенках шасси. Клеммы, которые должны быть изолированы от шасси, устанавливаются на изоляционных втулках или на панелях из изоляционного материала (рис. 145). Все клеммы должны быть прочно закреплены гайками, под которые поджимаются контактные лепестки для припайки монтажных проводов и выводов навесных радиодеталей.

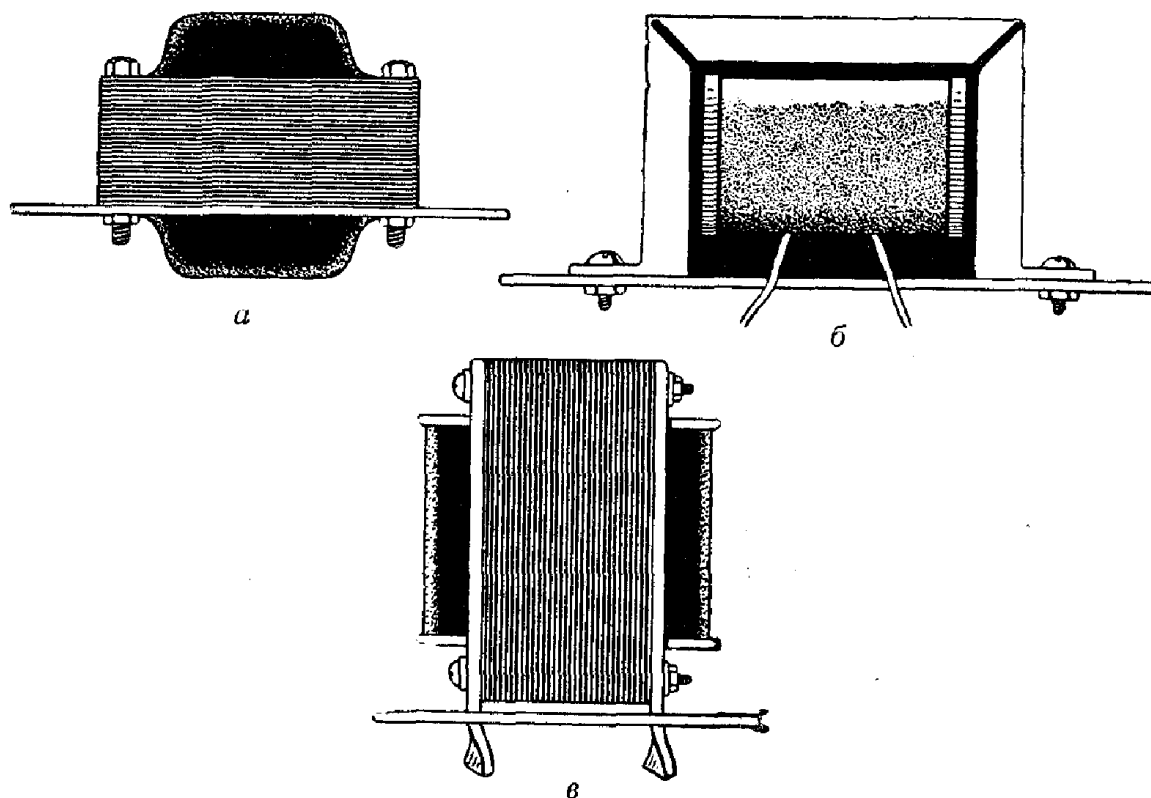


Рис. 146. Крепление трансформаторов:

а — стягивающими болтами; *б* — обжимной скобой и винтами с гайками; *в* — на лапках стягивающих планок.

Трансформаторы и дроссели низкой частоты крепятся на шасси шпильками с гайками или прижимными скобами с лапками (рис. 146).

- **82. Электрический монтаж УНЧ.** После сборки установочных деталей и узлов на шасси необходимо произвести электрический монтаж.

Для проведения электрического монтажа усилителя необходимо заготовить материалы для пайки (припой, флюсы), монтажные провода, сопротивления, конденсаторы и т. п.

Монтаж схемы усилителя производится обычно многожильным проводом в изоляции. Перед пайкой следует очистить конец провода от изоляции, затем скрутить все жилки вместе и залудить их.

Электрический монтаж усилителя следует начинать с прокладки проводников, питающих накал ламп. Проводники цепи

накала свиваются друг с другом. Это делает монтаж более компактным и снижает наводки переменного тока на сеточные цепи ламп. Провода питания накала необходимо прокладывать непосредственно по шасси, чтобы полностью избавиться от наводок.

Монтаж сеточной и анодной цепей следует начинать от первой лампы УНЧ, постепенно переходя к последующей, или же, наоборот, начинать от последней лампы и переходить к первой. Не следует начинать монтаж со середины схемы, так как в этом случае можно легко пропустить какое-либо сопротивление либо конденсатор или не в том месте распаять его.

Если все навесные детали с очень короткими выводами подпаять к лепесткам ламповой панели, то монтаж получается неудобным, скученным. Поэтому не следует монтировать все детали в непосредственной близости от ламповой панели. Например, гасящее сопротивление в цепи экранной сетки лампы можно расположить в некотором удалении от нее, так как по его выводам проходит только постоянная составляющая, которая не будет вызывать паразитной связи. Шунтирующий конденсатор должен быть расположен как можно ближе к лепесткам ламповой панели, чтобы напряжение высокой частоты было снято с экранной сетки непосредственно у ее выхода.

Для уменьшения наводок в проводах цепей экранной сетки лампы применяются провода в экранах из металлической оплетки. Экран провода соединяют с шасси (заземляют). Точка заземления выбирается по минимальному фону низкой частоты на выходе усилителя.

При изготовлении УНЧ на одном шасси с блоком питания необходимо тщательно продумывать размещение силового трансформатора, дросселя низкой частоты, блока питания и трансформаторов усилителя (входного, междуплампового и выходного). Их необходимо располагать так, чтобы возникающие в них магнитные поля были взаимно перпендикулярными.

Для уменьшения фона с частотой питающей сети экранируют силовой трансформатор крышкой из магнитомягкого материала; устанавливают трансформаторы подальше друг от друга.

Усилители монтируют панельным, беспанельным и смешанным способами. При панельном монтаже все мелкие навесные детали размещаются на отдельных расшивочных (распаячных, монтажных) панелях. При беспанельном монтаже навесные детали схемы размещаются на контактных лепестках опорных стоек, ламповых панелей и крупных деталей, жестко укрепленных на шасси. При смешанном монтаже навесные детали размещаются как на расшивочных панелях, так и на контактных лепестках крупных деталей.

Применение расшивочных панелей в низкочастотной аппаратуре упрощает монтажные работы, делает монтаж механически более прочным и придает ему красивый вид, но усложняет настройку аппаратуры.

Закончив электрический монтаж, проверяют качество пайки мест соединений, механическую прочность закрепления деталей, правильность их расположения и соответствие соединений монтажной и принципиальной схемам.

После проверки правильности монтажа усилителя приступают к его регулировке и настройке.

Качество работы усилителя зависит от исправности деталей, использованных при изготовлении усилителя, а также от правильности монтажа и точности регулировки.

При монтаже, настройке и проверке усилителя низкой частоты необходимо строго соблюдать правила техники безопасности.

Как правило, на аноды и экранные сетки усилительных ламп подается высокое напряжение порядка 200—300 в; поэтому при регулировке под током не следует касаться второй рукой шасси или металлических деталей, соединенных с шасси, чтобы не произошло замыкание через тело человека, что очень опасно для организма. Нельзя также производить пайку в блоке, если не выключено напряжение. Уходя с рабочего места, нужно выключать блок или снимать с него высокое напряжение. Открытый монтаж нельзя оставлять под током.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите о применении усилителей низкой частоты.
2. Перечислите основные требования, предъявляемые к монтажу УНЧ.
3. Расскажите, как следует размещать детали УНЧ на шасси.
4. В какой последовательности производится механическая сборка усилителя?
5. Расскажите о последовательности проведения электрического монтажа.
6. Какие элементы в УНЧ экранируются? Цель экранирования.
7. Расскажите о последовательности контроля сборочно-монтажных работ при изготовлении УНЧ.

•

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА СУПЕРГЕТЕРОДИННОГО РАДИОПРИЕМНИКА

- **83. Размещение деталей и узлов.** Очень часто супергетеродинные радиоприемники собирают на шасси вместе с блоком питания. Детали размещаются на шасси так, чтобы удобно было производить монтаж, чтобы отсутствовали паразитные связи и устойчиво работал приемник, а также были удобно расположены ручки управления и отсчетные устройства. В новой радиоаппаратуре большое внимание уделяется внешнему оформлению, а от распределения на лицевой панели органов управления и отсчетных устройств (шкал, указателей) зависит размещение деталей и узлов, связанных с ними механическими передачами и монтажными проводами.

Детали и узлы, которые будут периодически заменяться или регулироваться (например, радиолампы или катушки с сердечниками), следует располагать так, чтобы между ними и соседними деталями было свободное пространство для прохода пальцев руки или соответствующего инструмента.

Узлы и детали, между которыми может возникнуть паразитная связь, следует размещать как можно дальше друг от друга.

При размещении деталей и узлов следует также учитывать тепловое влияние соседних узлов друг на друга. Например, контурную катушку нельзя помещать вблизи мощных ламп или сопротивлений, так как от нагревания будут изменяться параметры катушки.

В шасси и стенках футляра приемника делают отверстия для циркуляции воздуха и охлаждения деталей при работе радиоаппаратуры.

- **84. Механическая сборка и электрический монтаж.** Для проведения механической сборки и электрического монтажа супергетеродинного радиоприемника рабочие места в цехе укомплектовываются сборочным и монтажным инструментом, сборочными чертежами, технологической картой, принципиальной

и монтажной схемами. Чтобы быстро и правильно собрать приемник, необходимо хорошо изучить его принципиальную схему, сборочный чертеж и монтажную схему. Перед сборкой отбирают и проверяют все необходимые детали и узлы, готовят инструменты, материалы и монтажные провода.

Вначале на шасси радиоприемника крепятся мелкие детали и узлы (например ламповые панели), затем крупные и тяжелые узлы (трансформаторы, конденсаторы фильтра и т. п.). Детали и узлы, которые в процессе монтажно-сборочных работ могут быть повреждены, крепятся на шасси в последнюю очередь (блок конденсаторов переменной емкости, шкала и т. п.).

После механического закрепления деталей и узлов на шасси приступают к электрическому монтажу. Вначале производят распайку накальных цепей всех ламп. Затем припаивают детали усилителя низкой частоты, детектора, усилителя промежуточной частоты, гетеродина и усилителя высокой частоты.

В радиоприемниках с питанием от сети переменного тока применяются ламповые выпрямители на кенотронных лампах, селеновых столбиках или германиевых диодах. При сборке селенового выпрямителя столбик укрепляется на шасси двумя угольниками. Если же селеновый выпрямитель изготовлен в виде пакета, то его укрепляют скобой.

Все более широкое применение в радиоприемниках получают выпрямители на германиевых диодах, которые при монтаже припаиваются на изоляционных панелях.

Необходимо помнить, что селеновые выпрямительные шайбы и германиевые диоды боятся влаги, а поэтому покрываются лаком. При повреждении их окраски может произойти пробой столбика или диода.

Провода выпрямителя в радиоприемнике нельзя прокладывать параллельно монтажным проводам других цепей, чтобы не появился фон с частотой, питающей сети.

При монтаже усилителя промежуточной частоты используются двухконтурные полосовые фильтры — трансформаторы промежуточной частоты (рис. 147). Подстройка контуров на заданную (промежуточную) частоту производится магнитодиэлектрическими сердечниками. Обычно монтаж, сборка и настройка таких фильтров производится на отдельном рабочем месте.

Рассмотрим технологический процесс сборки трансформатора промежуточной частоты радиовещательного супергетеродинного приемника. Базовыми деталями для сборки являются: панель основания 2, каркас катушки 6, экран 7 и конденсаторы постоянной емкости 5 (рис. 147, б).

Первая операция заключается в намотке катушек индуктивности на каркас. На общий каркас наматывают две обмотки (иногда секционированные) на некотором расстоянии друг от друга. Расстояние между центрами обмоток, определяющее коэффициент связи, должно точно соответствовать чертежу. Намотку универсального типа выполняют на намоточном станке проводом ЛЭШО $7 \times 0,07$. Каркас катушки закрепляют в шпинделе намоточного станка на оправке, диаметр которой несколько меньше диаметра отверстия в каркасе. Чтобы придать намотке необходимую механическую прочность, обмотки катушки пропитывают полистироловым лаком или клеем БФ-4. Концы обмоток обрезают на длину 50 мм, зачищают тонкой наждачной бумагой и залуживают припоем ПОС-60 с канифольным флюсом.

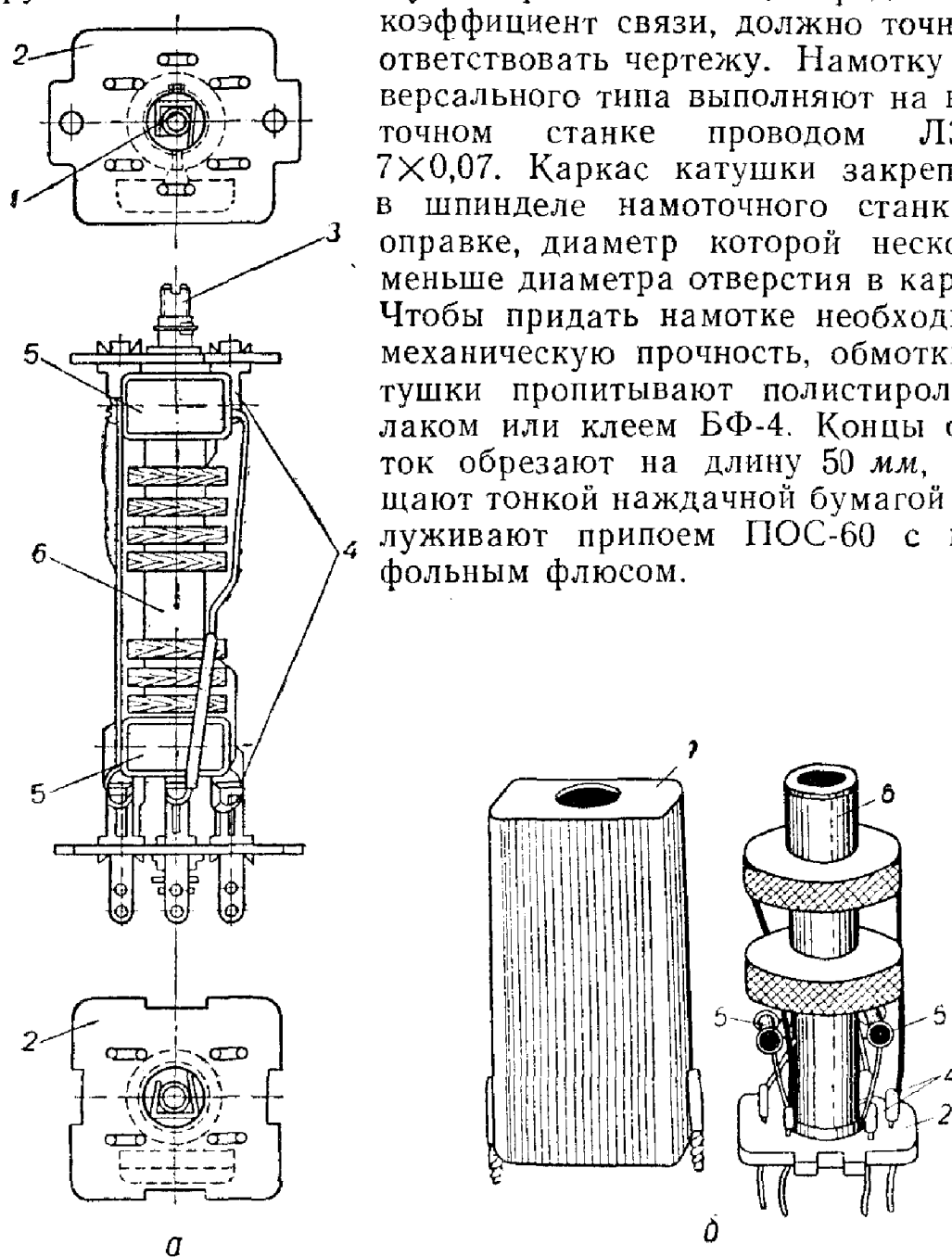


Рис. 147. Конструкции фильтров промежуточной частоты:

1 — стопорная пружина; 2 — панель основания с лепестками;
3 — винт сердечника; 4 — место пайки выводов с лепестками;
5 — конденсаторы; 6 — каркас; 7 — экран.

Следующая операция состоит в креплении контактных лепестков на пластмассовом основании, изготовленном из пресс-порошка. Крепят лепестки заклепками. Развальцовку заклепок

производят на ручном прессе с помощью вальцовочного пуансона, затем приступают к креплению каркаса с обмотками на основании. Для крепления в центре основания имеется шейка, на которую надевают трубчатый каркас. Шейку и внутреннюю поверхность каркаса смазывают клеем БФ-4. После высыхания клея получается механически прочное соединение.

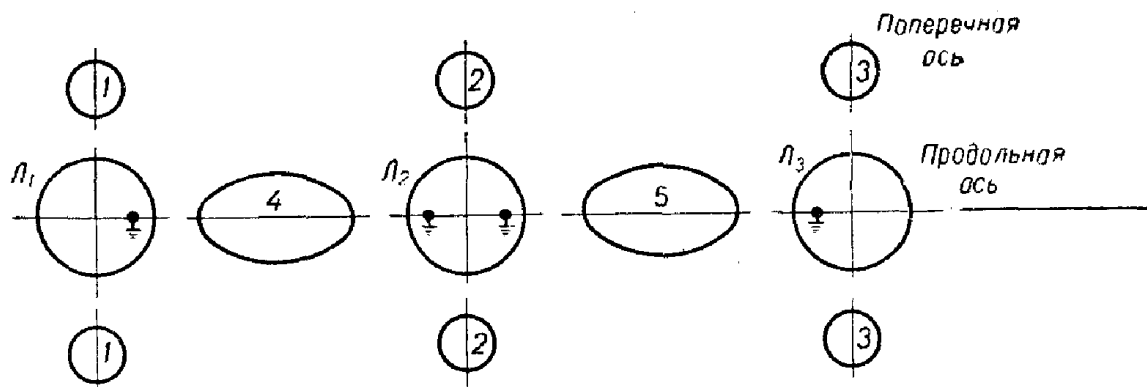


Рис. 148. Размещение деталей в УПЧ:

$Л_1$, $Л_2$, $Л_3$, — электронные лампы; 1 — детали экранирующей сетки и катода первой лампы; 2 — то же, для второй лампы; 3 — то же, для третьей лампы; 4 — детали анодной цепи первой лампы и сеточной цепи второй лампы; 5 — то же, для второй и третьей ламп.

После установки каркаса производят пайку. Конденсаторы типа КСО и КТК паяют непосредственно на лепестки, к которым припаивают также концы обмоток катушки. Места пайки промывают спиртом, проверяют и закрашивают цапонлаком. В эту же операцию входит маркировка выводов на наружной стороне основания.

Заключительная сборочная операция состоит в установке магнитного сердечника и экрана. Сердечник, изготовленный из карбонильного железа типа СЦР диаметром 7 мм, ввертывают в резьбу внутри каркаса.

Алюминиевый экран закрепляют двумя шпильками с шайбами и гайками, которые одним концом приклепываются по двум сторонам экрана, а вторым концом входят в прорези на основании.

Готовые трансформаторы (фильтры) УПЧ в дальнейшем поступают на испытательный стенд, где проходят проверку и предварительную настройку. На сборку приемника фильтры УПЧ поступают уже проверенные и настроенные.

К шасси экраны фильтров закрепляют винтами. Лепестки проходят через отверстия в подвал шасси, где припаиваются согласно схеме. При монтаже каскадов УПЧ фильтры необходимо располагать так, чтобы монтажные провода были короткими, иначе появятся паразитные обратные связи, которые могут исказить частотную характеристику или даже вызывать самовозбуждение усилителя.

Если лампы располагают в ряд, то следует стремиться к тому, чтобы детали цепей экранирующих сеток и катодов как можно ближе располагались к поперечной оси, проходящей через ламповую панель, а детали цепей управляющих сеток и анодов — по оси расположения ламп, как показано на рис. 148.

- **85. Монтаж усилителя высокой частоты, гетеродина, преобразователя частоты и входных контуров.** При изготовлении супергетеродинных приемников наиболее сложным является монтаж усилителя высокой частоты (УВЧ), преобразователя частоты и входного устройства. При монтаже этого узла все его детали располагаются как можно ближе к многосеточной лампе и переключателю диапазонов приемника. Это приводит к уменьшению длины монтажных проводов, а следовательно возможности проявления различных паразитных связей, вызывающих снижение качества работы приемника.

В радиоприемниках входные цепи, усилитель высокой частоты и преобразователь монтируются в одном блоке, называемом блоком высокой частоты. Так, например, в приемнике «Беларусь-53» высокочастотный блок смонтирован в отдельном кожухе, на котором сверху установлен строенный агрегат конденсаторов переменной емкости, лампа 6К3 усилителя высокой частоты и лампа 6А7 преобразователя частоты. Внутри блока имеется вращающийся барабан с катушками индуктивности. Барабан разделен на шесть отсеков по числу диапазонов приемника. В отсеках смонтированы катушки индуктивности входных цепей, усилителя высокой частоты и преобразователя каждого из диапазонов. Кроме индуктивностей, в каждом отсеке помещены подстроечные конденсаторы и металлические экраны. Вдоль барабана у каждого из шести отсеков установлена узкая плата из изоляционного материала с контактами, подключающими элементы блока высокой частоты к остальным узлам приемника. Переключение диапазонов приемника производится вращением барабана, имеющего фиксированные положения. Благодаря продуманному размещению элементов блока высокой частоты в каждом отсеке значительно упрощается монтаж, а соединительные провода имеют небольшую длину, что уменьшает емкость монтажа. Рядом с лампой усилителя высокой частоты на блоке установлен в цилиндрическом экране фильтр-пробка (запирающий фильтр), включенный в цепь катода лампы усилителя высокой частоты. Для вращения переменных конденсаторов на оси агрегата установлен барабан, через который проходит тросик от ручки настройки приемника.

В приемнике «Октябрь» также применяется высокочастотный блок, собранный на гетинаксовой панели. При монтаже

приемника цепи высокочастотного блока подпаиваются к УПЧ, блоку питания и т. д.

Особое внимание уделяется распайке переключателя: припой на контактных лепестках должен растекаться тонким слоем, чтобы не уменьшалось расстояние между контактными лепестками. Уменьшение этого расстояния может привести к электрическому пробое между лепестками или к увеличению потерь из-за увеличения межконтактной емкости. Нельзя также допускать чрезмерного перегрева пружинящих контактов, так как это может вызвать уменьшение контактного давления, а следовательно, увеличение переходного сопротивления. Чрезмерный перегрев может привести к потере пружинящих свойств материала пружинящих контактов.

Очень часто для электрического соединения используются выводы от катушки индуктивности, выполненные тем же проводом, что и обмотка. При этом необходимо осторожно снимать изоляцию с выводов и умело паять, чтобы не оборвать или не пережечь их.

- **86. Простой супергетеродинный радиоприемник.** На рис. 149 изображена принципиальная схема супергетеродинного радиоприемника. Приемник собран на четырех пальчиковых лампах и имеет два диапазона: длинноволновый (от 150 до 415 $\kappa\text{гц}$) и средневолновый (от 520 до 1600 $\kappa\text{гц}$). Чувствительность приемника на обоих диапазонах не ниже 150 $\mu\text{кв}$. Приемник потребляет от сети около 25 вт . На лампе 6А2П (L_1) собран преобразователь частоты. В цепь управляющей сетки этой лампы при помощи переключателя P_2 присоединяются входные контуры $L_2C_2C_4$ или $L_4C_3C_4$. Эти контуры индуктивно связаны с антенной. Гетеродинная часть преобразователя выполнена по трехточечной схеме с заземленным анодом, функцию которого выполняет экранная сетка. В анодную цепь преобразователя частоты включен фильтр промежуточной частоты $L_5C_{13}L_6C_{14}$, настроенный на частоту 465 $\kappa\text{гц}$. Колебания промежуточной частоты, усиленные лампой 6К4П (L_2) и выделенные контуром L_9C_{15} , подводятся через разделительный конденсатор C_{16} к детектору, работающему на германиевом диоде Д1Ж (D_1). Нагрузкой детектора являются сопротивление R_4 и потенциометр R_5 , который одновременно служит регулятором громкости. Колебания низкой частоты, снимаемые с этого потенциометра, подводятся через разделительный конденсатор C_{18} к управляющей сетке лампы 6Ж3П (L_3), работающей в качестве предварительного усилителя низкой частоты. Усиленные лампой L_3 , колебания низкой частоты поступают через разделительный конденсатор C_{20} на управляющую сетку лампы 6П1П окончательного каскада усиления мощности.

Питание экранных сеток ламп L_1 и L_2 осуществляется

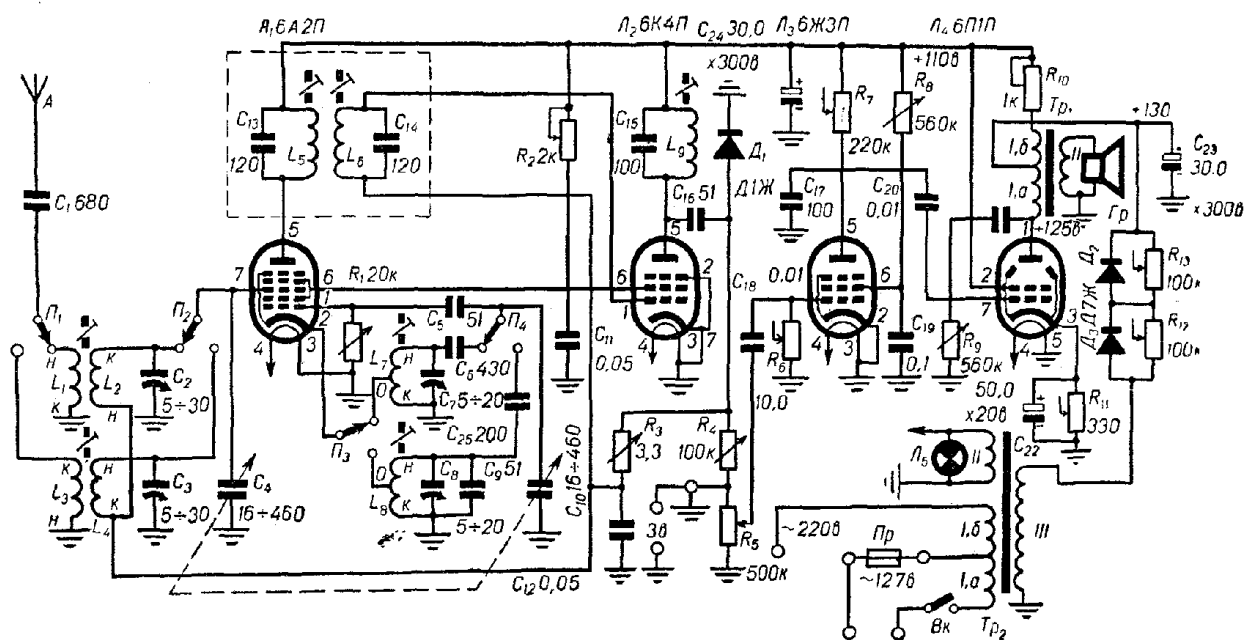


Рис. 149. Принципиальная схема супергетеродинного радиоприемника.

через общее сопротивление R_2 , а экранной сетки лампы $\mathcal{L}_3$ — через сопротивление R_8 .

В приемнике предусмотрена автоматическая регулировка усиления. Напряжение АРУ снимается с нагрузки детектора и через фильтр R_3C_{12} подводится к управляющим сеткам ламп $\mathcal{L}_1$ и $\mathcal{L}_2$. Для улучшения качества звучания в оконечном каскаде приемника между анодом лампы $\mathcal{L}_4$ и ее управляющей сеткой создается отрицательная обратная связь через конденсатор C_{21} .

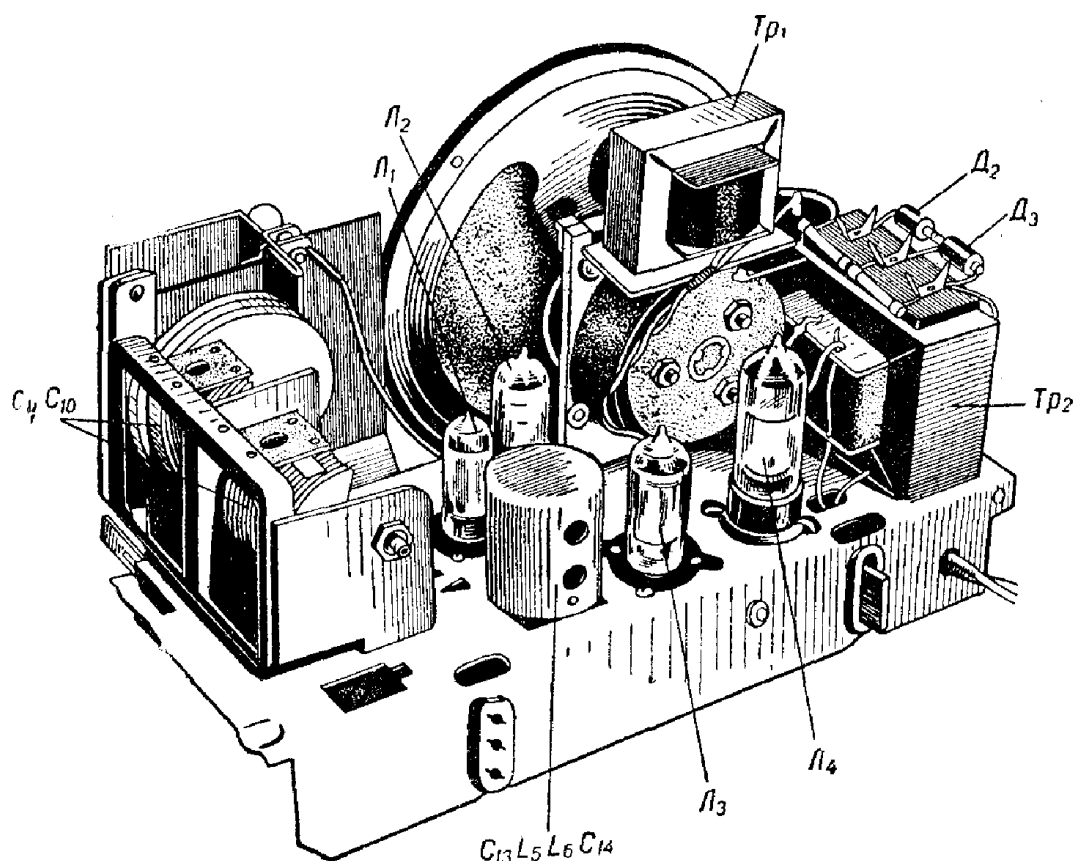


Рис. 150. Расположение деталей и узлов радиоприемника.

Анодные и сеточные цепи приемника питаются от однополупериодного выпрямителя, собранного на плоскостных германиевых диодах D_2 и D_3 (Д7Ж). Чтобы не подбирать диоды по обратному сопротивлению, они шунтированы выравнивающими сопротивлениями $R_{12}R_{13}$.

Приемник можно смонтировать на П-образном шасси, изготовленном из дюралюминия толщиной 2—2,5 мм. Размеры шасси — 275 × 110 × 50 мм. Сверху шасси устанавливаются: блок переменных конденсаторов, фильтр промежуточной частоты, динамический громкоговоритель с выходным трансформатором Tr_1 , лампы и силовой трансформатор Tr_2 , на котором расположена панель с диодами Д7Ж (рис. 150). Все мелкие детали располагаются в подвале шасси.

Размеры и расположение контурных катушек на каркасе показаны на рис. 151. Катушка L_1 содержит 320 витков провода ПЭЛШО 0,1; L_2 — 107 витков провода ЛЭШО $7 \times 0,07$; L_3 — 700 витков провода ПЭЛШО 0,1; L_4 — 370 витков провода ПЭЛШО 0,12; L_7 — $69 + 6$ витков провода ЛЭШО $7 \times 0,07$; L_8 — $133 + 10$ витков провода ЛЭШО $7 \times 0,07$.

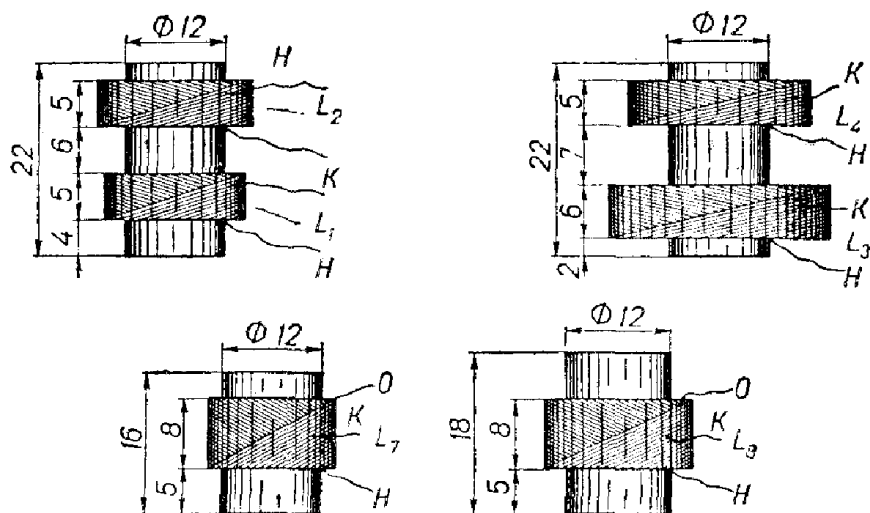


Рис. 151. Контурные катушки.

Каркасы для катушек можно изготовить из органического стекла, эбонита, текстолита, гетинакса или склеить из кабельной бумаги. Фильтры промежуточной частоты рассчитываются на частоту 465 кГц. Выходной трансформатор Tr_1 (рис. 149) изготовлен на сердечнике из пластин Ш-16. Пластины собраны встык с зазором 0,12 мм, толщина набора — 16 мм. Обмотки I, а и I, б состоят из 2850 и 150 витков провода ПЭЛ 0,1, а обмотка II — из 60 витков провода ПЭЛ 0,64.

Силовой трансформатор Tr_2 (рис. 149) собран на сердечнике из пластин Ш-19, толщина набора — 28 мм. Обмотки I, а и I, б содержат по 838 витков провода ПЭЛ 0,21, обмотка II — 40 витков провода ПЭЛ 1,0, а обмотка III — 840 витков провода ПЭЛ 0,16. Громкоговоритель применен типа ИГД-1.

Изготовление приемника следует начинать с подбора всех элементов схемы и изготовления шасси, трансформаторов, катушек контуров.

После подбора, изготовления и проверки необходимых деталей составляют монтажную схему. Выбрав наилучшее расположение деталей и узлов, приступают к механической сборке и электрическому монтажу приемника. Наконец, после сборки и монтажа производят проверку качества работы и необходимую регулировку.

При настройке и проверке приемник должен быть установлен и освещен так, чтобы монтаж был хорошо виден.

Категорически запрещается проверять наличие высокого напряжения пальцами или отверткой. Работать с включенным приемником можно только сухими руками, не касаясь заземленных предметов на рабочем месте. По окончании работы или при уходе с рабочего места необходимо выключать приемник и разряжать электролитические конденсаторы фильтров.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные блоки, из которых состоит супергетеродинальный радиоприемник.
2. Расскажите о размещении деталей и узлов приемника на шасси.
3. В чем заключается подготовка деталей к сборке?
4. Перечислите инструменты и приспособления, необходимые для проведения механо-сборочных работ приемника.
5. Расскажите о последовательности сборки и электрического монтажа приемника.
6. В чем заключается особенность монтажа усилителей высокой частоты, преобразователей и входных устройств приемника?
7. Расскажите технологию изготовления контурной катушки.
8. Продумайте и составьте монтажную схему простого радиоприемника.
9. Какой вид монтажа можно применить при изготовлении супергетеродинального радиоприемника?

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МОНТАЖНО-СБОРОЧНЫХ РАБОТ

- 87. Назначение технического контроля и функции ОТК на радиотехнических заводах. Высокое качество продукции, комплектность ее и соответствие техническим условиям могут быть обеспечены только при строгом соблюдении технологической дисциплины на всех этапах производства и при правильной организации труда. Первостепенную роль в решении этих задач призваны играть отделы технического контроля (ОТК). Работники этих отделов ведут контроль за качеством всей выпускаемой предприятием продукции, анализируют причины появления брака и проводят мероприятия для его предупреждения. А это ведет к уменьшению непроизводительных затрат сырья, материалов и рабочей силы, то есть способствует уменьшению себестоимости продукции.

Работа ОТК имеет большое значение для развертывания социалистического соревнования за выпуск продукции отличного качества, за присвоение рабочим, бригадам, цехам и заводам высокого звания — бригад, цехов или заводов коммунистического труда. Отдел технического контроля завода имеет контролеров (бюро цехового контроля), проверяющих качество продукции в каждом цехе и на всех ответственных участках производства.

В состав отдела технического контроля входит группа внешней приемки и внезаводская инспекция. Группа внешней приемки производит проверку качества, соответствия стандартам и техническим условиям всех материалов и полуфабрикатов, поступающих на завод от поставщиков, а также оформляет рекламации на забракованные материалы и детали. Внезаводская инспекция рассматривает рекламации потребителей на выпущенную заводом продукцию и следит за работой аппаратуры в процессе эксплуатации. Работники внезаводской инспекции выявляют дефекты, обнаруженные в процессе эксплуатации аппаратуры, и совместно с администрацией завода принимают соответствующие меры для ликвидации этих дефектов в изготовляемых изделиях.

В отделе технического контроля имеется изолятор брака, в который поступают все забракованные детали и узлы.

После проверки продукции контролеры ОТК делают соответствующую отметку в наряде рабочего, выполняющего данную работу, а на принятой продукции ставят клеймо. В наряде рабочего, кроме отметки о приемке, контролер ОТК проставляет оценку качества принятой продукции. В своей работе работники ОТК руководствуются технической документацией на изготавливаемую продукцию, в которую входят технические условия, чертежи, схемы, технологические карты.

При обнаружении брака контролеры производят сортировку отбракованных изделий на исправимый и неисправимый, или окончательный брак. Изделия с исправимым браком возвращаются рабочему с указанием способа его исправления.

Отделы технического контроля периодически проверяют инструмент и измерительную аппаратуру, которыми пользуются в цехах и лабораториях завода. Для этой цели в отделе технического контроля имеются лаборатории, где хранятся образцовые контрольно-измерительные приборы для проверки рабочих приборов. Инструменты и приборы, не отвечающие установленному классу точности, заменяются исправными.

Для работы в ОТК обычно подбираются наиболее опытные, высококвалифицированные рабочие и инженерно-технические работники. Работой отдела руководит начальник ОТК, который подчиняется непосредственно директору завода.

● **88. Последовательность проведения технического контроля.**

Смонтированный радиоприбор необходимо очистить от кусочков изоляции, откушенных кончиков проводников, гаек, шайб, винтов, металлических опилок и стружки, кусочков припоя и т. п. Эти предметы необходимо удалить, так как при проверке, а также при эксплуатации прибора они могут причинить много вреда и даже вывести прибор из строя. Очистку прибора необходимо производить осторожно, чтобы не повредить монтажа. Более крупные предметы (винты, гайки и т. п.) можно удалить, вытряхивая перевернутый вниз прибор. Мелкие предметы удаляются продувкой прибора струей сжатого воздуха. Особое внимание при проверке прибора необходимо обратить на удаление кусочков припоя, которые могут попасть между двумя контактами и замкнуть их.

Места пайки проводов и выводов радиодеталей к контактными лепесткам протирают от остатков флюса чистой тряпочкой, смоченной в спирте, бензине, ацетоне или другом растворителе.

После очистки прибора и его внешнего осмотра проверяют правильность установки деталей и узлов на шасси. Особое внимание уделяется тому, чтобы соответствовали сборочному

чертежу или монтажной схеме цифровые или буквенные обозначения на ламповых панелях, штепсельных разъемах и т. д. Одновременно с проверкой правильности установки той или иной детали проверяется надежность ее механического крепления. Приклепанные детали не должны проворачиваться или качаться. Головки заклепок должны быть хорошо осажены и иметь правильную форму. Заклепочный шов не должен иметь просветов и задиров (головки развальцованных заклепок, имеющие рваные и растрескавшиеся края, бракуются). Если детали или узлы укреплены при помощи винтов или гаек, необходимо проверить степень их затяжки. Концы винтов должны выступать не более чем на 1,5—2 мм. Винты с потайной головкой не должны выступать иззенкованного отверстия или проваливаться в нем.

Убедившись в правильности крепления винтов и гаек, их закрашивают цветной эмалевой краской, что предотвращает их саморазвинчивание и указывает, что данное крепление проверено.

Затем производится проверка плавности хода осей конденсаторов переменной емкости, переменных сопротивлений и других деталей, имеющих оси вращения. В переключателях проверяется четкость фиксации, положение ручек и указателей на них в момент фиксации. Ручки, закрепленные на осях, не должны качаться.

После проверки правильности сборки и надежности механического крепления деталей приступают к контролю качества пайки. Если вследствие плохого лужения провода и контактного лепестка припой не заполняет пространства между ними, то такую пайку необходимо исправить. Следует исправлять пайку и в том случае, когда на место пайки положено слишком много припоя, что может привести к замыканию соседних контактов.

Осмотр паек лучше всего производить по порядку, последовательно переходя от одной детали к другой. Одновременно с визуальным осмотром проверяют и механическую прочность пайки, подергивая проводники у мест пайки пинцетом. Чтобы не портить изоляцию на проводах, на концы пинцета надевают трубочки из мягкого материала (линоксила или полихлорвинила). При осмотре паек следует обращать внимание на то, чтобы изоляция провода (если она имеется) не доходила до контакта на 1—1,5 мм, а в местах разделки изоляции не было надрезанных жилок провода. Монтажные провода не должны перемещаться от изменения положения прибора.

Проверенные пайки закрашиваются цветным лаком, что отличает проверенные пайки от непроверенных и предохраняет их от окисления. Наконец, проверяют правильность электрических соединений. Такую проверку производят по принципиаль-

ной электрической схеме (для проверки электрических соединений иногда пользуются и монтажной схемой).

Правильность соединений лучше всего проверять при помощи омметра или приборов типа ТТ-1, ТТ-2 и Ц-52, в состав которых входит омметр. Лучше всего начинать проверку с цепей питания. Проверая правильность соединения цепей накала и высокого напряжения, одновременно необходимо убедиться, что между проводами разноименных полюсов нет замыкания. Проверая соединения цепей к первичной обмотке силового трансформатора, обращают внимание на то, не замыкаются ли они с корпусом прибора.

После проверки основных цепей питания переходят к проверке соединений в каждом каскаде радиоаппаратуры. Попутно измеряют омические сопротивления элементов схемы, величины которых указаны на принципиальной схеме. Для проверки той или иной величины сопротивления омметр необходимо переключать на соответствующую шкалу.

Во избежание ошибок и пропуска соединений при проверке цепи монтажа полезно делать отметки на принципиальной схеме. Если в монтаже имеются соединения, которые можно проследить «на глаз», то все же их лучше проверить омметром, так как бывают случаи отсутствия соединения вследствие плохой пайки или замыкания на корпус, незаметные при внешнем осмотре.

Одновременно необходимо проверять расцветку, свивку и экранировку проводов, а также правильность их укладки. Различные клеммы и гнезда проверяют, чтобы они не оказались замкнутыми на шасси.

Контроль серийной аппаратуры обычно производится по специально составленным для проверки картам сопротивлений и напряжений. Эти карты составляются на основе измерений нескольких вполне исправных образцов приборов. На картах сопротивлений приводятся величины сопротивлений между отдельными контактами ламповых панелей, трансформаторов, переключателей и шасси. Сопротивления, обозначенные двумя цифрами, показывают крайние значения сопротивлений при изменении положения ручек регулировки. Применение карты сопротивлений значительно упрощает процесс контроля, так как избавляет контролера от необходимости подсчитывать сопротивления по принципиальной схеме при параллельных разветвлениях. Кроме того, в этом случае устраняются возможные ошибки при проверке.

Для проверки режима работы аппаратуры и правильности ее электрического монтажа пользуются картами напряжений, которые составляют так же, как карты сопротивлений. На картах напряжений указаны величины напряжений между контактами ламповых панелей и шасси. Здесь же указываются

предельные допустимые отклонения от номинальных напряжений. При измерениях напряжений необходимо пользоваться вольтметром, обладающим большим внутренним (входным) сопротивлением, чтобы погрешность измерений была наименьшей.

После проверки качества монтажа прибор передается на настройку и регулировку, а затем снова проверяется на соответствие его основных параметров техническим условиям.

Заключительным этапом проверки качества смонтированной радиоаппаратуры являются контрольные испытания готовой продукции. Этот контроль ведется по контрольной технологической карте (или инструкции), в которой указывается, какие параметры должны быть проверены, при каких условиях и каким образом. Например, при испытании радиоприемника определяется его чувствительность, избирательность, правильность градуировки шкалы, выходная мощность и т. д.

При массовом и серийном производстве периодически производятся контрольные выборочные испытания аппаратуры. Во время этих испытаний детально проверяются все параметры, на основании чего проводятся мероприятия по улучшению технологии и качества выпускаемой продукции.

Методы и условия испытаний зависят от назначения и условий эксплуатации радиоустройства. Аппаратура, предназначенная для работы на кораблях, самолетах и автомобилях, должна быть испытана в условиях, равноценных или близких к действительным. Для этого на заводах оборудуются специальные испытательные лаборатории с камерами тепла и холода, камерами влаги, барокамерами, вибрационными стендами, установками для испытаний на тряску, центрифугами и другим специальным оборудованием.

- **89. Причины брака и методы борьбы с ним.** Причины возникновения брака могут быть самыми разнообразными. Брак может получиться при работе неисправным или плохо подобранным инструментом, при использовании материалов, не соответствующих технологической карте, или вследствие небрежности рабочего. Наиболее распространенными причинами брака являются неправильные приемы работы и невнимательность монтажника.

Наиболее характерными видами брака при сборке радиоаппаратуры являются: сорванные шлицы у винтов и грани у гаек; недотянутые винты и гайки; порча внешней отделки прибора; трещины в керамических изделиях; плохая клепка и т. д.

Перечисленные виды брака возникают по вине рабочего. Например, срыв шлицов у винтов, как правило, происходит вследствие применения неправильно заточенной отвертки;

сорванные грани у гаек — результат применения плоскогубцев или другого неподходящего инструмента вместо специальных ключей; порча отделки прибора может быть вызвана захлапленностью рабочего места ненужными предметами или отсутствием специальной подстилки. Обеспечение монтажника соответствующим инструментом и указания со стороны мастера исключают появление такого брака.

Наиболее характерными видами брака при электрическом монтаже радиоаппаратуры являются: пропуски соединений и неправильные соединения, надрезка части жил многожильного монтажного провода, некачественная пайка и т. д.

Некачественная пайка получается вследствие неправильного теплового режима работы паяльника — недогрев или перегрев. Как при недогреве, так и при перегреве паяльника не обеспечиваются необходимая прочность соединения и хороший электрический контакт. То же происходит и при работе с загрязненным припоем или флюсом. Чтобы предупредить такой брак, необходимо тщательно следить за чистотой паяльника и температурой его нагрева и периодически очищать его от нагара флюса, а также применять для пайки трубчатый припой. Применение трубчатого припоя, кроме повышения качества пайки и увеличения производительности труда, дает большую экономию припоя и флюса.

Пропуски соединений и неправильные соединения при монтаже, впаивание сопротивлений и конденсаторов, не соответствующих величинам, указанным в схеме, возникают вследствие невнимательности монтажника. Для предупреждения пропусков соединений при выполнении монтажа необходимо придерживаться определенной системы. Например, монтаж следует вести по отдельным цепям, а при многоламповой схеме — по каскадам. Нельзя приступать к монтажу следующей цепи или каскада, не окончив и не проверив предыдущую.

Одной из причин возникновения брака может быть неисправность инструмента и приспособлений, применяемых для зачистки проводов. В результате этого при снятии изоляции с монтажных проводов часть жилок многожильного или одножильного провода может оказаться надрезанной. Такой провод в месте надреза может легко обломаться. Чтобы устранить такой брак, необходимо вести тщательную настройку оборудования и приспособлений для зачистки концов проводов.

Соблюдение технологической дисциплины, пользование исправным инструментом, применение правильных приемов работы, контроль за оборудованием и приспособлениями, внимательность в работе обеспечивают высокое качество выпускаемой продукции и предупреждают появление брака.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните необходимость технического контроля на радиотехнических предприятиях.
2. Перечислите и объясните функции и права ОТК.
3. Расскажите о последовательности проведения технического контроля монтажно-сборочных работ.
4. Расскажите о методах проверки качества сборки и надежности механических креплений.
5. Как проверяется качество пайки?
6. Расскажите о последовательности проверки правильности электрических соединений.
7. Перечислите инструменты и приборы, необходимые для проверки монтажно-сборных работ, и дайте их краткую характеристику.
8. Расскажите о причинах, вызывающих необходимость испытания радиоаппаратуры.
9. Перечислите основные причины, вызывающие брак при изготовлении радиоаппарата.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

- 90. **Ламповые вольтметры.** Среди различных электронных приборов большое распространение получили приборы для измерения напряжения, которые называются **ламповыми**, или **катодными**, вольтметрами. Принцип действия ламповых

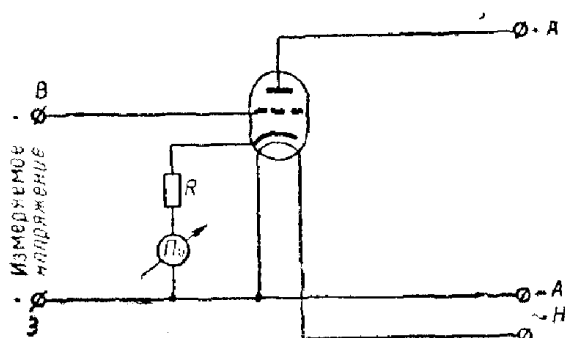


Рис. 152. Принципиальная схема простейшего лампового вольтметра.

вольтметров основан на изменении режима работы электронной лампы при подаче на ее электроды измеряемого напряжения (или определенной части измеряемого напряжения). Величина тока, проходящая через электронную лампу, зависит от величины измеряемого напряжения. Рассмотрим принцип действия лампового

вольтметра по упрощенной схеме (рис. 152), которая состоит из трехэлектродной лампы, магнитоэлектрического измерительного прибора *Пр*, включенного в анодную цепь этой лампы, сопротивления смещения *R* и источников питания (на схеме не показаны). Величина сопротивления смещения *R* подбирается так, чтобы при накоротко замкнутых клеммах *В* и *З* на сетку лампы подавалось отрицательное смещение, уменьшающее анодный ток до такой величины, при которой стрелка прибора будет устанавливаться на нуль.

Если к клеммам *В* и *З* подводится постоянное напряжение (плюсом к клемме *В*), то отрицательное смещение на сетке лампы уменьшается, а поэтому будет протекать анодный ток, что покажет стрелка прибора. Большему напряжению между клеммами *В* и *З* соответствует больший анодный ток лампы. По показаниям прибора *Пр* можно судить о величине подведенного напряжения.

В ламповых вольтметрах, предназначенных для измерения переменного напряжения, измеряемое напряжение или

часть его детектируется (выпрямляется) электронной лампой, а выпрямленный ток измеряется прибором магнитоэлектрической системы. Существуют различные схемы ламповых вольтметров. Однако все они состоят из детектора, служащего для выпрямления переменного напряжения, и измерительного прибора. Часто для увеличения чувствительности лампового вольтметра применяется усилитель, лампа которого включается в одно из плеч мостовой схемы. При поступлении на сетку лампы постоянного напряжения от детектора сопротивление лампы изменяется, баланс моста нарушается, что вызывает отклонение стрелки прибора, включенного в диагональ моста.

Для измерения больших напряжений на входе лампового вольтметра включают емкостный делитель напряжения, а для измерения малых напряжений их предварительно усиливают.

Широкое применение ламповых вольтметров в радиотехнике объясняется тем, что они обладают следующими достоинствами:

- 1) имеют большое входное сопротивление (от тысяч ом до десятков мегом) и малую входную емкость (порядка единиц пикофард);
- 2) работают в широком диапазоне частот (примерно до 3000 Мгц);
- 3) не боятся перегрузки на входных клеммах;
- 4) имеют почти равномерную шкалу;
- 5) позволяют измерять среднее, эффективное и амплитудное напряжения.

Одновременно следует указать и на недостатки ламповых вольтметров, а именно:

- 1) неустойчивость градуировки, зависящей от режима работы лампы, вследствие чего возникают значительные погрешности (+3 — +15%);
- 2) необходимость стабилизированных источников питания схемы вольтметра;
- 3) по сравнению с другими системами приборов ламповый вольтметр имеет большие габариты и вес;
- 4) зависимость показаний от формы кривой измеряемого напряжения.

- **91. Ламповый вольтметр типа ВКС-7Б.** Для измерений переменных напряжений синусоидальной формы применяют ламповый вольтметр типа ВКС-7Б (рис. 153).

Основные технические характеристики этого прибора следующие:

1. Пределы измерений от 0,1 до 150 в при частоте от 30 гц до 100 Мгц. Прибор имеет пять шкал: 1,5; 5; 15; 50 и 150 в.

2. Шкалы отградуированы в эффективных значениях напряжения.

3. Наибольшая погрешность измерения не превышает $\pm 3\%$;

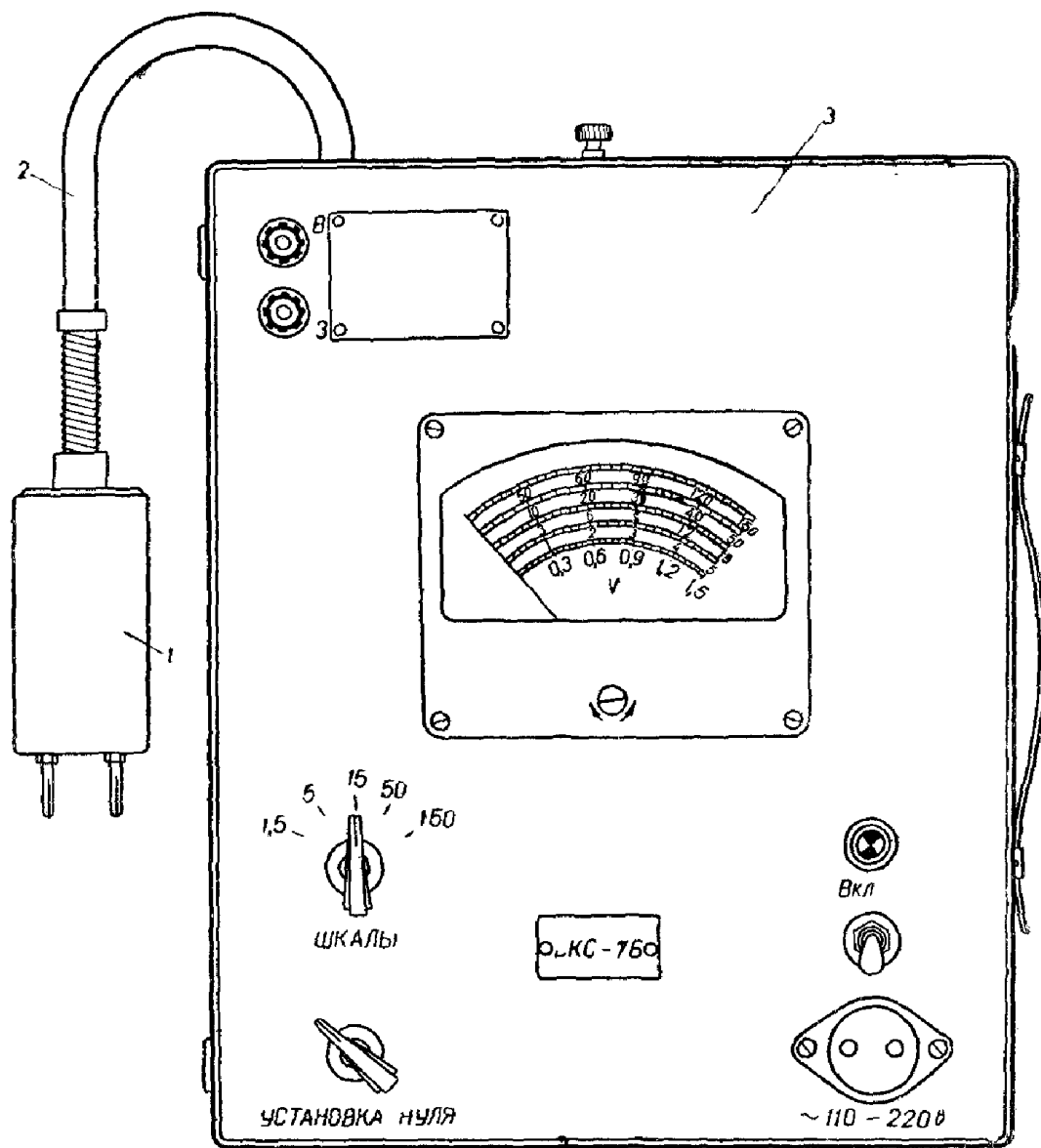


Рис. 153. Прибор ВКС-7Б:

1 — выносная детекторная головка; 2 — соединительный трехжильный кабель; 3 — передняя панель.

4. Входное сопротивление на низких частотах — не ниже 4 Мом, а на частоте 50 Мгц — 0,3 Мом. Входная емкость составляет 6 пф.

5. Для расширения пределов измерений до 10 кВ придается емкостный делитель напряжения типа ДНЕ-2.

6. Прибор выдерживает длительное входное перенапряжение до 300 В на любой шкале.

7. Прибор питается от сети переменного тока 50 Гц при напряжении от 100 до 240 В без каких-либо переключений, так

как в нем установлен феррорезонансный стабилизатор напряжения.

8) габаритные размеры прибора — $270 \times 330 \times 170$ мм.

9) вес прибора — 11 кг.

Прибор ВКС-7Б состоит из детектора, усилителя, включенного в одно из плечей мостовой схемы, стрелочного измерительного прибора и блока питания. Измеряемое переменное напряжение подается на детектор, смонтированный в выносной головке. С нагрузки детектора постоянное отрицательное напряжение поступает на управляющую сетку лампы, включенной в плечо моста постоянного тока. Увеличение отрицательного смещения на сетке этой лампы приводит к увеличению ее внутреннего сопротивления. Изменение сопротивления плеча моста, в котором включена лампа, вызывает разбалансировку моста и отклонение стрелки прибора, включенного в его диагональ. Чем больше амплитуда измеряемого напряжения, тем на больший угол отклонится стрелка прибора.

С помощью переключателя «Шкалы» изменяется чувствительность моста и производится грубая балансировка моста. Точная балансировка моста (установка стрелки на нуль) осуществляется ручкой «Установка нуля». При включении питания прибора загорается сигнальная лампочка, расположенная над выключателем «Включ.».

Чтобы подготовить прибор к работе, необходимо:

1) переключатель «Шкалы» поставить в положение «150»;

2) включить штепсельную вилку кабеля питания в розетку переменного тока 110—220 в и установить выключатель сети в положение «Включ.». После этого через несколько секунд стрелка прибора отклонится вправо до конца шкалы и вернется обратно;

3) дать прибору прогреться 2—3 мин;

4) поставить переключатель «Шкалы» в нужное положение;

5) замкнуть входные клеммы прибора и вращением ручки «Установка нуля» установить стрелку прибора на нуль;

6) подвести измеряемое напряжение с частотой до 10 Мгц к клеммам «В» и «З». К клемме «В» присоединяют провод с более высоким потенциалом, а клемму «З» соединяют с корпусом прибора или с землей;

7) вилку выносной головки детектора вставляют сверху в гнезда клеммы «В» и «З»;

8) при измерении напряжений с частотой выше 10—20 Мгц рекомендуется выносную детекторную головку подключать непосредственно в схеме. Точность измерений при этом значительно повышается.

При переходе с одной шкалы на другую необходимо каждый раз устанавливать стрелку прибора на нуль.

- **92. Ламповый вольтметр типа ЛВ-9-2.** Ламповый вольтметр типа ЛВ-9-2 (рис. 154) представляет собой переносный прибор, предназначенный для измерения напряжений переменного синусоидального тока частотой от 25 гц до 200 кгц. Этим прибором измеряются напряжения в диапазоне от 0 до 300 в.

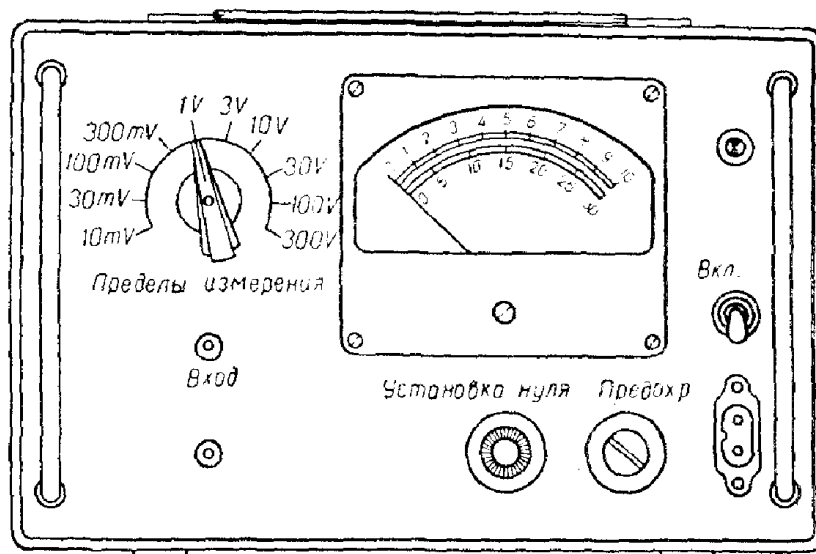


Рис. 154. Передняя панель прибора ЛВ-9-2.

Прибор имеет 10 пределов измерений с общей шкалой 10—30—100—300 мв и 1—3—10—100—300 в. Погрешность измерений $\pm 2,5\%$ при частотах до 50 кгц и $\pm 10\%$ при частотах свыше 50 кгц.

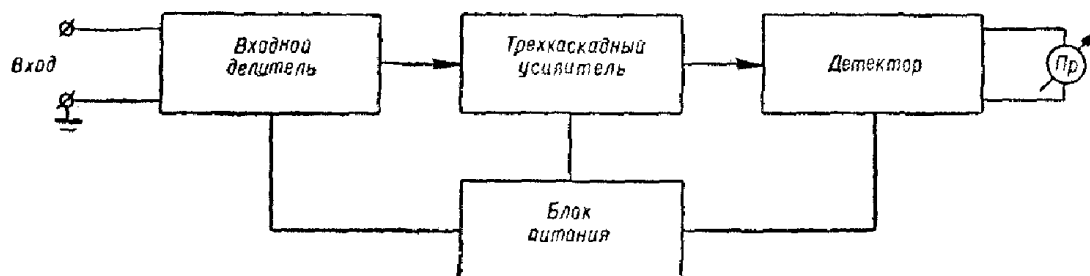


Рис. 155. Блок-схема лампового вольтметра типа ЛВ-9-2.

Входное сопротивление прибора на частоте 1000 гц равно 500 ком. Прибор питается от сети переменного тока частотой 50 гц с напряжением 110, 127 и 220 в. Вес прибора — 9 кг.

Блок-схема прибора изображена на рис. 155. На входе прибора имеется делитель, которым измеряются пределы измерения. Усиленное и детектированное напряжение измеряется прибором магнитоэлектрической системы.

На передней панели прибора расположены два входных гнезда («Вход»), ручка переключения пределов измерения, прибор магнитоэлектрической системы, ручка потенциометра

установки нуля, индикатор включения прибора (сигнальная лампочка), выключатель сети, предохранитель и колодка для подключения сети.

Для подготовки прибора к работе необходимо:

1) установить переключатель силового трансформатора в положение, соответствующее напряжению питающей сети 110, 127 или 220 в;

2) включить штепсельную вилку кабеля питания в розетку, выключатель сети поставить в положение «Включ.» и дать прибору прогреться в течение нескольких минут;

3) переключатель «Пределы измерения» установить в зависимости от величины измеряемого напряжения на соответствующее положение;

4) замкнуть клеммы «Вход» и ручкой «Установка нуля» установить стрелку измерительного прибора на нуль;

5) снять перемычку с входных клемм.

После подготовки лампового вольтметра можно производить измерения. Для этого к верхней клемме присоединяют провод, имеющий более высокий потенциал, а нижнюю клемму соединяют с землей. Напряжение отсчитывают по соответствующей шкале измерителя — прибора магнитоэлектрической системы.

- **93. Генераторы звуковой частоты.** При настройке, регулировке, а также при ремонте усилителей низкой частоты радиоприемников, телевизоров и магнитофонов пользуются генераторами звуковой частоты, которые являются источниками синусоидальных колебаний звуковой частоты. Генераторы звуковой частоты, например, широко используются для снятия частотных характеристик, определения выходной мощности, определения нелинейных искажений и т. п. Генераторы звуковой частоты используются также для питания мостиковых схем при измерениях, для модуляции измерительных генераторов высокой частоты и т. д.

Генераторы звуковой частоты должны иметь высокую стабильность и точность градуировки, широкий диапазон частот и достаточную мощность. Кроме того, напряжение на выходе должно регулироваться, а форма его кривой должна приближаться к синусоидальной.

Значительное распространение получили генераторы звуковой частоты типа ЗГ-10, ЗГ-11, ЗГ-12 и др.

Генератор звуковой частоты типа ЗГ-10 (рис. 156) имеет следующие основные технические характеристики:

1. Диапазон генерируемых частот от 20 до 20 000 гц разбит на три поддиапазона: а) от 20 до 200 гц (с множителем « $\times 1$ »); б) от 200 до 2000 гц (с множителем « $\times 10$ »); в) от 2000 до 20 000 гц (с множителем « $\times 100$ »).

2. Погрешность градуировки по частоте не превышает $\pm 2\%$.

3. Нестабильность частоты при измерении напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинала не превышает $\pm 0,2\%$.

4. Максимальное выходное напряжение 60 в при максимальной мощности в 5 вт.

5. Выход прибора рассчитан на нагрузку с сопротивлением 50, 200, 600 и 5000 ом.

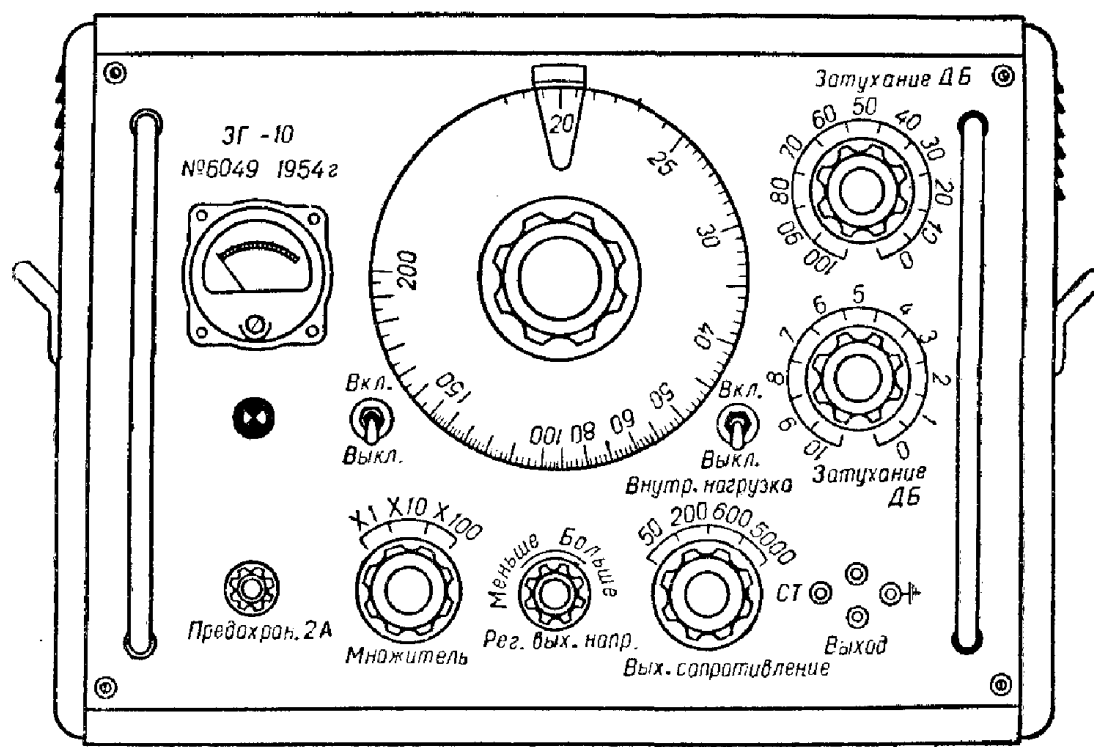


Рис. 156. Передняя панель прибора ЗГ-10.

6. Коэффициент нелинейных искажений при номинальной выходной мощности не более 0,7 %.

7. Прибор снабжен индикатором выходного напряжения до 60 в.

8. Прибор имеет плавную и ступенчатую регулировку выходного напряжения.

9. Прибор питается от сети переменного тока частотой 50 гц и напряжением 110, 127 и 220 в.

10. Вес прибора — около 35 кг.

11. Габаритные размеры прибора — 598×357×293 мм.

Генератор типа ЗГ-10 состоит из следующих основных блоков: задающего генератора, усилителя, лампового вольтметра, выходного устройства и блока питания (рис. 157). Генератор вырабатывает колебания с частотой от 20 до 20 000 гц и работает в режиме самовозбуждения. Частота генератора изменяется скачкообразно ручкой «Множитель», а плавно — ручкой с лимбом, на котором указаны цифры от 20 до 200.

Если ручка «Множитель» будет установлена в положение « $\times 1$ », то на выходе генератора будут колебания с частотой, равной показаниям на шкале лимба. Если же эта ручка будет установлена в положение « $\times 10$ », то на выходе генератора будут уже колебания с частотой, равной показанию на шкале лимба, умноженному на 10.

Двухкаскадный усилитель необходим для усиления напряжения колебаний, выработанных генератором до необходимого уровня. В усилителе имеется регулятор выходного напряжения, ручка которого выведена на переднюю панель прибора и имеет надпись «Рег. вых. напр.».

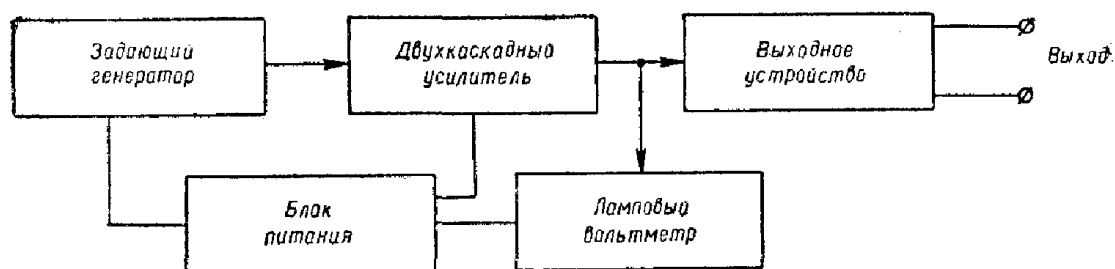


Рис. 157. Блок-схема генератора звуковой частоты типа ЗГ-10.

Ламповый вольтметр с прибором магнитоэлектрической системы указывает величину напряжения, снимаемого с усилителя при нагрузке 600 ом.

Выходное устройство состоит из двух делителей и согласующего трансформатора. При помощи делителей можно уменьшить выходное напряжение. Первым делителем уменьшают выходной сигнал до 100 дБ ступенями через 10 дБ, вторым — до 10 дБ через 1 дБ. В общей сложности сигнал можно ослабить после усилителя до 110 дБ. Делителями пользуются в тех случаях, когда необходимо получить на выходе напряжения, которые невозможно установить по стрелочному прибору (десятые и сотые доли вольта).

Согласующий трансформатор служит для согласования выходного сопротивления генератора с сопротивлением нагрузки.

При согласованной нагрузке (то есть выходное сопротивление генератора и сопротивление нагрузки одинаковы, например 600 ом и 600 ом) напряжение на выходе генератора соответствует величине, указываемой стрелочным прибором. При несогласованной нагрузке выходное напряжение генератора не соответствует напряжению, показываемому стрелочным прибором.

Блок питания необходим для питания ламп генератора, усилителя и лампового вольтметра.

Для подготовки прибора к работе необходимо:

1) проверить соответствие переключателя силового транс-

форматора напряжению питающей сети (переключатель находится на задней стенке прибора);

- 2) включить вилку в розетку питающей сети;
- 3) ручку «Рег. вых. напр.» повернуть против часовой стрелки до отказа, чтобы не вышел из строя стрелочный прибор;
- 4) выключатель сети «Вкл. — выкл.» поставить в положение «Вкл.». При этом загорится сигнальная лампочка «Сеть»;
- 5) дать прибору прогреться в течение 2—3 мин.

Напряжение заданной частоты и амплитуды получают так:

- 1) готовят прибор к работе;
- 2) ручкой «Множитель» и лимбом устанавливают необходимую частоту;
- 3) обе ручки «Затухание дб» ставят в положение «0»;
- 4) подключают выход прибора к нагрузке. Генератор может отдавать полное напряжение, указываемое стрелочным прибором, если нагрузку подключить к клеммам нижней и правой (заземленной), или половину, если нагрузку подключить к клеммам «СТ» и правой (заземленной);

5) выключатель «Внутр. нагрузка» ставят в положение «Выкл.»;

6) ручку «Вых. сопротивление» ставят в положение, соответствующее входному сопротивлению нагрузки. Если входное сопротивление нагрузки больше 5000 ом, то выключатель «Внутр. нагрузка» надо поставить в положение «Вкл.», а переключатель «Вых. сопротивление» — на «600». При таких положениях выключателя и переключателя напряжение на клеммах «Выход» будет соответствовать напряжению, указанному стрелочным прибором;

7) вращением ручки «Рег. вых. напр.» устанавливают по стрелочному прибору амплитудную величину выходного напряжения.

Для получения на выходе генератора небольших напряжений, которые невозможно установить по стрелочному прибору (десятые и сотые доли вольта), пользуются ручками «Затухание дб». Например, если на выходе генератора необходимо получить напряжение $U_{вых} = 0,1$ в, то вначале по стрелочному прибору устанавливают напряжение, удобное для вычислений, например $U_1 = 10$ в, а затем вычисляют величину затухания A в децибелах для получения необходимого на выходе напряжения:

$$A = 20 \lg \frac{U}{U_{вых}}.$$

Для рассматриваемого примера $U_1 = 10$ в, а $U_{вых} = 0,1$ в затухание в децибелах составит

$$A = 20 \lg \frac{10}{0,1} = 20 \lg 100 = 40.$$

Следовательно, для получения на выходе напряжения, равного 0,1 в, при установке по стрелочному прибору 10 в необходимо ввести затухание в 40 дБ и т. д.

- **94. Генераторы стандартных сигналов.** Генераторы стандартных сигналов (ГСС) вырабатывают колебания от 100 кГц до десятков мегагерц. ГСС применяются для настройки, регулировки и испытаний радиоприемной аппаратуры, а также для проверки градуировки других приборов, например резонансных волномеров.

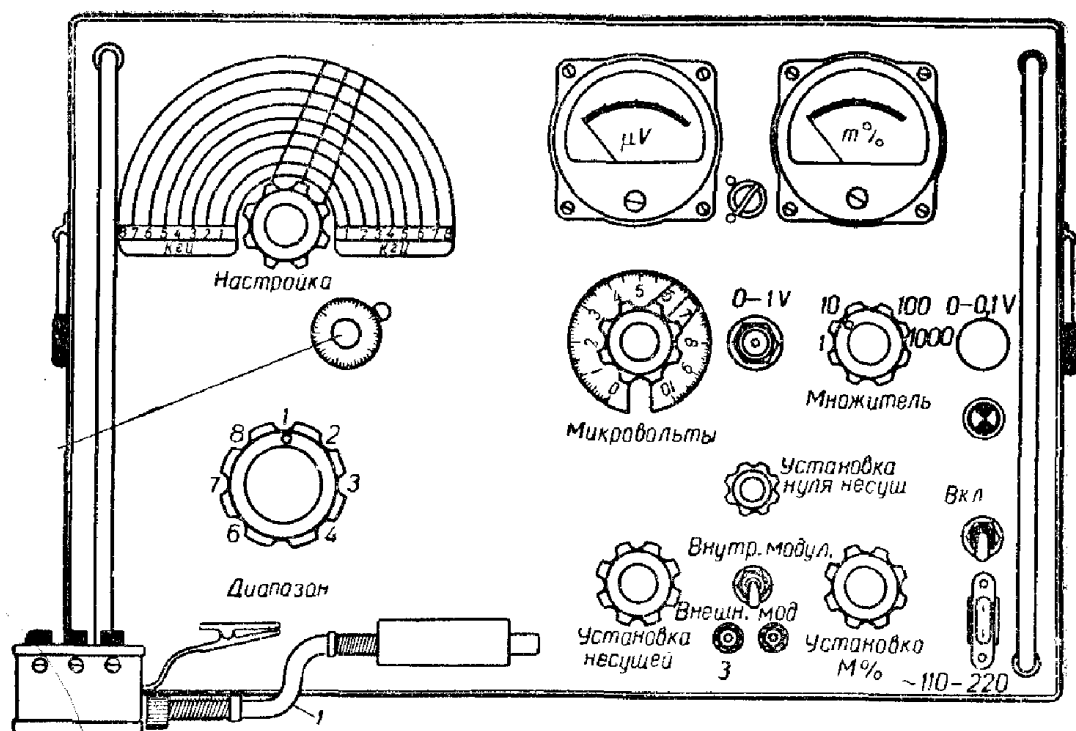


Рис. 158. Передняя панель прибора ГСС-6.

Генераторы стандартных сигналов вырабатывают колебания с плавно изменяющимися частотой и амплитудой выходного напряжения (от долей микровольт до единиц вольт).

Нашей промышленностью выпускаются генераторы стандартных сигналов типа ГСС-6, ГСС-7, ГСС-12, ГСС-17 и др. Наибольшее распространение получил генератор типа ГСС-6 (рис. 158).

Основные технические характеристики генератора стандартных сигналов типа ГСС-6 следующие:

1. Шкала имеет 8 поддиапазонов:

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| 1) 100 — 180 кГц; | 5) 1400 — 2800 кГц; |
| 2) 180 — 350 кГц; | 6) 2800 — 5600 кГц; |
| 3) 350 — 700 кГц; | 7) 5600 — 12 000 кГц; |
| 4) 700 — 1400 кГц; | 8) 1200 — 26 000 кГц. |

2. Точность градуировки по частоте $\pm 1\%$.

3. Выходное напряжение на конце кабеля с делительной головкой, подключенного к гнезду « $O — 0,1V$ », имеет пределы:
от 0,1 до 1000 мкв на контакте « $0,1$ » при сопротивлении выхода 0,8 ом;

от 1,0 до 10 000 мкв на контакте « 1 » при сопротивлении выхода 8 ом;

от 10 до 100 000 мкв на контакте « 10 » при сопротивлении выхода 40 ом.

С гнезда « $O — 1V$ » снимается напряжение от 0 до 1 в при сопротивлении выхода 40 ом.

4. Частота внутреннего модулятора 400 гц $\pm 5\%$.

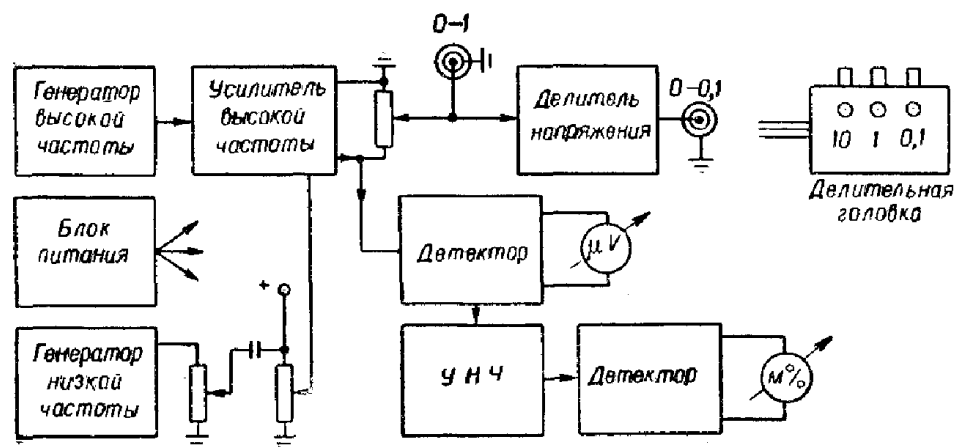


Рис. 159. Блок-схема генератора стандартных сигналов типа ГСС 6.

5. Амплитудная модуляция возможна в пределах от 0 до 100%.

6. Прибор может давать на выходе модулированные колебания с частотой модуляции от 50 до 8000 гц при использовании внешнего модулятора.

7. Прибор питается от сети переменного тока частотой 50 гц с напряжением 110 или 220 в. Допустимое напряжение — 100—140 в и 160—230 в.

8. Вес прибора — 25 кг.

9. Габаритные размеры прибора — 550×335×325 мм.

Прибор типа ГСС-6 состоит из генераторов высокой и низкой частоты (400 гц), усилителя высокой частоты (он же и модулятор), делителя напряжения, делительной головки лампового вольтметра-модулометра с приборами « μV » и $M\%$ », а также блока питания с феррорезонансным стабилизатором (рис. 159).

Ручкой «Диапазон» устанавливается один из восьми поддиапазонов прибора и производится настройка генератора на заданную частоту ручкой «Настройка». С генератора высокой частоты колебания поступают на вход усилителя высокой частоты, являющегося одновременно модуляционным блоком.

В усилителе высокой частоты осуществляется усиление колебаний генератора высокой частоты и амплитудная модуляция этих колебаний. Модулирующее напряжение подается с выхода генератора низкой частоты.

Выходное напряжение с усилителя высокой частоты, поступающее на вход делителя напряжения, изменяется ручкой *«Установка несущей»*, а установка необходимого коэффициента модуляции — ручкой *«Установка $M\%$ »*.

Делитель напряжения необходим для того, чтобы на выходе прибора ГСС-6 получать известные, заданные по амплитуде, напряжения. На вход делителя подается напряжение 1 в, контролируемое ламповым вольтметром, который измеряет напряжение несущей частоты. Глубину модуляции устанавливают по прибору *« $M\%$ »*.

Делительная головка (выносная) уменьшает выходное напряжение в 10 и 100 раз.

Для подготовки прибора к работе необходимо:

1) проверить соответствие переключателя силового трансформатора напряжению сети питания. Переключатель находится сзади прибора и закрыт крышкой, на которой написано *«110»* с одной стороны и *«220»* — с другой. Видимая цифра с внешней стороны указывает, на какое напряжение поставлен переключатель;

2) ручки *«Установка несущей»* и *«Установка $M\%$ »* повернуть против часовой стрелки в крайнее левое положение;

3) соединить прибор кабелем питания с розеткой и включить сеть выключателем *«Включ.»*. При этом загорается сигнальная лампочка;

4) дать прибору прогреться в течение нескольких минут;

5) переключатель диапазонов поставить в промежуточное (между двумя рабочими) положение;

6) ручкой *«Установка нуля несущ.»* установить стрелку прибора *« μV »* на нуль.

Для получения высокочастотных колебаний заданной частоты с амплитудой напряжения 1 в, снимаемого с гнезда *«О — IV»*, следует: а) ручками *«Диапазон»* и *«Настройка»* установить заданную частоту; б) ручкой *«Установка несущей»* довести стрелку прибора *« μV »* до деления *«1»*; в) ручку *«Микровольты»* установить на деление *«10»*. Деление *«10»* шкалы *«Микровольты»* при установке стрелки прибора *« μV »* на *«1»* соответствует 1 в на выводах гнезда *«О — IV»*.

Для удобства отсчета выходного напряжения непосредственно в вольтах по шкале *« μV »* ручку *«Микровольты»* оставляют в положении *«10»*, а плавно изменяют величину напряжения на выходе ручкой *«Установка несущей»*.

Для получения высокочастотных колебаний заданной частоты с амплитудой напряжения до 0,1 в к гнездам *«О —*

«0,IV» подключают специальный кабель с делительной головкой, выбирают нужный зажим делительной головки и устанавливают в соответствующие положения переключатель «Множитель» (ступенчатая настройка), а также ручки «Микровольты» и «Установка несущей» (плавная настройка). Например, для получения с зажима «10» делительной головки напряжения 1000 мкв необходимо установить ручку «Микровольты» на «10», ручку «Множитель» — на «10», а ручкой «Установка несущей» установить стрелку прибора « μV » на деление «1». При этом величину выходного напряжения подсчитывают, перемножая показания микровольтметра, переключателя «Множитель», ручки «Микровольты» и цифры на зажиме делительной головки:

$$1 \text{ мкв} \times 10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ мкв.}$$

Установка и изменение глубины модуляции осуществляется ручкой «Установка $M\%$ ». Величина глубины модуляции определяется по показаниям прибора « $M\%$ » при установке стрелки прибора « μV » на «1».

Модулирование ВЧ колебаний можно осуществлять как внутренней модуляцией, так и внешней. При внешней модуляции переключатель ставится в положение «Внешн. мод.», а к клеммам «Внешн. мод.» присоединяется звуковой генератор с выходным напряжением около 100 в.

- **95. Измерительные мосты.** Для измерения величин сопротивлений, емкостей и индуктивностей широко применяются измерительные мосты.

Сопротивления измеряются мостами постоянного тока, а емкости и индуктивности — мостами переменного тока. В мастерских, лабораториях и цехах радиозаводов для измерения сопротивлений, емкостей и индуктивностей, а также добротности катушек и коэффициента потерь конденсаторов широко используются универсальные мосты типа УМ-2.

Основные технические характеристики универсального измерительного моста типа УМ-2 следующие:

1. Индуктивность L_x можно измерять от 100 мкгн до 100 гн с точностью до $\pm 5\%$.

2. Емкость C_x можно измерять от 100 пф до 100 мкф с точностью до $\pm 3\%$.

3. Сопротивление R_x можно измерять от 10 ом до 1 Мом с точностью до $\pm 5\%$.

4. Добротность катушек Q_x можно измерять от 0,5 до 100 с точностью ниже $\pm 30\%$.

5. Коэффициент потерь конденсаторов можно измерять от 0,005 до 1 с точностью ниже $\pm 30\%$.

6. Емкость, индуктивность, добротность и коэффициент потерь конденсаторов измеряют на переменном токе с частотой 1000 гц.

7. Сопротивление измеряется на постоянном токе.

8. Прибор питается от сети переменного тока частотой 50 гц и напряжением 110, 127 или 220 в.

9. Вес прибора — 30 кг.

10. Габаритные размеры прибора — $485 \times 326 \times 275$ мм.

Универсальный мост УМ-2 (рис. 160) состоит из двух мостов переменного тока для измерений L и C , моста постоянного тока для измерений R , генератора (1000 гц) с усилителем,

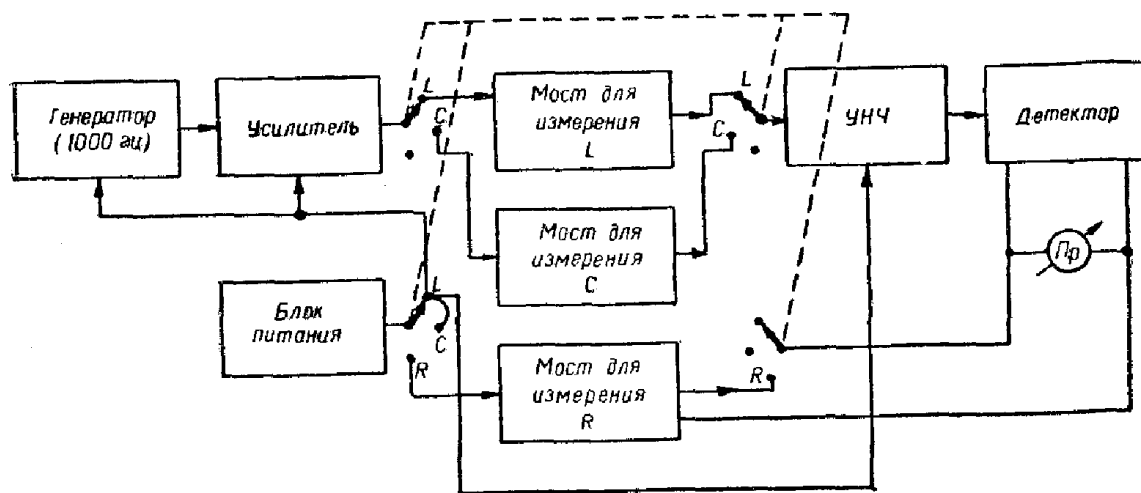


Рис. 160. Блок-схема универсального моста типа УМ-2.

усилителя УНЧ, детектора, блока питания, прибора магнитоэлектрической системы и многоконтактного переключателя. На блок-схеме переключатель находится в положении для измерения мостом индуктивности.

Указателем баланса мостов переменного тока служит микроамперметр (гальванометр) магнитоэлектрической системы, включенный в диагональ моста через усилитель, имеющий на выходе детектор. Применение усилителя способствует повышению точности измерений, так как при меньшей разбалансировке моста стрелка гальванометра может отклониться больше.

Указателем баланса моста постоянного тока служит тот же микроамперметр, включаемый уже непосредственно в диагональ моста.

Подготавливают прибор УМ-2 к работе следующим образом:

1) проверяют соответствие переключателя силового трансформатора напряжению питающей сети;

2) ручку «Чувствительность» поворачивают против часовой стрелки в крайнее левое положение;

3) переключатель «Грубо-точно» ставят в положение «Грубо»;

4) стрелку микроамперметра механическим корректором устанавливают точно на среднее деление шкалы (условный нуль);

5) подключают прибор к сети и включают выключатель «Питание». При этом должна загореться сигнальная лампочка.

Для измерений сопротивлений необходимо:

1) подготовить прибор к работе;

2) подключить измеряемое сопротивление к клеммам «R»;

3) переключатель «Измеряемые величины» поставить в положение «R»;

4) ручку «Чувствительность» повернуть вправо на угол примерно 60—90°;

5) переключатель «Отсчет» поставить в положение «0»;

6) ручку шкалы «Отсчет» поставить на деление «20»;

7) ручку переключателя «Умножить» вращать слева направо до тех пор, пока стрелка микроамперметра не пересечет условного нуля шкалы. Если стрелка микроамперметра будет находиться все время по одну сторону от среднего деления шкалы, то нужно вращать переключатель «Отсчет» на другие деления, добиваясь минимального отклонения стрелки от нуля. После этого следует вращать ручку шкалы «Отсчет» до установления стрелки микроамперметра на нуль;

8) произвести отсчет измеряемой величины сопротивления R , которая определяется умножением суммы показаний шкалы ручки и переключателя «Отсчет» на показания шкалы переключателя «Умножитель».

Примечание. Шкалу переключателя «Умножитель» следует ставить в такое положение, при котором показания на шкале ручки «Отсчет» были бы больше десяти. Это повышает точность измерений.

Для измерений индуктивности или емкости необходимо:

1) подготовить прибор к работе;

2) переключатель «Измеряемые величины» поставить в положение «L» или «C»;

3) подключить измеряемую величину к клеммам «L» или «C»;

4) переключатели «Фаза» и «Отсчет» поставить на нуль;

5) шкалу ручки «Фаза» при измерении емкости поставить на «0», а при измерении индуктивности — на «20».

6) ручку «Чувствительность» повернуть вправо так, чтобы стрелка микроамперметра незначительно отклонилась от нуля;

7) при помощи вращения шкалы ручки «Отсчет» и переключателей «Отсчет» и «Умножитель» добиться минимально-

го отклонения стрелки микроамперметра от нуля. Измерение следует начинать с наибольшего значения множителя на переключателе «*Умножитель*» и, убедившись, что минимальное отклонение стрелки достигается при малых показаниях шкалы ручки «*Отсчет*», переходить к меньшим множителям;

8) добившись наименьшего отклонения стрелки от нуля, поочередно вращать ручки «*Отсчет*», «*Фаза*» и «*Чувствительность*», чтобы установить стрелку еще ближе к нулю;

9) получив острый минимум показаний микроамперметра (при этом малейший поворот ручек «*Отсчет*» или «*Фаза*» вызывает резкий уход стрелки микроамперметра от нуля), переключатель «*Грубо — точно*» поставить в положение «*Точно*» и снова поочередным вращением шкал ручек «*Фаза*» и «*Отсчет*» добиться еще большего приближения стрелки микроамперметра к нулю;

10) измеряемая величина L или C определяется как произведение суммы показаний шкалы ручки и переключателя «*Отсчет*» на показания шкалы переключателя «*Умножитель*».

- **96. Электронные осциллографы.** С помощью электронных осциллографов визуально наблюдают мгновенные электрические процессы и измеряют величину тока, напряжение, частоту и длительность импульсов, глубину модуляции, сдвиг фаз и т. д. В импульсной технике осциллографы являются незаменимыми приборами.

Основной частью осциллографа является электронно-лучевая трубка с электростатическим отклонением луча. Исследуемое напряжение подается через усилитель вертикального отклонения на вертикально отклоняющие пластины трубки (ВОП). Коэффициент усиления усилителя вертикального отклонения может изменяться при помощи органов управления усилением по вертикали. На горизонтально отклоняющие пластины трубки (ГОП) подается напряжение, развертывающее луч по горизонтали. Для создания развертывающих напряжений в схеме осциллографа имеются генераторы развертки, генерирующие пилообразное напряжение. Для наблюдения синусоидальных процессов и импульсных процессов с малой скважностью используется непрерывная пилообразная развертка. Генераторы непрерывной развертки создают пилообразное напряжение, которое через усилитель горизонтального отклонения подается на ГОП. Частота непрерывной развертки может изменяться как плавно в пределах установленного диапазона, так и скачком при переходе с одного диапазона на другой при помощи переключателя диапазонов частот.

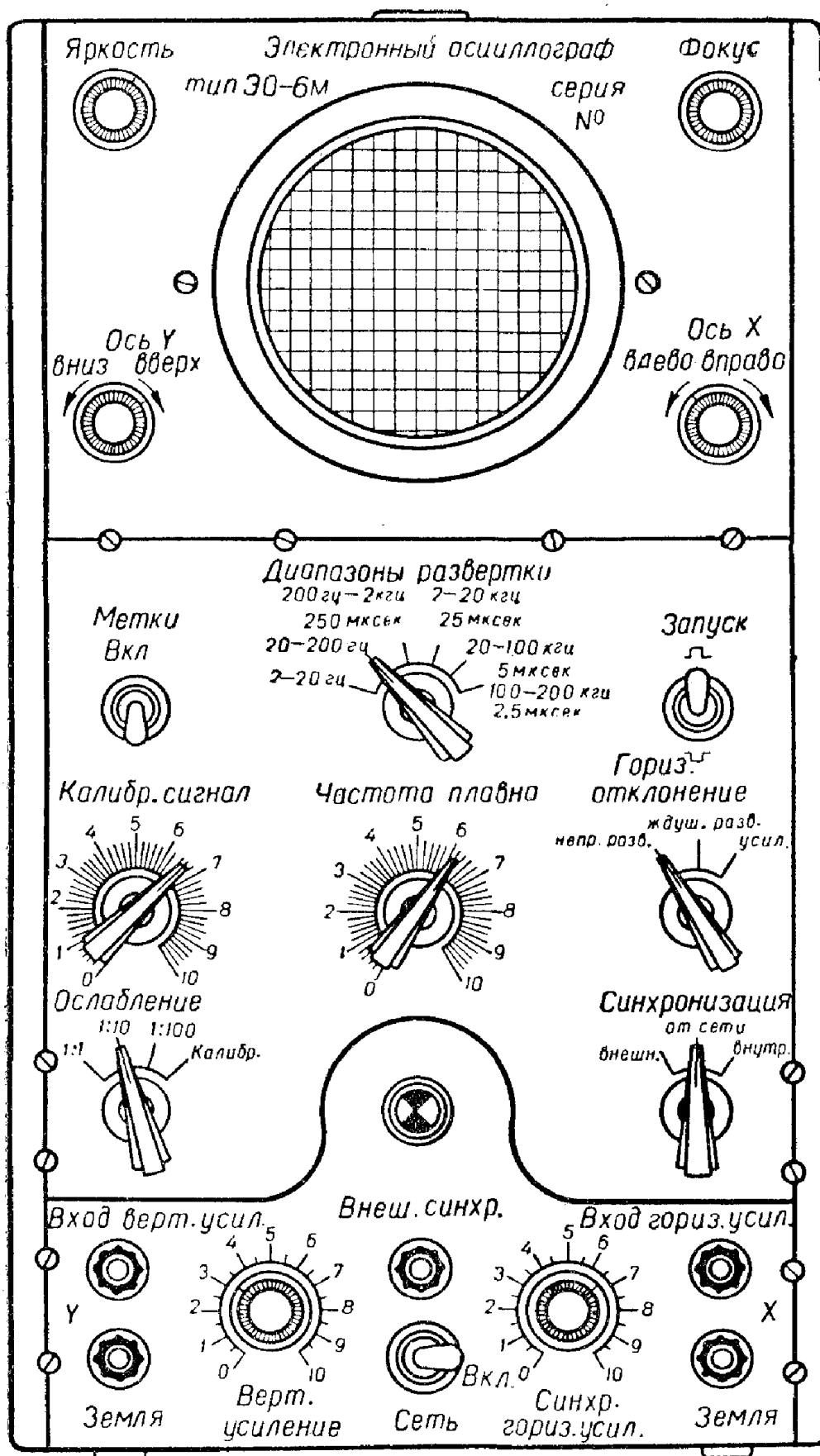


Рис. 161. Передняя панель электронного осциллографа ЭО-6М.

Для получения устойчивого изображения на экране осциллографа применяется синхронизация развертки. В осциллографах используется в основном три вида синхронизации:

1. Внутренняя, при которой в качестве синхронизирующего напряжения используется исследуемый сигнал.

2. Внешняя, при которой синхронизирующее напряжение с частотой, равной или кратной частоте исследуемого сигнала, подводится к специальному входу.

3. Синхронизация с частотой питающей сети.

Для наблюдения импульсных процессов большой скважности используются генераторы ждущей развертки, которые запускаются исследуемым или каким-то внешним сигналом. При приходе запускающего импульса генератор ждущей развертки совершает один цикл колебаний, генерирует один пилообразный импульс и затем «ждет» прихода следующего запускающего импульса. При этом начало импульса развертки совпадает по времени с приходом исследуемого импульса на ВОП.

Регулировка амплитуды развертывающего напряжения позволяет изменять масштаб изображения по горизонтали.

На передней панели осциллографа (рис. 161) располагаются органы управления лучом трубки, которые позволяют изменять яркость и фокусировку луча, а также смещать луч по горизонтали и вертикали.

Широкое применение в цехах радиозаводов получили электронные осциллографы типа ЭО-6М. Их основные технические характеристики следующие:

1. Чувствительность усилителя вертикального отклонения («Ось Y ») — не менее 24 мм/в, а усилителя горизонтального отклонения («Ось X ») — не менее 30 мм/в.

2. Коэффициент ослабления входного аттенюатора 1 : 1; 1 : 10; 1 : 100.

3. С параллельно подключенной входной емкостью до 55 пф входное сопротивление усилителя вертикального отклонения — 1,8 Мом, горизонтального — 80 ком.

4. Длительность ждущей развертки — 2,5; 5; 25 и 250 мксек.

5. Длительность импульсов калибрационных меток составляет 0,5; 1; 5 и 20 мксек.

6. Нелинейность разверток не превышает $\pm 10\%$.

7. Прибор питается от сети переменного тока частотой 50 гц при напряжении 127, 220 в или частотой 400 гц при напряжении 115 в.

8. Исследуемые напряжения можно подавать непосредственно на отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки (рис. 162).

Для подготовки осциллографа типа ЭО-6М к работе необходимо:

1) проверить соответствие положения переключателя сети величине питающего напряжения (переключатель находится на задней стенке прибора);

2) проверить подключение усилителей вертикального и горизонтального отклонений (переключатели «Усилители» находятся на задней панели прибора);

3) переключатель «Гориз. отклонение» поставить в положение «Непр. разв.»;

4) переключатель «Диапазоны развертки» установить в положение «260 гц — 2 кГц».

5) включить шнур питания в розетку сети и поставить выключатель «Сеть» в положение «Вкл.» (при этом загорится сигнальная лампочка). Дать прибору прогреться в течение 1—2 мин;

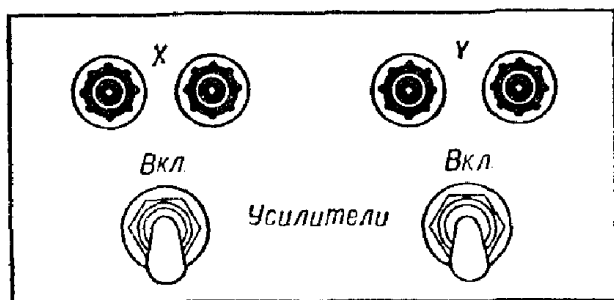


Рис. 162. Задняя панель прибора ЭО-6М.

6) ручку «Яркость» вращать вправо до появления на экране светящейся горизонтальной полосы;

7) ручку «Фокус» вращать до появления на экране четкого изображения линии;

8) ручками «Ось Y» и «Ось X» установить светящуюся линию по центру экрана трубки;

9) выключатель «Метки» поставить вниз (выключить).

Для исследования переменных периодических процессов на осциллографе типа ЭО-6М следует: а) установить ручку «Синхронизация» в положение «Внутр.»; б) подвести исследуемое напряжение к клеммам «Вход. верт. усил.»; в) повернуть влево до упора ручку «Синхр. гориз. усил.»; г) установить ручку «Ослабление» в одно из трех положений (при исследовании малых напряжений в положение 1 : 1, а больших напряжений — в положение 1 : 10 или 1 : 100); д) установить ручкой «Верт. усиление» изображение на экране так, чтобы удобно было его наблюдать; е) установить ручку «Диапазоны развертки» в положение, соответствующее частоте исследуемого напряжения; ж) вращением ручки «Частота плавно» получить на экране неподвижное изображение одного или нескольких периодов исследуемого напряжения. Если изображение неустойчивое, то вращением ручки «Синхр. гориз. усил.» добиться устойчивости изображения.

- **97. Испытатель ламп типа ИЛ-14.** Для быстрой проверки годности приемно-усилительных радиоламп, маломощных генераторных ламп, кенотронов и газонаполненных стабилитронов пользуются прибором ИЛ-14. Этим прибором можно также проверить исправность индикаторных ламп накаливания. Приемно-усилительные и маломощные генераторные лампы испытываются на отсутствие короткого замыкания между электродами лампы, величину анодного тока и крутизну характеристик, наличие плохих контактов внутри лампы и на относительное качество вакуума.

Кенотроны проверяются на отсутствие короткого замыкания между электродами лампы и величину выпрямленного тока.

Газонаполненные стабилитроны проверяются на напряжение стабилизации и относительную степень стабилизации.

Прибор ИЛ-14 питается от сети переменного тока частотой 50 гц при напряжении 110, 127 или 220 в и от сети переменного тока частотой 400 и 800 гц при напряжении 115 в.

Переднюю панель прибора ИЛ-14 показано на рис. 163. Для коммутации и управления прибором пользуются испытательными картами (рис. 164). Для хранения испытательных карт в боковой стенке прибора имеется отсек. Рабочее положение прибора горизонтальное.

Для подготовки прибора к работе необходимо:

- 1) проверить соответствие положения переключателя силового трансформатора напряжению питающей сети;
- 2) переключатель сети поставить в положение «*Выкл.*»;
- 3) по перечню ламп определить номер испытательной карты для проверяемой лампы, а для сложных ламп — номера всех испытательных карт;
- 4) уложить испытательную карту на штепсельный коммутатор и во все отверстия на карте вставить до отказа штепселя, вынимая их из верхней планки.
- 5) установить испытываемую лампу в панель, номер которой указан на испытательной карте;
- 6) переключатель «*Операции*» поставить в соответствующее положение («*Коротк.*», «*Анод. ток*» и т. д.);
- 7) переключатель «*Электроды*» поставить в положение «1»;
- 8) подключить кабель питания прибора к колодке «*Питание*» и к сети;
- 9) переключатель сети поставить в положение «*Вкл.*» (при этом должна загореться сигнальная лампочка). Дать прибору прогреться в течение 2—3 мин;
- 10) кнопку «*Напряжение*» нажать и вращением ручки «*Установка напряж.*» довести стрелку индикаторного прибора до красной риски. Эту операцию необходимо выполнять с особым вниманием, так как неточное установление напря-

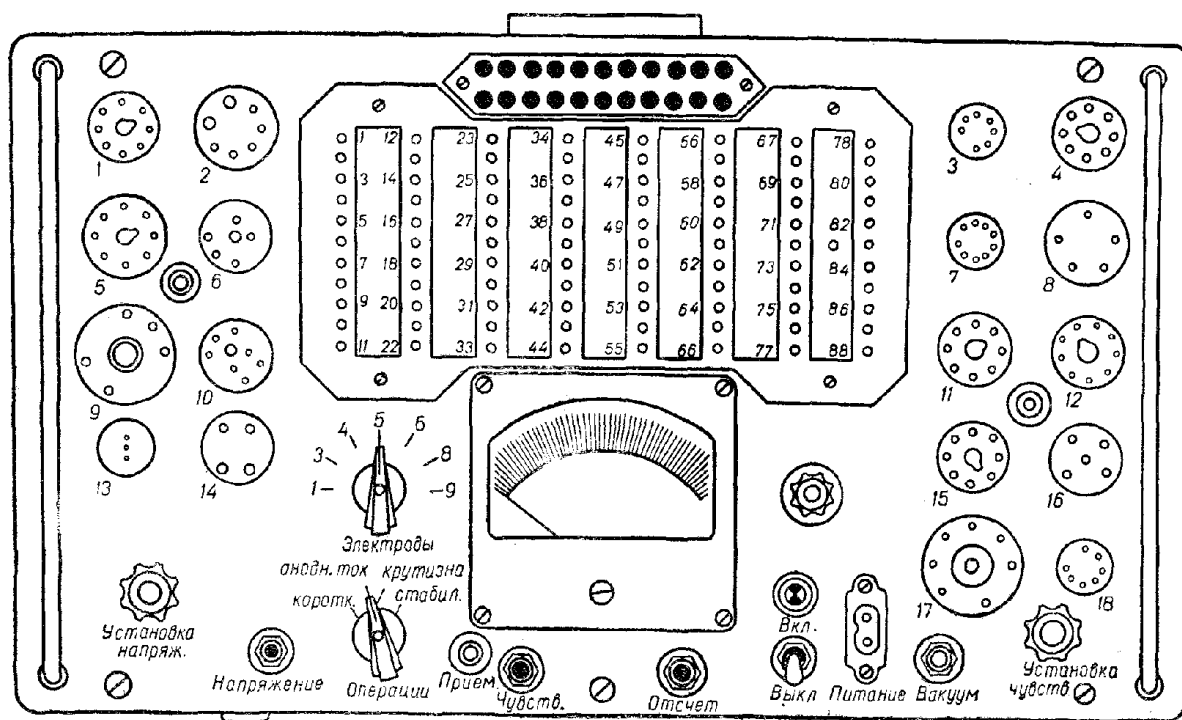


Рис. 163. Передняя панель прибора ИЛ-14.

жения питания ведет к дополнительным ошибкам при измерениях. Установку напряжения необходимо проверять перед каждым отсчетом измеряемого параметра.

Для проверки ламп на наличие короткого замыкания между электродами необходимо: а) подготовить прибор к работе; б) поставить переключатель «Операции» в положение «Анод. ток»; в) проверить установку сетевого напряжения; г) нажать кнопку «Отсчет» и по зонам годности для анодного тока на испытательной карте определить величину тока и степень годности лампы.

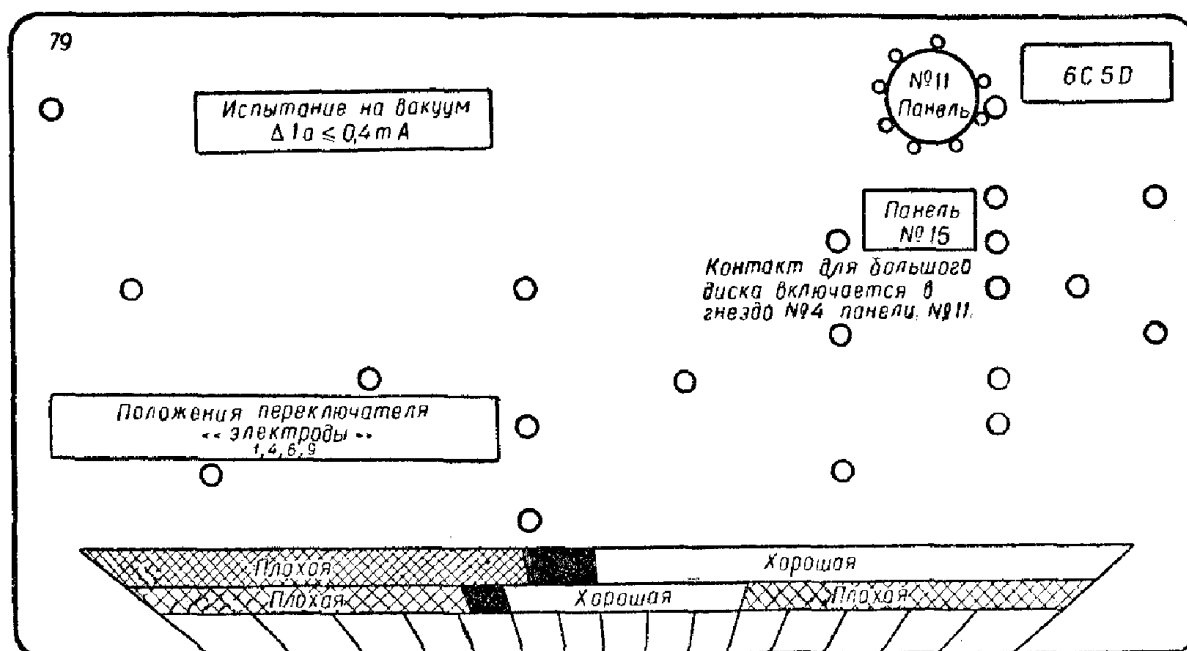


Рис. 164. Испытательная карта.

Для проверки ламп на плохие контакты (треск) внутри лампы необходимо: а) оставить испытатель с проверяемой лампой в положении проверки анодного тока; б) подключить к гнезду «Приемник» вход усилителя низкой частоты, включить его питание и установить максимальное усиление; в) постучать по баллону и цоколю проверяемой лампы. Отсутствие треска в громкоговорителе свидетельствует о ее исправности.

Для проверки ламп по крутизне характеристики необходимо: а) подготовить прибор к работе; б) поставить переключатель «Операции» в положение «Крутизна»; в) нажать кнопку «Чувств.» и ручкой «Установка чувств.» установить стрелку прибора против красной риски; г) нажать кнопку «Отсчет» и по зонам годности для крутизны на испытательной карте определить величину крутизны характеристики и степень годности лампы.

Для проверки лампы на относительное качество вакуума необходимо: а) измерить анодный ток лампы; б) нажать

кнопку «*Вакуум*» и отсчитать, на сколько изменится анодный ток лампы. У ламп с хорошим вакуумом изменения тока не должны превышать величины, указанной на испытательной карте.

Для проверки газонаполненных стабилитронов необходимо: а) подготовить прибор к работе; б) установить переключатель «*Операции*» в положение «*Стабил.*»; в) нажать кнопку «*Отсчет*» и заметить показание прибора; г) не отжимая кнопки «*Отсчет*», быстро вынуть из коммутатора штепсель, отмеченный на карте стрелкой с надписью «*Проверка стабилизации*», и заметить изменение показаний прибора. Для исправной лампы показания прибора не должны измениться более чем на 1—2 деления. Отсутствие свечения лампы и показаний прибора или большая разница его показаний, когда штепсель вынимается, свидетельствует о неисправности лампы.

Проверка индикаторных ламп производится без испытательной карты. Для проверки в среднее гнездо панели № 17 вставляется лампа, а в одно из гнезд коммутатора (в зависимости от напряжения зажигания лампы) — штепсель согласно следующим данным:

Напряжение зажигания, <i>в</i>	1,2	2,2	4	5,2	6,3	12,6	30
Номер замыкаемого гнезда коммутатора	88	87	86	85	84	83	82

- **98. Ламповый вольтметр типа А4-М2.** Прибор позволяет измерять напряжения переменного и постоянного тока, величину сопротивлений, индуктивностей и емкостей. Основные параметры прибора следующие:

1. Диапазон измерения напряжений постоянного тока — от 0,1 до 1000 *в* на 7 поддиапазонах. При помощи высоковольтного щупа с выносным делителем возможно измерять напряжения постоянного тока до 8 *кв*. Погрешность измерения не превышает $\pm 5\%$. Входное сопротивление прибора при измерении напряжений постоянного тока — 11 *Мом*.

2. Диапазон измерения напряжений переменного тока частотой до 60 *Мгц* от 0,1 до 1000 *в* — на 7 поддиапазонах. Входное сопротивление — не ниже 4,3 *Мом*, входная емкость выносного пробника — 7 *пф*.

3. Диапазон измерения сопротивления — от 1 *ом* до 100 *Мом* на 7 поддиапазонах.

4. Диапазон измерения индуктивностей от 100 *мгн* до 100 *гн* — на 6 поддиапазонах при питании измерительного моста от сети 50 *гц*.

5. Диапазон измерения емкостей от 100 *пф* до 100 *мкф* — на 6 поддиапазонах.

6. Питание прибора от сети переменного тока частотой 50 гц напряжением 127 или 220 в или от сети частотой 400 гц напряжением 115 в. Потребляемая мощность — 35 вт. Вес — 8 кг.

- 99. Милливольтметр ламповый типа МВ-Л-3. Прибор предназначен для измерения малых напряжений переменного тока в широком диапазоне от звуковых до видеочастот. Пять пределов измерения: 10—30—100—300—1000 мв. Диапазон частот 30 гц — 10 Мгц. Основная погрешность измерений не превышает $\pm 3\%$ предела шкалы на звуковых частотах, а в диапазоне 5—10 Мгц — не более $\pm 10\%$. Входное сопротивление на звуковых частотах — 1 Мом. Входная емкость пробника — не более 10 пф. Питание прибора от сети переменного тока частотой 50 гц напряжением 110, 127 и 220 в. Потребляемая мощность — 80 вт. Вес — около 9 кг.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите о принципе действия и применении лампового вольтметра типа ВКС-7 «б».
2. Расскажите о характеристиках и применении приборов ЛВ-9-2 и А4-М2.
3. Расскажите, где и для чего применяются звуковые генераторы.
4. Перечислите основные технические характеристики генератора ЗГ-10 и расскажите о правилах пользования им.
5. Расскажите, как можно на выходе генератора ЗГ-10 получить напряжение менее 1 в.
6. Перечислите основные характеристики генератора ГСС-6 и расскажите о правилах пользования им.
7. Расскажите, какие ручки генератора ГСС-6 и в какое положение необходимо поставить, чтобы на выходе получить напряжение до 1 в и до 100 000 мкв.
8. Расскажите о применении, технической характеристике и пользовании мостом типа УМ-2.
9. Для чего используется осциллограф?
10. Расскажите правила пользования осциллографом.
11. Расскажите о применении приборов типа ИЛ-14 и пользовании ими.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ СХЕМ

- 100. Понятие о печатных схемах. Техника печатных схем представляет собой метод конструирования и изготовления радиоэлектронной аппаратуры, в корне отличный от обычных методов.

Печатные схемы изготавливаются путем нанесения тем или иным способом токопроводящих покрытий — печатных проводников на изоляционное основание — плату (рис. 165).

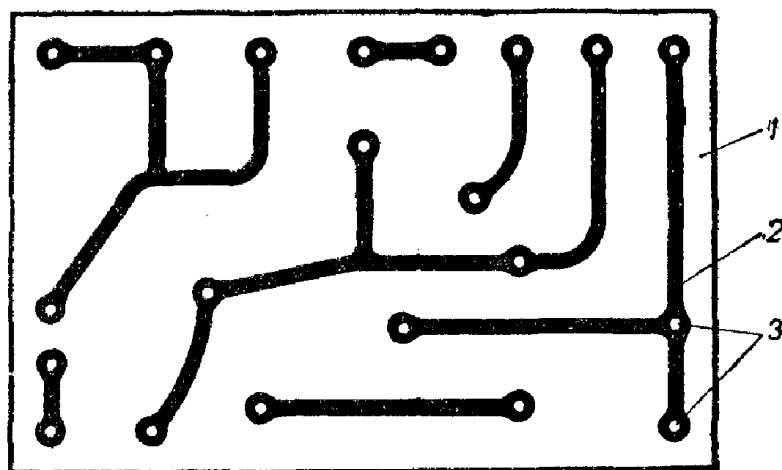


Рис. 165. Конструктивный вид платы печатного монтажа:

1 — основание (плата); 2 — печатные провода; 3 — отверстие.

Печатные проводники могут наноситься как с одной стороны, так и с обеих сторон платы.

Печатным способом можно изготовить монтажные провода, емкости, катушки индуктивности, контакты переключателей, электрические разъемы и другие конструктивные элементы современной аппаратуры. Комбинируя тонкие слои металлов с неметаллами, обладающими большим удельным сопротивлением, можно печатным способом изготовить постоянные сопротивления.

Однако из-за технологических трудностей печатным способом изготавливают в основном монтажные провода. Конденсаторы, сопротивления, полупроводниковые приборы, трансформаторы и другие элементы схем закрепляются в определенных местах платы и припаиваются к печатным проводникам. Такие детали в печатных схемах получили название навесных (рис. 133).

Применение печатных схем позволяет повысить надежность радиоаппаратуры, уменьшить ее габариты, резко снизить трудоемкость монтажно-сборочных работ и создать условия для механизации и автоматизации радиотехнического производства.

Радиоаппаратура с печатным монтажом имеет высокую механическую прочность и одинаковые электрические параметры, так как все детали жестко связаны с изоляционной платой.

Для изготовления изоляционных оснований применяются такие материалы, как гетинакс, стеклотекстолит, фторопласт, керамика.

Печатный монтаж может быть выполнен не только на плоском основании. Схема может быть напечатана на стеклянном баллоне электронной лампы или на внутренней и внешней поверхностях изоляционной трубки.

Для предохранения печатного монтажа от воздействия влаги, механических повреждений, а также для изоляции применяются различные лаки и компаунды.

В настоящее время известно много способов изготовления печатных схем, отличающихся друг от друга методом нанесения изображения проводников. Промышленность изготавливает печатные схемы следующими способами:

- 1) осаждением металла в химических и электролитических ваннах;
- 2) травлением фольгированного изоляционного материала;
- 3) перенесением печатных проводников со стальной матрицы на плату.

- **101. Технология изготовления печатных схем способом химического осаждения металла.** Листы изоляционного материала (гетинакс, текстолит и др.) разрезаются на полосы, из которых вырубываются заготовки оснований. Для повышения прочности сцепления слоя металла с платой заготовку подвергают пескоструйной обработке кварцевым песком (диаметр зерен — от 0,1 до 0,2 мм), что придает однородную шероховатость поверхности. После этого заготовку очищают от загрязнений.

На обработанную поверхность оснований наносится кислото- и щелочеупорной краской негативный рисунок схемы

(то есть краска наносится на те части поверхностей, которые не должны в дальнейшем покрываться металлом). Наносить краску можно с помощью щелевых и сетчатых трафаретов, типографских машин плоской и офсетной печати др. Чтобы в дальнейшем можно было производить гальваническую обработку, все элементы схемы должны быть соединены между собой. Покрытые слоем краски основания высушиваются и подвергаются химической обработке в ваннах. Химическая обработка основания ведется вначале в водном 10%-ном растворе двухлористого олова, а после промывки — в 1%-ном растворе азотнокислого серебра. Обработка в ваннах состоит в погружении оснований на 1—2 мин в указанный раствор. После обработки в растворе азотнокислого серебра платы высушиваются в струе воздуха, нагретого до 50—60°С. Такая предварительная обработка способствует более прочному механическому сцеплению с платой токопроводящего слоя из меди. Этот слой на плате получают в процессе химического меднения, что основано на способности металлической меди восстанавливаться из водного раствора своих солей при действии на них восстановителей.

После химического меднения краска, покрывающая плату, снимается растворителем.

Слой меди с помощью химического восстановителя утолщается электролитическим способом в ванне с раствором медного купороса. После электролитического меднения платы промываются в проточной воде. Для защиты от окисления и для облегчения процесса пайки слой меди покрывают слоем олова (или сплавом олова с цинком) толщиной 15—20 мкм в электрических ваннах. Наконец, платы промываются, сушатся и передаются на механический участок. На этом участке вырубываются отверстия и разобщаются между собой отдельные цепи схемы.

К преимуществам этого метода изготовления печатных схем можно отнести: 1) возможность осуществлять электрические соединения между частями схемы, расположенными на двух сторонах платы, без дополнительных операций; 2) малый расход меди (металл расходуется только на получение печатной схемы); 3) возможность механизации и автоматизации всего процесса изготовления печатной схемы на плате.

К недостаткам этого способа относятся: 1) ограниченная толщина слоя меди; 2) сложность технологического процесса; 3) длительность производственного цикла; 4) незначительная сила сцепления металлического слоя с платой.

- **102. Технология изготовления печатных схем на фольгированном диэлектрике.** В основу технологии изготовления печатных схем на фольгированном диэлектрике положен принцип уда-

ления участков фольги, которые не нужны для создания схемы печатного монтажа. Технологический процесс изготовления печатных схем на фольгированном диэлектрике состоит из следующих основных операций:

1. Подготовка изоляционных фольгированных оснований — разрезывание листов на платы соответствующих размеров, очистка поверхности фольги от загрязнений (обезжиривание, легкое травление).

2. Нанесение рисунка схемы специальной краской.

3. Нанесение на отпечатанный рисунок порошкообразной канифоли и талька с последующей обработкой в термостате при температуре 120°C (расплавленная канифоль в термостате создает на поверхности краски стойкую против травящих растворов пленку, тальк предупреждает растекание канифоли).

4. Погружение платы в 50%-ный раствор хлористого железа, где происходит травление участков фольги, не покрытых краской.

5. Промывка платы в проточной воде и сушка.

6. Снятие растворителем канифоли и краски.

7. Визуальный контроль качества полученных печатных проводов.

8. Механическая обработка (штамповка и сверление отверстий, необходимых для крепления и электрического соединения навесных деталей с токопроводящими элементами печатного монтажа).

Этот метод широко применяется в радиопромышленности из-за простоты технологического процесса, прочности механического сцепления печатных элементов схемы с платой и возможности механизации и автоматизации всего процесса.

К недостаткам этого метода относятся: 1) расход меди при травлении; 2) использование дорогостоящего фольгированного диэлектрика.

Экономичность изготовления печатных схем на фольгированном основании в значительной степени зависит от насыщенности ее проводящими элементами. При рациональном решении конструкции печатной схемы выход металла фольги в травящий раствор не должен превышать 30%.

- **103. Изготовление печатных схем методом перенесения.** Этот способ основан на перенесении позитивного рисунка зеркального изображения схемы, нанесенного электролитическим осаждением меди на поверхности металлической матрицы, на основание из диэлектрика.

На рабочую поверхность матрицы наносится защитная пленка, очертания которой соответствуют зеркальному изображению печатной схемы. Незащищенные пленкой поверх-

ности подвергаются химической обработке для нанесения специальных электроизоляционных покрытий. Затем с помощью растворителей удаляют ранее нанесенную защитную пленку. В результате этого на матрице остаются непокрытые места, соответствующие зеркальному изображению печатной схемы.

В таком виде матрица подвешивается на катоде электрической ванны с сернокислым электролитом, где происходит процесс осаждения меди на незащищенные поверхности металла матрицы.

Затем стальную матрицу с рисунком схемы складывают с платой, покрытой слоем клея, и пропускают между прижимными валками. Эти валки прижимают матрицу к плате с давлением 4—5 кг/см². Такое давление является вполне достаточным для переноса меди, осажденной на матрице, чему способствует слой клея.

Затем матрицу снимают с платы и снова и снова осаждают на нее медь, а плату с приклеенным рисунком печатной схемы пропускают между нагретыми валками. При этом происходит полимеризация клея. Наконец, плату штамнуют, просверливают в ней отверстия, после чего производят монтаж навесных деталей, пайку монтажа, проверку качества электрических соединений и т. д.

В СССР наиболее широко используется метод изготовления печатных схем на фольгированном гетинаксе.

•

ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ, ПЛАНИРОВАНИЯ И ЭКОНОМИКИ ПРОИЗВОДСТВА

- 104. **Руководство социалистическими промышленными предприятиями.** Система управления промышленностью СССР базируется на ленинских принципах демократического централизма в управлении хозяйством, единства политического и хозяйственного руководства, политического подхода к решению хозяйственных вопросов, единоначалия в управлении производством и связи с массами, правильного подбора кадров хозяйственных руководителей и систематического контроля за их работой, участия широких масс в управлении производством, материальной заинтересованности предприятий и отдельных работников в развитии производства и результатах своего труда, всемерного упрощения и удешевления административно-управленческого аппарата и повышения культуры производства.

Осуществление принципа демократического централизма в управлении предприятием означает сочетание безусловного выполнения всеми предприятиями, цехами и производственными участками государственных плановых заданий со всемерным расширением прав, самостоятельности и творческой инициативы их работников. Политика Коммунистической партии является жизненной основой советского строя. Поэтому вся хозяйственная деятельность предприятия должна проходить в зависимости от поставленных партией задач и обеспечивать их быстрейшее выполнение. Единоначалие означает, что коллектив работников предприятия подчинен единой воле руководителя. Руководитель несет личную ответственность перед вышестоящими органами за производственно-хозяйственную и финансовую деятельность предприятия. Единоначалие исключает обезличку, безответственность и поэтому является важным принципом управления социалистической промышленностью. При подборе кадров необходимо учитывать идейно-политическую подготовленность работников, наличие у них

специальных знаний (образования), опыта, творческой инициативы и организационных способностей. Каждый руководитель должен уметь видеть связь между порученным ему конкретным делом и всей политикой партии, а также настойчиво отстаивать интересы государства.

Участие государства в управлении производством обусловлено характером и сущностью социалистического производства. Одним из проявлений этого является всенародное обсуждение Государственных планов предприятий, а также участие масс в социалистическом соревновании.

В основу всей работы по организации соревнования должны быть положены ленинские принципы: гласность, сравнимость результатов, возможность практического повторения опыта и товарищеской взаимопомощи. В. И. Ленин указывал, что строить социализм надо не на энтузиазме непосредственно, а при помощи энтузиазма, рожденного Великой Октябрьской социалистической революцией, на личном интересе, на личной заинтересованности, на хозяйственном расчете. Материальное стимулирование каждого работника завода осуществляется через систему заработной платы и премирования в соответствии с принципами оплаты по количеству и качеству труда.

Во главе каждого предприятия стоит директор, которому непосредственно подчинены основные отделы предприятия: плановый отдел, отдел труда и заработной платы, отдел капитального строительства, главная бухгалтерия, отдел технического контроля, финансовый отдел (на крупных предприятиях).

Планово-экономический отдел разрабатывает перспективные и текущие годовые планы для завода и отдельных цехов, доводит их до исполнителей и осуществляет повседневный контроль за их выполнением, организует внутризаводской хозяйственный расчет.

Отдел труда и заработной платы занимается вопросами нормирования труда и заработной платы работников предприятия, внедряет передовую систему оплаты труда, проводит анализ выполнения плана по труду, занимается вопросами тарификации, организации труда и социалистического соревнования.

Отдел капитального строительства организует производство капитальных работ и осуществляет контроль за их выполнением.

Главная бухгалтерия ведет бухгалтерский учет всей производственно-хозяйственной деятельности предприятия, осуществляет контроль за расходованием средств и соблюдением финансовой дисциплины, составляет отчет и баланс, показывая в них использование всех выделенных предприятию средств.

Отдел технического контроля осуществляет контроль за качеством выпускаемой продукции (деталей, узлов, изделий) и ее комплектностью, анализирует причины брака и разрабатывает мероприятия по их устранению.

Производственно-технической частью предприятия руководит главный инженер. Он обеспечивает техническое руководство, руководит текущей производственной деятельностью, определяет основные направления дальнейшего развития производства на основе государственного плана. Главному инженеру подчинены конструкторский, радиотехнический и производственно-диспетчерский отделы, отдел главного механика, главного энергетика и др.

Конструкторский отдел разрабатывает конструкции новых изделий, занимается усовершенствованием выпускаемой продукции и пр.

Технологический отдел руководит разработкой и внедрением новых технологических процессов и передовых методов организации производства на основе последних достижений науки и техники, осуществляет контроль за соблюдением технологической дисциплины в цехах.

Радиотехнический отдел разрабатывает новые радиосхемы, совершенствует методы настройки радиоаппаратуры и т. п.

Производственно-диспетчерский отдел составляет на основе общей производственной программы оперативные планы завода, отдельных цехов и участков на месяц, сутки, смену, час и осуществляет диспетчерский контроль за их выполнением, а также принимает оперативные меры по устранению причин, нарушающих ритмичную работу по графику.

Отделы главного механика и главного энергетика обеспечивают бесперебойную работу всего оборудования, руководят проведением капитального и текущего ремонтов и монтажом вновь поступающего оборудования, обеспечивают бесперебойное снабжение предприятия всеми видами энергии.

Помощником директора предприятия является заместитель директора по снабжению и административно-хозяйственным вопросам. Ему подчиняются: отдел материально-технического снабжения, финансово-сбытовой отдел.

Отдел материально-технического снабжения устанавливает потребность предприятия в материальных ресурсах и следит за правильным их хранением и расходованием, а также контролирует и обеспечивает четкое материально-техническое снабжение производства.

Финансово-сбытовой отдел занимается реализацией готовой продукции, осуществляет финансовые расчеты,

контролирует выполнение финансово-кредитных планов предприятия и следит за соблюдением финансовой и договорной дисциплины.

Основным производственным звеном предприятия является цех. За организацию работы цеха и выполнение плана отвечает начальник цеха, которому подчинены технологическое бюро, бюро инструментального хозяйства, бюро труда и заработной платы, производственно-диспетчерское бюро, экономист, механик, бухгалтерия цеха и т. д.

Технологическое бюро разрабатывает технологические процессы, внедряет их в производство и осуществляет контроль за соблюдением технологической дисциплины.

Бюро инструментального хозяйства разрабатывает наиболее рациональные виды конструкций инструментов, осуществляет контроль за их эксплуатацией, ведет учет их поступления и расхода. Бюро инструментального хозяйства подчинена инструментально-раздаточная кладовая.

На основе установленных в цехе технико-экономических показателей экономист цеха выдает производственным участкам плановые месячные задания и ведет учет их, ведает вопросами хозяйственного расчета.

Бюро труда и заработной платы ведает вопросами нормирования, тарификации и оплаты труда, разрабатывает мероприятия по внедрению новых методов организации труда.

Производственно-диспетчерское бюро (ПДБ) составляет участкам цехов плановые графики запуска и выпуска продукции, сменно-суточные задания, учитывает и контролирует выполнение программы и наличие незавершенного производства, получает для цеха материалы и полуфабрикаты, выдает их на участки и сдает цехам-потребителям или на центральный склад готовых деталей изготовленную продукцию. В ведении ПДБ находятся материальные, промежуточные и комплектующие кладовые, склад готовых изделий и транспортная бригада.

Ремонтом оборудования ведает механик цеха.

Учет всех материальных и денежных средств ведет бухгалтерия цеха.

Большое значение для небольших предприятий, на которых работает до 500 рабочих, приобретает организация бесцеховой структуры управления. Вместо цехов на этих предприятиях организуются производственные участки, возглавляемые мастерами. Переход на бесцеховую структуру управления дает большую экономическую эффективность, значительно упрощает структуру управления, повышает роль мастера, сокращает затраты на административно-управленческий аппарат.

- **105. Социалистическое планирование.** Коренным отличием социалистического хозяйства от капиталистического является закономерность его развития. Научность планирования социалистического хозяйства заключается прежде всего в том, что оно осуществляется на основе марксистско-ленинской теории и вытекает из требований объективных законов экономического развития. Государственные планы составляются с учетом последних достижений науки и техники, на основе глубокого научного обобщения опыта работы новаторов производства. В составлении планов хозяйственного строительства участвуют ученые, инженеры, техники, рабочие и служащие, что является лучшей гарантией реальности наших планов, залогом их успешного выполнения и перевыполнения.

Весьма важной чертой социалистического планирования является его директивность. Государственный план — это закон. Поэтому все предприятия и учреждения обязаны выполнять установленные для них государственные плановые задания. Планы хозяйственного строительства имеют мобилизующий и прогрессивный характер. Это означает, что планы ориентируются на передовые достижения коллективов и новаторов и этим поднимают отстающих до уровня передовых.

Государственное руководство планированием народного хозяйства нашей страны осуществляет Верховный Совет СССР и Совет Министров СССР. Основным общесоюзным органом планирования является Государственный плановый комитет (Госплан), который составляет перспективные и годовые планы и проверяет их выполнение. Госплан также составляет планы распределения материалов и оборудования, планы железнодорожных и водных перевозок. Все эти планы утверждаются правительством.

Вся работа Госплана СССР проводится в тесном контакте с соответствующими госпланами союзных республик.

В соответствии с народнохозяйственным планом СССР госпланы союзных республик устанавливают основные показатели развития хозяйства, осуществляют координацию плановой работы совнархозов с учетом необходимости первоочередного обеспечения общегосударственных интересов, наиболее рационального использования всех ресурсов и возможностей республики.

Планирование народного хозяйства экономических административных районов осуществляют советы народного хозяйства. Они составляют перспективные и годовые планы по своему экономическому району и выносят их на утверждение Совета Министров республики.

Составной частью народнохозяйственного планирования

является внутризаводское планирование. Различают два вида заводского планирования: технико-экономическое и оперативно-календарное. Основой технико-экономического планирования является техпромфинплан, состоящий из следующих разделов: 1) производственная программа предприятия; 2) план организационно-технических мероприятий; 3) план по подготовке производства новых изделий; 4) план использования оборудования и площадей; 5) план материально-технического снабжения; 6) план по труду; 7) план по себестоимости; 8) финансовый план.

Основным разделом техпромфинплана является производственная программа предприятия, составляемая на год с поквартальной разбивкой в соответствии с числом рабочих дней в каждом квартале и с учетом неуклонного роста среднесуточного выпуска продукции. Производственная программа предприятия служит основой для оперативно-календарного планирования производственных заданий для цехов на месяц, декаду и сутки, а также исходной базой для разработки сменных и часовых графиков запуска и выпуска продукции.

В процессе глубокого анализа выполнения плана выявляются новые резервы и возможности для дальнейшего развития экономики.

В связи с тем, что радиотехническая промышленность применяет большое количество унифицированных и стандартизированных деталей и узлов (сопротивления, конденсаторы, лампы, трансформаторы и т. д.) со сложной и специфической технологией, изготовление их на каждом радиотехническом заводе нецелесообразно. Поэтому в радиотехнической промышленности планируется и расширяется специализация производств и кооперирование. Это значит, что наряду с заводами, выпускающими радиоприемники, телевизоры, магнитофоны и т. д., существуют заводы, которые изготавливают радиодетали и унифицированные блоки (сопротивления, конденсаторы, радиолампы, трансформаторы, переключатели и т. д.). Эти изделия, изготовленные на конвейерах специализированных заводов, поставляют заводам, которые выпускают радиоприемники, телевизоры и т. п.

Широкое кооперирование и специализация предприятий позволяет внедрять в производство прогрессивную и передовую технологию, механизировать и автоматизировать производство. Специализация производства — это основа повышения качества деталей, повышения производительности труда и удешевления стоимости продукции.

Все находящееся в цехах оборудование периодически подвергается осмотру и ремонту. Различаются несколько видов ремонта:

а) планово-предупредительный, при котором заменяются детали, отработавшие установленный для них срок службы;

б) текущий, который производится при обнаружении дефекта (при таком ремонте заменяют отдельные детали и узлы без разбора всего объекта);

в) капитальный, при котором производится полный разбор ремонтируемого оборудования с заменой или восстановлением значительного количества деталей и узлов.

Для проведения этих ремонтов составляются плановые календарные графики, в которых предусмотрены сроки того или иного вида ремонта по каждому станку или агрегату.

- **106. Организация и нормирование труда.** В социалистическом производстве организация труда опирается на творческую инициативу и активность трудящихся в использовании резервов производства для досрочного выполнения плана: усовершенствование процессов производства, внедрение передового опыта, повышение культурно-технического уровня, освоение новой высокопроизводительной техники и т. п.

В зависимости от характера продукции, методов ее изготовления и технического уровня производства рабочие места могут быть: а) ручной работы; б) механизированной работы; в) одностаночными и многостаночными; г) индивидуальными и бригадными; д) массового, серийного и единичного производства.

Рабочее место ручной работы оснащается ручным, пневматическим, электрическим и гидравлическим инструментом. Ручные работы встречаются чаще всего на сборке отдельных узлов и изделий, где по условиям технологического процесса трудно применить механизированные средства.

Рабочие места механизированной работы оснащаются машинами, станками и другими средствами механизации и автоматизации производственных процессов. При этом степень механизации рабочего места зависит от количества закрепленных за ним операций или объектов обработки. Например, на механических участках для обработки однородных деталей широко применяются полуавтоматы и автоматы. В зависимости от количества единиц оборудования, обслуживаемого одним рабочим, различают одностаночные рабочие места и многостаночные. В зависимости от количества рабочих, которые обслуживают одно рабочее место, различают индивидуальные и бригадные рабочие места. При бригадной организации рабочих мест обеспечивается сочетание и координация действий рабочих по выполнению определенного вида совместных работ. Во главе бригады стоит бригадир —

организатор работы бригады, отвечающей перед сменным мастером за качественное выполнение работ.

На выполнение каждого вида работ отводится определенное время. Для установления технических норм изучают технологический процесс по его отдельным основным частям (операции, переходы, трудовые движения). Непосредственным объектом технического нормирования является операция. Это значит, что в зависимости от количества операций, имеющих на предприятии, работники технического нормирования должны определить по каждой из них норму времени.

Норма времени — это технологически необходимое время, затрачиваемое на изготовление деталей или выполнение операции.

Норма выработки — это количество деталей, которые должны быть изготовлены (или количество операций, которые должны быть выполнены) за определенное календарное время (например, за семичасовой день, месяц, квартал и т. д.). Нормы времени устанавливаются путем непосредственного хронометрирования на рабочем месте трудовых затрат рабочего. При определении норм времени учитываются затраты рабочим времени на подготовительные работы и работы по обслуживанию рабочего места; при этом принимается во внимание также время, необходимое для рабочего на ознакомление с чертежами и получение задания.

Технические нормы составляют, исходя из передовой технологии и ориентируясь на широкое внедрение в практику работы механизмов, усовершенствованного инструмента и приспособлений. Одновременно учитывается передовой опыт новаторов производства.

Если нормы времени рассчитывают на основании утвержденной операционной технологии, то такие нормы носят название расчетно-технических.

Если нормы времени устанавливаются на основании хронометража (фотографирования) выполняемых работ, то такие нормы называются оперативными. Если нормы времени устанавливаются на основании сопоставления данной детали с аналогичной, ранее изготовлявшейся, то такие нормы носят название опытно-статистических.

Итак, под технической нормой времени необходимо понимать время, выделенное на выполнение определенного задания (операции) при условии наиболее полного и рационального использования возможностей рабочего места и опыта новаторов производства.

Установленные на такой основе технические нормы являются прогрессивными; они подтягивают отстающих до уровня передовых. Улучшение состояния технического нормирования и организации заработной платы в промышленности обеспе-

чивает новый подъем производительности труда, снижение себестоимости выпускаемой продукции и улучшение материально-культурного уровня трудящихся.

Одним из основных резервов повышения производительности труда, снижения себестоимости и повышения качества выпускаемой продукции являются рационализаторские предложения, подаваемые рабочими, инженерно-техническими работниками и служащими.

Широкое развитие рационализации в нашей стране — это проявление творческой инициативы широких масс в техническом совершенствовании социалистического производства и создании материально-технической базы коммунизма.

- **107. Заработная плата на промышленных предприятиях.** Социалистический принцип оплаты труда определяется статьей 118 Конституции СССР, в которой сказано: «Граждане СССР имеют право на труд, то есть на право получения гарантированной работы с оплатой их труда в соответствии с его количеством и качеством. Оплата в соответствии с количеством и качеством труда является основным принципом построения системы заработной платы при социализме. Одним из важнейших принципов организации заработной платы является установление правильного соотношения между ростом заработной платы и повышением производительности труда. При правильно построенной оплате рост производительности труда должен обгонять рост заработной платы. Только при этом условии будет создана материальная база и будут накоплены средства, необходимые для расширения производства, повышения материального и культурного уровня трудящихся.

Для обеспечения оплаты труда в зависимости от квалификации рабочих и условий труда на предприятиях применяются тарифно-квалификационные справочники, тарифные сетки и тарифные ставки. Для установления необходимых различий в оплате труда рабочих в зависимости от их квалификации применяется тарифная сетка. Она состоит из определенного количества рядов и соответствующих им тарифных коэффициентов. Тарифный разряд характеризует степень квалификации рабочего: чем выше квалификация рабочего, тем более высокий разряд ему присваивается и наоборот. Количество разрядов зависит от характера производства и сложности технологического процесса.

Тарифный коэффициент показывает, во сколько раз тарифная ставка данного разряда выше ставки первого разряда. Размер часовой тарифной ставки устанавливается правительством дифференцированно для отдельных отраслей промышленности в зависимости от характера производства и условий

труда в них. Так, например, в ведущих отраслях промышленности и в отраслях с тяжелыми условиями труда устанавливаются повышенные тарифные ставки (например, угольная и нефтяная промышленность).

В промышленности применяются две формы оплаты труда: сдельная и повременная. Сдельная оплата труда рабочих является основной в социалистической промышленности. Она применяется на всех работах, где могут быть установлены количественные показатели выработки или объема работы и обеспечивается качественное нормирование, а также точный учет выработки. Сдельная форма наиболее соответствует социалистическому принципу оплаты труда по его количеству и качеству. Заработок рабочего при этой форме оплаты находится в прямой зависимости от успешности применяемого им индивидуального труда и способствует повышению культурного и технического уровня рабочих. Она стимулирует стремление рабочих повышать свою квалификацию, рационализировать труд, всемерно использовать технику и уплотнять рабочее время.

Повременная форма оплаты труда применяется на тех видах работ, где нет обоснованных технических норм, или там, где применение сдельной оплаты труда является экономически нецелесообразным. К таким видам работ можно отнести, например, технический контроль за качеством продукции, изготовление сложных уникальных аппаратов и т. д.

- **108. Основные и оборотные фонды промышленных предприятий.** Средства труда и предметы труда в совокупности составляют средства производства, то есть материальные вещественные элементы производственного процесса. «Средства производства, — писал К. Маркс, — во всяком процессе труда, при каких бы общественных условиях он ни совершался, всегда разделяются на средства труда и предмет труда».

На социалистических предприятиях средства производства составляют их производительные фонды, которые, в свою очередь, подразделяются на основные и оборотные. Основные производственные фонды участвуют во многих производственных циклах, переносят свою стоимость на продукт по частям в течение длительного периода и сохраняют в процессе производства свою натуральную форму. В отличие от основных производственных фондов оборотные фонды (сырье, материалы, топливо и т. п.) потребляются полностью в производственном процессе и целиком входят в стоимость готового продукта.

Основные фонды промышленного предприятия подразделяются на промышленно-производственные и непромышленно-производственные. В состав промышленно-производствен-

ных фондов входят те средства производства, которые прямо или косвенно участвуют в производственном процессе. Непромышленно-производственные основные фонды обслуживают отдельные виды непроизводственной деятельности предприятия (жилищное, коммунальное хозяйство и т. д.)

- **109. Себестоимость и цена промышленной продукции.** Вся продукция, изготавливаемая на социалистических предприятиях, реализуется по заранее установленным ценам: цена в социалистическом хозяйстве является денежным выражением стоимости товара.

Государство устанавливает цены на продукцию в плановом порядке с учетом общественных издержек производства, в которые включаются затраты на производство продукции, ее реализацию и среднеотраслевой размер плановой прибыли.

Цены на изделия бывают оптовые и розничные.

Оптовыми называются цены, по которым заводы-изготовители отпускают свою продукцию торгующим организациям.

Розничными называются цены, по которым торгующие или сбытовые организации отпускают эту продукцию потребителю.

Оптовые цены устанавливаются на основании плановой калькуляции заводов-изготовителей и утверждаются вышестоящими организациями.

Розничные цены устанавливаются Торговой палатой и Министерством торговли на основании конъюнктуры рынка и являются отпускной ценой продукции для покупателя.

Розничная цена может быть как выше, так и ниже себестоимости.

- **110. Финансовый план промышленного предприятия.** Финансовый план предприятия является заключительной частью техпромфинплана и разрабатывается на основе материалов и расчетов предыдущих разделов последнего. Основой финансового плана предприятия является производственная программа. Финансовый план предусматривает всю сумму денежных средств, необходимых для ведения производства по выполнению производственной программы, для оборота по сбыту и снабжению, для капитального строительства, на покрытие непроизводственных расходов. Одновременно в финансовом плане указываются источники финансирования всех перечисленных расходов.

Каждое хозрасчетное предприятие должно покрывать все свои расходы доходами от реализованной продукции и иметь прибыль.

В промышленных предприятиях применяется форма финансового плана в виде «Балансов доходов и расходов».

Баланс доходов и расходов состоит из трех взаимно увязанных частей: 1) доходы и поступления средств; 2) расходы и отчисления средств; 3) взаимоотношения с бюджетом, а именно: а) платежи и бюджет (налог с оборота, отчисления от прибыли, изъятие излишков собственных оборотных средств; б) ассигнования из бюджета (на капитальные вложения, на прирост нормативов собственных оборотных средств, на содержание детских яслей и др.).

- **111. Рентабельность промышленных предприятий.** Рентабельность дословно означает доходность, прибыльность. Чем выше уровень рентабельности каждого предприятия, тем больше возможностей социалистического воспроизводства.

Повышение рентабельности, как неоднократно указывалось в решениях Коммунистической партии и Советского правительства, должно проходить в неразрывной связи с укреплением хозрасчета и осуществлением строгого режима экономики.

Каждое промышленное предприятие, реализуя изготовленную им продукцию по установленным государством оптовым ценам, должно покрывать расходы на ее производство доходами от реализации и получать прибыль.

Превышение доходов над расходами характеризует доходность, рентабельность предприятия. Рентабельность предприятия характеризуется не только суммой получаемой прибыли, но и ее уровнем, то есть отношением суммы прибыли к полной себестоимости реализуемой продукции, выраженной в процентах.

Повышение качества выпускаемой продукции имеет большое народно-хозяйственное и политическое значение.

В Программе КПСС указано, что систематическое повышение качества продукции является обязательным требованием развития экономики. Качество продукции социалистических предприятий должно быть значительно выше, чем на лучших капиталистических предприятиях.

Обеспечение всех отраслей народного хозяйства высококачественными оборудованием и предметами труда содействуют ускорению темпов развития советской экономики. Выпуск продукции высокого качества при минимальных затратах труда — одно из необходимых условий снижения себестоимости. Улучшение качества, увеличением срока службы изделий позволяют удовлетворить потребности народного хозяйства и населения в этих изделиях на более длительное время. А это равноценно росту производства этих изделий.

Основными путями повышения качества являются: совершенствование технологии, автоматизация и механизация производства, стандартизация изделий, внедрение прогрессивных

методов и автоматизации операций контроля, повышение ответственности за качество выпускаемой продукции исполнителем с привлечением широкого общественного контроля за качеством продукции.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите об основных принципах социалистической организации производства.
2. В чем состоит творческое развитие ленинских принципов управления социалистическим предприятием?
3. Назовите основные отделы предприятия и расскажите об их назначении.
4. Охарактеризуйте социалистический принцип организации заработной платы.
5. Как определяется себестоимость и цена промышленной продукции?

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава I. Техника безопасности на производстве и организация рабочего места.	
1. Промышленная санитария и личная гигиена	7
2. Травматизм и его причины	9
3. Техника безопасности при монтажных работах	9
4. Организация рабочего места монтажника	10
5. Размещение инструмента и деталей на рабочем столе	13
6. Правила внутреннего трудового распорядка	14
Глава II. Технологический процесс, его элементы и технологическая документация	
7. Основные сведения о монтаже радиоаппаратуры	17
8. Изделие и его элементы	17
9. Структура технологического процесса	18
10. Типы организации производства	20
11. Проектирование технологического процесса	22
12. Технологическая документация	22
13. Технологическая дисциплина в производстве радиоаппаратуры	26
Глава III. Основы материаловедения	
14. Материалы, применяемые для радиоаппаратуры	29
15. Состав и сорт чугуна и стали.	29
16. Твердые сплавы	—
17. Ферромагнитные материалы.	—
18. Проводниковые электрические материалы	37
19. Электроизоляционные материалы	42
20. Пластические материалы	45
21. Керамические материалы	47
23. Жидкие и твердеющие электроизоляционные материалы.	50
Глава IV. Сопротивления	
24. Основные электрические характеристики сопротивлений	53
25. Непроволочные постоянные сопротивления	54
26. Постоянные проволочные сопротивления	55
27. Переменные сопротивления	56
Глава V. Конденсаторы	
28. Общие сведения о конденсаторах	59
29. Конденсаторы постоянной емкости	60
30. Слюдяные и стекложемалевые конденсаторы	63

	Стр.
31. Керамические конденсаторы	65
32. Электролитические конденсаторы	67
33. Конденсаторы переменной емкости	68
Глава VI. Катушки индуктивности и дроссели высокой частоты	
34. Назначение катушек индуктивности и конструкции каркасов для обмоток	72
35. Виды обмоток, применяемых в радиоаппаратуре . .	77
36. Основные электрические характеристики катушек ин- дуктивностей и дросселей высокой частоты	81
37. Катушки с сердечниками и экранами	83
38. Дроссели высокой частоты	85
39. Провода, применяемые для обмоток	87
Глава VII. Трансформаторы и дроссели низкой частоты	
40. Назначение трансформаторов и дросселей низкой час- тоты, типы их сердечников	89
41. Изготовление и сборка сердечников	90
42. Катушки трансформаторов и дросселей низкой частоты	92
43. Изготовление катушек силовых трансформаторов . .	92
44. Автотрансформаторы	95
45. Экранирование и защита трансформаторов	96
46. Испытание трансформаторов	97
Глава VIII. Установочные узлы и детали и переходные элементы	
47. Установочные детали	101
48. Ламповые панели	102
49. Расшивочные панели, опорные стойки и изолирован- ные лепестки для монтажа	107
50. Держатели предохранителей	109
51. Штепсельные разъемы	109
52. Штеккерные соединения	113
53. Высокочастотные галетные и клавишные переключатели	114
54. Низкочастотные переключатели тумблера и кнопки	120
55. Реле	122
56. Верньерные устройства	123
57. Ручки управления и их крепление	125
Глава IX. Элементы радиотехнического черчения	
58. Условные обозначения на радиотехнических схемах	128
59. Понятие о блок-схеме, принципиальной и монтаж- ной схеме	134
60. Типы чертежей. Внесение изменений в чертежи. Правила хранения и учета чертежей	141
Глава X. Основы технологии сборки и монтажа радиоаппаратуры	
61. Виды соединений, применяемых при сборке радиоап- паратуры	144
62. Порядок сборки радиоаппаратуры	148
63. Конструкция и виды монтажа	150
64. Понятие о пайке, припоях и флюсах	151
65. Конструкция электрического паяльника	151
66. Монтаж аппаратуры	152
67. Зачистка концов провода	153
68. Разделка концов экранированных проводов	155

	Стр.
69. Разделка выводов сопротивлений и конденсаторов	157
70. Жгуты и кроссы	159
71. Закрепление концов проводов и выводов деталей перед пайкой	160
72. Монтаж деталей на платах печатных схем	163
73. Лужение спаиваемых поверхностей	164
74. Пайка монтажных соединений	165
75. Проверка качества монтажа	169
 Глава XI. Технология монтажа кенотронного выпрямителя	
76. Механическая сборка и электрический монтаж	172
77. Особенности монтажа высоковольтных выпрямителей	175
78. Проверка монтажа	175
79. Техника безопасности при монтаже и проверка выпрямителей	176
 Глава XII. Технология монтажа усилителя низкой частоты	
80. Требования к монтажу усилителей низкой частоты	177
81. Механическая сборка УНЧ	178
82. Электрический монтаж УНЧ	182
 Глава XIII. Технология монтажа супергетеродинного радиоприемника	
83. Размещение деталей и узлов	185
84. Механическая сборка и электрический монтаж	185
85. Монтаж усилителя высокой частоты, гетеродина, преобразователя частоты и входных контуров	189
86. Простой супергетеродинный радиоприемник	190
 Глава XIV. Технический контроль монтажно-сборочных работ	
87. Назначение технического контроля и функции ОТК на радиотехнических заводах	195
88. Последовательность проведения технического контроля	196
89. Причины брака и методы борьбы с ним	199
 Глава XV. Электронные измерительные приборы	
90. Ламповые вольтметры	202
91. Ламповый вольтметр типа ВКС-7Б	203
92. Ламповый вольтметр типа ЛВ-9-2	206
93. Генераторы звуковой частоты	207
94. Генераторы стандартных сигналов	211
95. Измерительные мосты	214
96. Электронные осциллографы	217
97. Испытатель ламп типа ИЛ-14	221
98. Ламповый вольтметр типа А4-М2	224
99. Милливольтметр ламповый типа МВ-Л-3	225
 Глава XVI. Технология изготовления печатных схем	
100. Понятие о печатных схемах	226
101. Технология изготовления печатных схем способом химического осаждения металла	227
102. Технология изготовления печатных схем на фольгированном диэлектрике	228
103. Изготовление печатных схем методом перенесения	229

	Стр.
Глава XVII. Основы организации, планирования и экономики производства	
104. Руководство социалистическими промышленными предприятиями	231
105. Социалистическое планирование	235
106. Организация и нормирование труда	237
107. Заработная плата на промышленных предприятиях	239
108. Основные и оборотные фонды промышленных предприятий	240
109. Себестоимость и цена промышленной продукции	241
110. Финансовый план промышленного предприятия	241
111. Рентабельность промышленных предприятий	242

Владимир Иванович *Венглинский*.
Юрий Сергеевич *Маликов*.
РАДИОМОНТАЖНОЕ ДЕЛО.
Учебник для средней школы.

Редактор *Е. В. Бондарчук*
Художеств. редактор *В. Ф. Монжеран*
Технич. редактор *Л. И. Клименко*
Корректор *И. А. Пикайзен*

Сдано в набор 30.XII 1964 г. Подпи-
сано к печати 30/IV 1965 г. Бумага
60×90^{1/16}. Физ. лист. 15,5, условн.
лист. 15,5, уч.-изд. лист. 14,75.
Тираж 8500. БФ 01478
Издательство «Радянська школа»
Государственного комитета Совета
Министров Украинской ССР по
печати.
Киев, ул. Юрия Коцюбинского, 5.
Изд. № 16239. Цена 27 коп. Зак. 5-9.
Типоофсетная фабрика Государст-
венного комитета Совета Министров
Украинской ССР по печати.
г. Харьков, ул. Энгельса, 11.

27 коп.