МОНТАЖ РАДИОАППАРАТУРЫ

С. И. БОДАК, А. А. ЛУШНИКОВ, Г. Г. ТУЛАЕВ
и И. М. ЭЛЬКИН

РУКОВОДСТВО ПО МОНТАЖУ РАДИОАППАРАТУРЫ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

С. И. БОДАК, А. А. ЛУШНИКОВ, Г. Г. ТУЛАЕВ
и И. М. ЭЛЬКИН

РУКОВОДСТВО ПО МОНТАЖУ РАДИОАППАРАТУРЫ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1956 ЛЕНИНГРАД

Scan AAW

ЭС-4(3)-3

Книга предназначается для обучения и повышения квалификации монтажеров-сборщиков приемной, усилительной, измерительной и маломощной передающей аппаратуры. В ней приводятся сведения по технологии сборки и монтажа аппаратуры различного назначения, даются указания по выбору инструмента и организации рабочего места. Отдельные разделы книги посвящены описанию монтажных материалов и деталей. Приводятся стандартные схемные обозначения, данные нормальных деталей, проводниковых материалов и другой справочный материал. В книге освещаются некоторые рациональные методы труда и техника безопасности монтажно-сборочных работ.

Авторы:
Бодак Сергей Иванович, Лушников Александр Алексеевич, Тулаев Георгий Гаврилович и Элькин Иезекиль Миронович

РУКОВОДСТВО ПО МОНТАЖУ РАДИОАППАРАТУРЫ

Редактор *Б. Л. Джаксон* Технич. редактор *К. П. Воронин*

Сдано в набор 8/II 1956 г. Т-05711 Подписано к печати 25/V 1956 г.
Бумага 84×108 1/32 15,17 печ. л. + 1 вклейка Уч.-изд. л. 17,1
Тираж 30 000 экз. Цена 9 р. 55 к. Заказ № 1066

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Литература по технике радиомонтажного дела недостаточна, несмотря на то, что монтажные операции в радиопромышленности составляют значительный процент — примерно от 25 до 35% всего объема работ по выпуску аппаратуры.

Надежность монтажа зависит от технологической правильности его выполнения и определяет эксплуатационную долговечность аппаратуры.

Рациональные приемы выполнения монтажных операций экономят время и материалы и имеют поэтому весьма существенное значение для удешевления массового производства радиоаппаратуры.

При разработке новой аппаратуры в лабораториях заводов и институтов умелое и продуманное составление монтажной схемы и выбор способа выполнения монтажа ускоряют выпуск образцов и облегчают их освоение в массовом производстве.

В первом издании настоящей книги была предпринята попытка осветить наиболее существенные вопросы практики радиомонтажных работ.

Настоящее, второе, издание книги отличается от первого. В нем учтен ряд замечаний читателей, в соответствии с чем добавлены новые главы, а прежний материал пополнен.

В производстве, а в особенности при разработке аппаратуры, монтажные работы часто выполняются одновременно со сборочными работами, причем в большинстве случаев одними и теми же людьми. Из этих соображений книга дополнена главой «Сборка радиоаппаратуры», в которой приводятся основные сведения о сборочных работах, применяемых в радиопромышленности. В связи с внедрением на ряде предприятий сварки при монтаже аппаратуры в книгу введена глава о сварке в монтажных работах.

В целях лучшего использования книги для справок, часто возникающих в повседневной практике монтажных работ, гл. 1—3 переработаны и дополнены, в них приводится ряд новых сведений о схемных обозначениях, проводниковых материалах и деталях аппаратуры.

Книга заканчивается новой главой «Техника безопасности монтажно-сборочных работ».

Большое разнообразие приемов и специфика многочисленных типов аппаратуры, выпускаемой для самых разнообразных целей, не позволяют все же исчерпывающе охватить в объеме данной книги всевозможные виды монтажно-сборочных работ.

Книга предназначается в основном для обучения и повышения квалификации радиомонтажеров, занятых как на массовых операциях, так и на макетно-конструкторской работе.

Авторы обратили особое внимание на подробное описание наиболее распространенных операций. Насколько удалась эта задача, покажет оценка читателей.

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Е. Е. Глезерману и Б. Л. Джаксону за ряд ценных указаний при рецензировании и редактировании рукописи, а также Б. К. Антонову, А. Р. Кирюшкину, З. С. Серебровой и Т. А. Чековой за помощь в оформлении рукописи.

Данная книга безусловно не лишена недостатков, все замечания о которых будут приняты с благодарностью. Просьба направлять их в адрес Госэнергоиздата.

Авторы

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие 3
Введение 7

0-1. Значение монтажных и сборочных работ в производстве радиоаппаратуры 7
0-2. Общие сведения о монтажных и сборочных работах 8
0-3. Выбор типа монтажа в зависимости от конструкции и назначения аппарата 10

Глава первая. **Схемы радиотехнических приборов** 11

1-1. Разновидности электрических схем приборов 11
1-2. Принципиальная схема 12
1-3. Основные условные обозначения деталей, принятые в принципиальных схемах радиоаппаратуры 15
1-4. Монтажная схема 21

Глава вторая. **Проводниковые и изоляционные материалы** 23

2-1. Общие сведения о проводниковых материалах (проводах) 23
2-2. Марки проводов, их применение в различных видах монтажа 28
2-3. Изоляционные материалы, применяемые при монтаже, их выбор и применение 43

Глава третья. **Детали радиоаппаратуры** 46

3-1. Общие сведения 46
3-2. Классификация деталей по их выполнению и защищенности от внешних влияний 47
3-3. Основные типы сопротивлений и указания по их применению 49
3-4. Основные типы конденсаторов, их конструкции и указания по применению 58
3-5. Основные типы и конструкции ламповых панелей . . . 74

Глава четвертая. **Монтажный и сборочный инструмент** 76

4-1. Монтажный инструмент монтажера сборочной линии 76
4-2. Монтажно-сборочный инструмент монтажера-универсала 77

Глава пятая. **Организация рабочего места** 105

5-1. Конструкция стола монтажера-универсала 105
5-2. Размещение инструмента и деталей 111
5-3. Освещение рабочего места 114

Глава шестая. **Сборка радиоаппаратуры** 115

6-1. Основные сведения о сборке аппаратуры 115
6-2. Способы крепления деталей и узлов 118
6-3. Последовательность сборочных операций при изготовлении аппаратуры 127

Глава седьмая. **Приемы обработки проводов и кабелей** 135
7-1. Обработка монтажных проводов 135
7-2. Разделка кабелей и разъемов 146
Глава восьмая. **Основные технологические приемы пайки** 150
8-1. Припои и флюсы, применяемые при монтажных работах 150
8-2. Подготовка деталей к пайке 158
8-3. Механическое закрепление проводников перед пайкой и виды соединений с пайкой 164
8-4. Пайка проводов и деталей 166
Глава девятая. **Монтаж радиоаппаратуры** 173
9-1. Монтаж аппаратуры профессионального назначения . . 173
9-2. Особенности монтажа некоторых узлов аппаратуры . . 194
9-3. Монтаж измерительной аппаратуры 205
9-4. Маркировка деталей и узлов 211
Глава десятая. **Жгутовой шаблонированный монтаж** . . 214
10-1. Шаблонирование жгутового монтажа 214
10-2. Изготовление эскиза расположения деталей монтажа, составление монтажных таблиц и разбивка шаблона 218
10-3. Раскладка, сшивка и обмотка жгутов 225
10-4. Составление сложных таблиц и изготовление сложных шаблонов 232
10-5. Способы монтажа многоконтактных деталей 241
Глава одиннадцатая. **Применение сварки при монтаже аппаратуры** 249
11-1. Особенности сварочных соединений 249
11-2. Способы сварки, применяемые в монтажных работах 250
11-3. Оборудование и инструмент, применяемые при дуговой сварке 251
11-4. Технологические приемы дуговой сварки и примеры сварочных соединений 253
Глава двенадцатая. **Контроль монтажно-сборочных работ** 255
12-1. Проверка сборки прибора 255
12-2. Подготовка прибора к проверке монтажа 257
12-3. Механический контроль монтажа 259
12-4. Проверка правильности соединений 260
12-5. Проверка электрической прочности монтажа 264
12-6. Причины брака при сборке и монтаже и их устранение 266
Глава тринадцатая. **Применение передовых методов труда в радиомонтажных работах** 271
13-1. О рациональных методах работы 271
13-2. Экономия монтажных материалов 288
Глава четырнадцатая. **Техника безопасности монтажно-сборочных работ** 291
14-1. Основные меры по обеспечению безопасности работ 291
Литература 296

ВВЕДЕНИЕ

0-1. ЗНАЧЕНИЕ МОНТАЖНЫХ И СБОРОЧНЫХ РАБОТ В ПРОИЗВОДСТВЕ РАДИОАППАРАТУРЫ

Монтажными работами при изготовлении радиоаппаратуры принято называть ряд рабочих приемов по соединению между собой деталей и элементов электрической схемы прибора.

В условиях поточного (конвейерного) производства процесс сборки (установки деталей) не предшествует монтажу, а объединяется с ним в единый процесс сборки-монтажа, поэтому рабочий по монтажу, или, как его называют, монтажер, обычно производит не только соединение деталей по схеме, но и установку мелких деталей. Объем работы монтажера и количество производимых им операций зависят от количества выпускаемой аппаратуры и метода ее сборки и монтажа.

При массовом выпуске аппаратуры в условиях потока или сборочной линии весь комплекс работы по выпуску изделий разбивается на определенное количество операций. Эти операции, как правило, делятся на три группы:

а) сборочные операции;

б) монтажные операции;

в) контрольные операции.

Монтажер в условиях массового поточного производства выполняет небольшое количество монтажных и сборочных операций. Такие работы могут выполняться монтажерами низкой квалификации.

Желающим более подробно ознакомиться со сборкой и монтажем массовой аппаратуры можно рекомендовать книгу С. М. Плахотника «Технология производства радиоаппаратуры» [Л. 1].

При мелкосерийном выпуске аппаратуры в условиях опытного цеха монтажеру часто поручается полный монтаж

прибора, а иногда — и его полная или частичная сборка, которая делается раньше монтажа. Поэтому при мелкосерийном или индивидуальном изготовлении монтажер должен иметь значительно более высокую квалификацию сравнительно с монтажером сборочной линии. Он должен совмещать специальность монтажера со специальностью слесаря-сборщика. Такой монтажер может быть назван монтажером-универсалом.

При разработке новых образцов аппаратуры в лабораториях после отработки электрической схемы производится ее проверка, или, как говорят, «отработка» на макете. Изготовление макета поручается монтажеру-универсалу (макетчику). Макетчик часто должен не только уметь производить монтажные и слесарно-сборочные работы, но и обладать необходимыми конструкторскими познаниями: составление эскиза, разметка на миллиметровой бумаге расположения основных узлов аппарата и т. д. Такого макетчика можно назвать монтажером-конструктором.

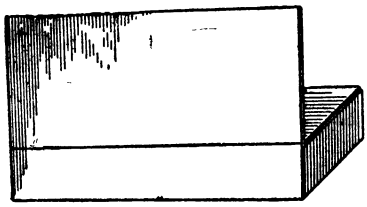
0-2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МОНТАЖНЫХ И СБОРОЧНЫХ РАБОТАХ

Приступая к монтажу и сборке того или иного прибора, монтажер должен ясно себе представить, в каких условиях будет работать данный прибор. Следует учесть возможность ремонта прибора при эксплуатации и замену тех или иных деталей, а также возможность проверки работы различных цепей прибора. Поэтому все детали прибора должны быть установлены так, чтобы их можно было без особых затруднений снять, если потребуется замена. Легкость доступа к деталям прибора зависит и от его конструкции. В настоящее время наибольшее распространение получили конструкции, в которых все детали устанавливаются на так называемых шасси. Шасси представляет собой коробку, согнутую из листовой стали, алюминия или литую. Различные виды наиболее часто применяемых шасси приведены на фиг. 0-1 и 0-2.

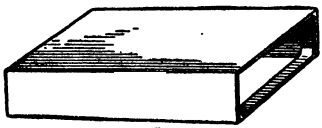
Мелкие детали прибора и соединительные провода, называемые в монтажной практике «монтажем», помещаются под горизонтальной панелью шасси, как говорят, — в «подвале». В зависимости от размеров деталей глубина «подвала» может быть различной.

При глубоком шасси, не имеющем боковых стенок, доступ к деталям, установленным под шасси в «подвале», осуществляется не только со стороны дна, но и сбоку.

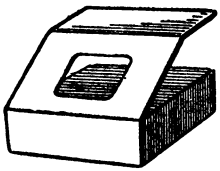
Для того чтобы облегчить проверку цепей схемы, сопротивления и конденсаторы при монтаже следует располагать так, чтобы маркировка на них (т. е. обозначение электрической величины) была повернута наружу и могла быть легко прочтена. Иногда, особенно в аппаратуре профессионального назначения, все детали схемы прибора снабжаются марки-



а)



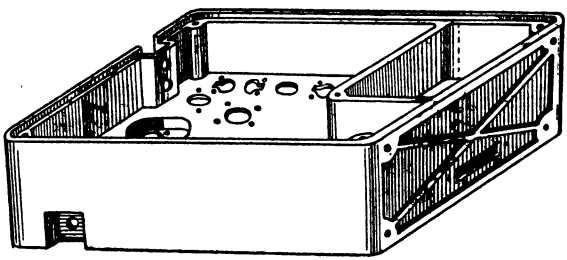
б)



в)

Фиг. 0-1. Различные виды наиболее часто применяемых шасси.

а — шасси коробчатой формы с вертикальной панелью; *б* — шасси без вертикальной панели, открытое с боков; *в* — шасси с наклонной передней панелью.



Фиг. 0-2. Литое шасси профессионального приемника.

ровкой, соответствующей номеру данной детали в принципиальной схеме прибора или в спецификации к ней. При монтаже аппаратуры широкого потребления детали обычно специально не маркируются, поэтому следует соблюдать правильное расположение маркировки деталей.

0-3. ВЫБОР ТИПА МОНТАЖА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКЦИИ И НАЗНАЧЕНИЯ АППАРАТА

Радиоаппаратура делится на две группы:

1) радиоаппаратура массового назначения;
2) радиоаппаратура профессионального назначения.

К аппаратуре массового назначения относятся радиовещательные приемники различных типов, телевизионные приемники, усилительные устройства для проводного вещания, звукозаписи, проигрывания граммофонных пластинок, усиления речи ораторов и других целей. Эта аппаратура, как правило, предназначается для неподвижной установки в закрытом помещении. Аппаратура работает обычно при нормальной комнатной температуре и влажности и к ней не предъявляются требования в смысле устойчивости ее работы при изменении внешних условий.

К аппаратуре профессионального назначения относится аппаратура, применяемая для радиосвязи на железнодорожном транспорте, в гражданской авиации, на кораблях торгового флота, в шахтах, в геологоразведочном деле и т. д. Условия работы аппаратуры профессионального назначения резко отличаются от условий работы аппаратуры массового назначения. Это вызывает и особые требования, предъявляемые к ней и, в частности, к ее монтажу.

К аппаратуре профессионального назначения следует отнести также и измерительную аппаратуру. К измерительной аппаратуре обычно предъявляются более строгие требования, чем к массовой аппаратуре.

Ввиду большого разнообразия различных приборов трудно дать подробное описание всех типов монтажа.

В аппаратуре массового назначения можно применять монтаж различного типа. В радиовещательных приемниках обычно применяется свободный монтаж мягким монтажным проводом в цепях питания и в цепях низкой частоты и жесткий монтаж голым одножильным проводом — в высокочастотных цепях схемы. Шаблонированный монтаж в приемниках массового назначения широкого применения не нашел, несмотря на ряд очевидных его преимуществ.

В производстве усилительной аппаратуры шаблониро-

ванный монтаж применяется весьма широко; часто весь монтаж аппарата выполняется только шаблонированным способом.

Более серьезные требования, предъявляемые к профессиональной аппаратуре, заставили обратить внимание на прочность, однородность и быстроту монтажных работ. Всем перечисленным требованиям больше всего отвечает шаблонированный монтаж, поэтому он применяется во всех цепях схемы прибора, кроме высокочастотных.

Образец прибора (выпрямителя), в котором целиком использован шаблонированный монтаж, приведен на фиг. 10-2.

Подробное описание техники и приемов шаблонированного монтажа изложено в гл. 10.

Следует упомянуть о новом способе монтажа, так называемом печатном монтаже. Этот способ дает возможность механизировать процесс монтажа, особенно в высокочастотных частях схем, где в настоящее время применяется «жесткий» висячий монтаж. Следует ожидать значительного уменьшения трудоемкости монтажных операций, а следовательно, и удешевления выпускаемой аппаратуры.

Размеры данной книги не позволяют остановиться на вопросах техники печатных схем.

Интересующимся рекомендуем по данному вопросу сборник «Техника печатания схем» [Л. 8].

ГЛАВА ПЕРВАЯ

СХЕМЫ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

1-1. РАЗНОВИДНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ ПРИБОРОВ

Современный радиоприбор часто состоит из весьма большого количества деталей. При внешнем осмотре такого прибора трудно представить себе взаимодействие его отдельных составных частей.

Для того чтобы разобраться в том или ином радиоприборе, составляют его электрическую схему. Электрическая схема прибора показывает, какие детали и как соединяются между собой в данном приборе и представляет собой как бы «план» прибора или аппарата. Рассмотрение электрической схемы дает возможность разобраться в том, ка-

кие детали входят в данный прибор, сколько их, каково их назначение и как они взаимодействуют между собой. В электрическую схему данного прибора обязательно должны быть занесены все детали, фактически находящиеся в данном приборе. Электрическая схема необходима как при первоначальном изготовлении прибора, так и при его эксплуатации и ремонте. Существуют две основные разновидности электрических схем:

а) принципиальная схема;

б) монтажная схема.

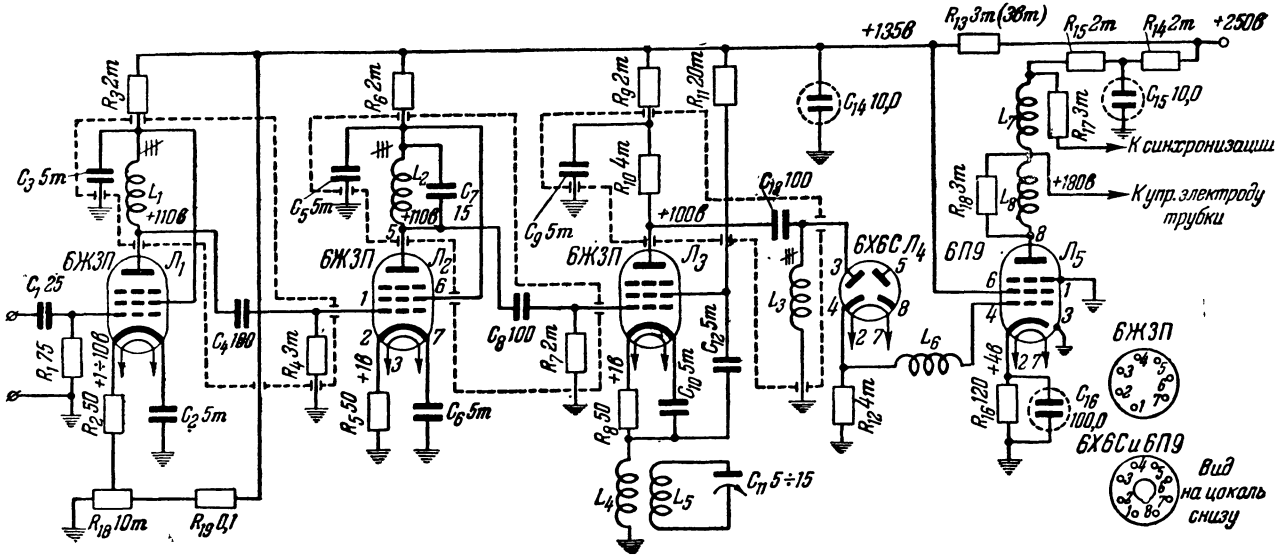
1-2. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Принципиальной схемой прибора называют чертеж, на котором при помощи условно принятых обозначений показаны все детали, входящие в данный прибор, и их соединение между собой. Такая схема позволяет разобраться в принципе работы данного прибора. В спецификации к принципиальной схеме должны быть указаны все электрические величины деталей. Для конденсаторов указываются: емкость, рабочее напряжение, тип, завод-изготовитель; для сопротивлений — величина в омах, мощность, тип, завод-изготовитель. Для катушек — индуктивность, тип провода, иногда — допустимый ток и пр. Типы ламп обозначаются наименованиями, под которыми они выпускаются промышленностью. На схеме приводятся также экранировка, разделение прибора на отдельные части, если он состоит из нескольких разборных частей, и другие особенности данного прибора, например одноручечное управление и переключения.

Соединение отдельных деталей схемы между собой производится при помощи сплошных линий, обозначающих проводники. На фиг. 1-1 приведена часть принципиальной схемы телевизионного приемника (журнал «Радио», № 5 за 1950 г.).

На этой схеме около каждого изображения детали проставлены ее буквенные и цифровые обозначения. Под этими обозначениями каждая деталь заносится в таблицу, прилагаемую к схеме и называемую спецификацией. Спецификацию схемы обычно помещают непосредственно под ней. В случае, если схема состоит из большого числа деталей, спецификация схемы прилагается на отдельной странице.

Условное обозначение в виде одной или двух букв присваивается каждой детали, изображенной на схеме. Емкости



Фиг. 1-1. Часть принципиальной схемы телевизионного приемника

обозначаются буквой C, индуктивности — L, сопротивления — R, трансформаторы — буквами *Тр* и т. д.

В популярной радиолюбительской литературе, а часто и в технических инструкциях и справочниках применяются принципиальные схемы без спецификаций. В этих схемах электрические величины деталей наносятся непосредственно на чертеже около их изображений. Для экономии места, занимаемого надписью, обозначения электрических величин наносятся по особой сокращенной системе.

Так, например, величины сопротивлений от 1 до 999 *ом* обозначаются просто числом, соответствующим их сопротивлению в омах, без слова «ом».

Величины сопротивлений от 1 000 до 99 999 *ом* обозначаются числом, соответствующим числу тысяч омов, с буквой *т*.

Величины сопротивлений от 100 000 *ом* и более обозначаются в мегомах и долях мегома в виде десятичных дробей. Аналогичный способ применяется для сокращенного обозначения величин емкости конденсаторов.

Для пояснения приводится несколько примеров сокращенных условных обозначений.

Обозначено в схеме	Надо читать
C_1 82	C_1 82 *мкмкф*
C_{12} 5 *т*	C_{12} 5 000
C_{31} 0,25	C_{31} 0,25 *мкф*
C_{14} 2,0	C_{14} 2,0
R_1 220	R_1 220 *ом*
R_{21} 4,7 *т*	R_{21} 4 700 *ом*
R_{13} 0,5	R_{13} 0,5 *мгом*
R_{41} 3,5	R_{41} 3,5

Такой способ обозначений электрических величин позволяет обойтись без спецификации и упрощает пользование схемой, облегчая ее «чтение». Недостатком этого способа является невозможность из-за недостатка места помещения на схеме более подробных сведений о деталях.

1-3. ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ, ПРИНЯТЫЕ В ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМАХ РАДИОАППАРАТУРЫ

Знак	Значение знака	
	Разделительная линия	
	Проводники или соединительные провода	
	Соединение и ответвление проводов	
	Перекрещивание проводов без электрического соединения	
	Экранированный проводник	
	Провода скрученные и шнуры	
	Разделка проводов жгута или жил кабеля	
	Коаксиальный кабель	
	Постоянное сопротивление:	
	0,25 *вт*	Обозначение мощности сопротивлений
	0,5 *вт*	
	1,0 *вт*	
	2,0 *вт*	
	5,0 *вт*	
	Переменное сопротивление	

Знак	Значение знака
	Конденсатор постоянной емкости
	Конденсатор постоянной емкости безиндукционный (точка — заземленная обкладка)
	Конденсатор переменной емкости
	Подстроечный конденсатор
	Конденсаторный агрегат, блок
	Конденсатор дифференциальный
+ −	Электролитический конденсатор
	Конденсатор проходной
	Катушка индуктивности (постоянная)
а) б)	Катушка индуктивности: а) настраиваемая магнитодиэлектрическим сердечником б) металлическим
	Трансформатор высокой частоты без сердечника
	Две индуктивно связанные катушки, настраиваемые магнитодиэлектрическими сердечниками

Знак	Значение знака
	Колебательный контур
	Индуктивно связанные контуры
	Контур в экране
	Дроссель низкой частоты. Сердечник из наборной стали
а) б)	Трансформатор низкой частоты
	Трансформатор с железным сердечником и экраном
	Автотрансформатор с железным сердечником и регулировкой
	Полупроводниковый выпрямитель, кристаллический детектор
	Телефонные трубки
	Громкоговоритель (общее обозначение)
+ −	Гальванический элемент, аккумулятор
	Батарея элементов или аккумуляторов
	Антенна

Знак	Значение знака
	Заземление
	Присоединение к шасси (массе)
	Экран с заземлением
	Экран, присоединенный к шасси
	Экранированный провод с заземлением или подсоединенной к шасси оболочкой
	Вывод из экрана
	Кварц, вообще пьезоэлектрический прибор
	Генератор переменного тока
	Электродвигатель с последовательным возбуждением
	Постоянный ток
	Переменный ток, общее обозначение
а) б) в)	Термоэлементы: а) общее обозначение б) с прямым подогревом в) с косвенным подогревом
	Термистор

Знак	Значение знака
	Болометр
	Диод прямого накала
	Триод прямого накала
	Пентод прямого накала
	Лучевой тетрод косвенного накала
	Двухполупериодный кенотрон косвенного накала
	Полупроводниковый триод
	Бареттер
	Лампа осветительная
	Лампа сигнальная
	Неоновая лампа

Знак	Значение знака
	Предохранитель плавкий
	Измерительный прибор В окружность вписывается сокращенное буквенное обозначение прибора и род тока: A — амперметр, V — вольтметр, VA — вольтамперметр, W — ваттметр, G — гальванометр, μA — микроамперметр, mA — миллиамперметр, mV—милливольтметр, Ω — омметр, ∽ — переменный ток, ⎓ — постоянный ток, ≅ — переменный и постоянный ток
	Микрофон
	Звукосниматель (общее обозначение)
	Головка для магнитной записи
	Реле электромагнитное (общее обозначение)
	Ключ кнопочный с арретиром
а) б) в)	Разъемное соединение: а) вилка с гнездом б) вилка в) гнездо
а) б) в) Б В г)	Высокочастотный разъем а) общее обозначение б) гнездо в) вилка г) в прямоугольнике *Б* указывается назначение цепи, в прямоугольнике *В* — куда поступает данная линия
	Зажим (отдельный)

Знак	Значение знака
	Выключатель однополюсный
	Переключатель однополюсный на два положения
	Переключатель двухполюсный на два положения
	Переключатель однополюсный на несколько направлений (многоконтактный)
	Переключатель многополюсный на несколько направлений (многоконтактный)

1-4. МОНТАЖНАЯ СХЕМА

Монтажная схема в отличие от принципиальной не дает возможности быстро разобраться в принципе действия данного прибора, но она является руководством для монтажа прибора, откуда и произошло ее название.

На фиг. 9-17 и 9-18 приводятся образцы принципиальной и монтажной схем.

Монтажная схема содержит сведения: как располагаются детали, помещенные на принципиальной схеме в данной конструкции прибора, каковы их относительное положение, способы соединения деталей схемы, расположение соединительных проводников.

На монтажной схеме помещаются также: 1) таблица всех соединительных проводов, их марки и размер; 2) спецификация на детали, устанавливаемые во время монтажа, с указанием номинальных величин и ГОСТ; 3) таблица на материалы, необходимые при монтаже прибора.

В отличие от принципиальной схемы, где детали изображаются в виде условных обозначений, монтажная схема представляет собой упрощенный общий вид прибора со стороны его монтажа. В монтажной схеме детали изображаются в виде, напоминающем их действительные очертания, часто в натуральную величину. Особенно четко на монтажной схеме выделяются соединительные проводники.

Шасси современного прибора обычно содержит несколько монтажных плоскостей. Часть деталей установлена на вертикальных, часть — на горизонтальных плоскостях.

Более подробные сведения о правилах выполнения монтажных схем можно найти в междуведомственной нормали «Система чертежного хозяйства», ч. 3, кн. 1 [Л. 14].

Радиомонтажер чаще всего имеет дело с монтажной схемой.

При разработке новой аппаратуры весьма часто задачей радиомонтажера является составление монтажной схемы прибора по его принципиальной схеме. Правильное составление монтажной схемы, особенно в случае сложных схем, требует высокой квалификации и часто вызывает необходимость предварительной отработки образца. В этом случае собирается первоначальный вариант конструкции, так называемый макет. Макет представляет собой вчерне собранный аппарат, в котором имеются все детали принципиальной схемы, но их взаимное расположение не всегда является окончательно решенным. От продуманной сборки макета зависит время, потребное на разработку окончательного образца прибора. Поэтому необходимо вдумчиво относиться к сборке макета. Радиомонтажер должен вести эту работу совместно с конструктором данного прибора. Радиомонтажер должен понимать принципы, вложенные конструктором в схему прибора. Конструктор прибора в свою очередь обязан знать основные приемы радиомонтаж-

ного дела и все время стремиться к тому, чтобы детали и узлы были расположены так, чтобы обеспечивался доступ к ним не только в процессе монтажа и наладки, но и при эксплуатации.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ПРОВОДНИКОВЫЕ И ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

2-1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛАХ (ПРОВОДАХ)

Отечественная промышленность изготовляет большое количество различных типов проводников, из которых многие предназначаются специально для монтажа радиоаппаратуры. В зависимости от характера аппаратуры, условий, в которых тот или иной прибор работает, выбирается тот или иной сорт проводников или та или иная его марка. Маркой провода называется сокращенное его обозначение, состоящее обычно из первых букв слов, характеризующих конструкцию провода.

Выпускаемые промышленностью провода делятся на следующие основные группы:

1. Провода, не имеющие изоляционной (непроводящей) оболочки. Такие провода называют голыми.

2. Провода, имеющие то или иное изоляционное покрытие. Такие провода называют изолированными.

Оболочка изолированных проводов изготовляется из хлопчатобумажной пряжи, шелка — натурального или искусственного, резины, специальной пластической массы — винилита и других материалов. В последнее время в монтажной практике начали применяться провода с покрытием из стеклянной пряжи. Недостатком проводников с волокнистой изоляцией является гигроскопичность изоляции, т. е. способность впитывать влагу из окружающего пространства. Проводник, изоляция которого впитала влагу, «отсырела», может нарушить нормальную работу прибора, так как при этом создается утечка тока. Поэтому проводники с изоляцией из гигроскопичных материалов часто провариваются в парафине, церезине, асфальте или смеси этих веществ. Такая пропитка делает проводники влагостойкими, т. е. способными противостоять действию влаги. Часто провода вместо проварки в указанных материалах покрываются влагостойким лаком, образующим на поверхности проводника плотный водонепроницаемый слой.

Проводники с резиновой изоляцией, а также с изоляцией из винилита являются влагостойкими и в пропитке или покрытии лаком не нуждаются. Ввиду того что различные покрытия обладают различной механической прочностью и другими характерными свойствами, часто применяют на одном проводнике несколько видов покрытий. Например, провод покрывают резиновой изоляцией, а поверх резины — слоем хлопчатобумажной или другой пряжи. Такое соединение двух оболочек на одном проводе дополняет друг друга: резиновая оболочка защищена оплеткой из пряжи от механических повреждений, могущих нарушить целость резины. Накладывание пряжи на провод производится при помощи обмотки провода слоем пряжи или при помощи оплетки. Оплетку проводов чаще всего применяют при их изготовлении и обычно накладывают ее на внешнюю поверхность проводника, изолированного, например, резиной, обтягивая его в виде прочного чулка. Обмотка проводов применяется обычно для внутренних слоев накладываемой на провод изоляции.

Как изолированные, так и голые проводники делятся по строению токопроводящей части на две группы:

1. Проводники, токоведущая часть которых состоит из одной проволоки. Такие проводники называют одножильными.

2. Проводники, токоведущая часть которых состоит из нескольких, иногда очень многих проволок, скрученных между собой. Такие проводники называют многожильными.

Следует заметить, что многожильными проводами часто называют также такие провода, которые состоят из нескольких отдельных токоведущих жил, изолированных друг от друга и заключенных в общую оболочку.

Применение одножильных проводников как более жестких дает возможность производить так называемый «жесткий» монтаж. Об этом более подробно сказано в гл. 9.

Многожильные провода применяются часто для монтажа цепей, где взаимное расположение проводников не имеет значения, а также там, где необходимо передвижение одной части прибора относительно другой его части без нарушения соединения между ними.

Многожильные провода применяются для различных соединительных кабелей, шлангов и других гибких соединительных устройств.

Токоведущие жилы проводника изготовляются чаще всего из чистой меди. Иногда жилы провода изготовляются из

алюминия. В радиомонтажной практике соединение проводников с деталями схемы производится чаще всего посредством пайки. Ввиду того, что алюминий с трудом поддается пайке, провода с алюминиевой жилой для монтажа радиоаппаратуры не применяются. Для облегчения пайки жилы проводов часто покрываются тонким слоем олова или оловянистого сплава, т. е. лудятся. Лужение предохраняет медную проволоку от окисления, облегчая пайку.

Часто для монтажа высокочастотных схем применяют голый медный провод. В этом случае поверхность провода покрывают тонким слоем серебра. Как известно, чем выше частота, тем меньше ток проникает вглубь проводника, протекая преимущественно по его поверхности. Это явление называется скин-эффектом или поверхностным эффектом. Серебро обладает наилучшей электропроводностью из всех металлов, поэтому серебрение проводников для монтажа высокочастотных цепей позволяет увеличить их электропроводность на высокой частоте, что часто имеет значение для работы схемы и предохраняет поверхность провода от окисления.

Провода, применяемые при монтаже, классифицируются диаметром или площадью поперечного сечения, кратко — «сечением». Диаметр провода выражается всегда в миллиметрах, а сечение — в квадратных миллиметрах.

Сечение провода по диаметру определяется так:

$$S = 0{,}785d^2 \cong 0{,}8d^2,$$

где S — сечение провода, *мм*²;
d — диаметр провода, *мм*.

Пример. Определить сечение провода, имеющего диаметр 0,8 *мм*.

$$S = 0{,}785d^2 = 0{,}785 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}8 = 0{,}503 \text{ мм}^2.$$

Для многожильного проводника сечение равно сечению одной жилы, умноженному на число жил.

Пример. Определить сечение провода, жила которого скручена из 19 проволок диаметром 0,29 *мм* каждая.

$$S = 0{,}785 \cdot 0{,}29 \cdot 0{,}29 \cdot 19 = 1{,}25 \text{ мм}^2$$

Проводник, через который протекает ток, нагревается. Если через проводник протекает ток небольшой величины, то нагрев проводника настолько незначителен, что его обычными способами, например наощупь или термометром, за-

метить нельзя. Однако некоторое количество тепла, выделяется во всех случаях, когда через проводник проходит ток. Если через проводник проходит ток небольшой величины, то выделяемое в нем тепло быстро отводится или, как говорят, «рассеивается» в окружающем пространстве. При большой величине протекающего через проводник тока количество выделяемого тепла настолько велико, что оно не успевает уходить в окружающее пространство, и провод заметно нагревается. При перегрузке проводника током в нем может выделяться так много тепла, что произойдет перегрев изоляции проводника, что вызовет ее обугливание и полное разрушение. Даже сам проводник, через который протекает ток чрезмерной величины, может расплавиться. Монтажеру следует знать, как подойти к выбору диаметра или сечения проводника в различных случаях монтажа. Понятие о плотности тока поможет правильно определить допустимую величину тока через проводник. Плотностью тока называют величину тока, приходящегося на 1 *мм*^{2} площади сечения проводника. Ток измеряется в амперах, а плотность тока — в амперах на квадратный миллиметр. В зависимости от того, где проложен проводник, при какой окружающей температуре он работает, допустимая для данного проводника плотность тока может меняться в некоторых пределах. Большое значение имеет также и материал изоляции проводника. Так, например, провода с изоляцией из стеклянной пряжи или асбеста могут работать при значительно более высокой плотности тока, так как их изоляция выдерживает температуру до 200° С без разрушения. Такие проводники, как принято называть, обладают повышенной теплостойкостью. Максимально допустимая плотность тока для проводов с волокнистой изоляцией из хлопчатобумажной или шелковой пряжи лежит обычно в пределах 5—10 *а* на квадратный миллиметр при нормальных условиях охлаждения и окружающей температуре +20° С, если другие условия, например допустимое падение напряжения, не заставляют снизить плотность тока. Кроме допустимой плотности тока, при выборе сечения часто приходится учитывать допустимое падение напряжения на нем. Падением напряжения на проводнике называют разность между напряжением в его начале, т. е. у источника тока, и напряжением в его конце, т. е. на нагрузке. Если длина проводов, прокладываемых при монтаже, составляет значительную величину, например 10—20 *м*, а ток, протекающий через них, измеряется несколькими амперами, то при неправильном выборе сечения

провода в нем может получиться падение напряжения чрезмерной величины, не допускаемой условиями работы прибора.

Рассмотрим численный пример. Напряжение источника питания (обмотка накала трансформатора) равно 6,3 *в*. Сечение провода равно 0.75 *мм*². Общая длина проводов — 20 *м* (два провода по 10 *м*). Ток нагрузки, проходящий по проводам, — 5 *а*. Определить падение напряжения в проводах.

Падение напряжения в проводах определяем по закону Ома:

$$\Delta U = RI,$$

где ΔU — падение напряжения в проводах, *в*;
R — сопротивление проводов, *ом*;
I — сила тока, *а*.

Таблица 2-1

Сопротивления и допустимые нагрузки медных проводов

Сечение провода, *мм*²	Наибольший допустимый ток, *а*	Плотность тока, *а/мм*²	Сопротивление 1 *м*, *ом*
0,05	0,7	14	0,356
0,07	1	14	0,248
0,10	1,25	12,5	0,172
0,20	2	10	0,089
0,30	3	10	0,057
0,35	3,5	10	0,051
0,40	4	10	0,043
0,50	7	14	0,034
0,75	9	12	0,023
0,80	9,6	12	0,022
1,0	11	11	0,017
1,5	14	9	0,011
2,0	17	8,5	0,008
2,5	20	8	0,007
4	25	6,2	0,004
6	31	5,2	0,002
10	43	4,3	—
16	75	4,7	—

Из табл. 2-1 находим, что сопротивление 20 *м* медного провода сечением 0,75 *мм*² равно 0,46 *ом*.

Следовательно, падение напряжения в проводах будет равно: $\Delta U = 0{,}46 \cdot 5 = 2{,}3$ *в*.

Напряжение на нагрузке будет равно разности между напряжением источника и падением напряжения в проводах, т. е. 6,3 — — 2,3 = 4 *в*. Этот пример показывает, что падение напряжения чрезмерно велико, так как для питания накала 6-вольтовых ламп напряжения 4 *в* недостаточно. Значит, сечение провода выбрано неправильно. Следует заметить, что плотность тока в разобранном примере равна 5:0,75 = 6,6 *а/мм*², т. е. не превышает допустимой величины (табл. 2-1).

2-2. МАРКИ ПРОВОДОВ, ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ МОНТАЖА

Существует большое количество разнообразных марок монтажных проводов. В зависимости от условий работы прибора, его конструкции и других особенностей для монтажа применяются те или иные марки проводов. Ниже рассматриваются наиболее часто применяемые марки монтажных проводов.

Выпускаемые промышленностью монтажные провода в отличие от обмоточных проводов выпускаются по так называемой «шкале нормальных сечений», которая приведена в табл. 2-1.

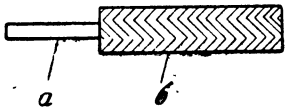
Голые провода

ММ — проволока медная мягкая голая применяется для монтажа цепей в приемной, передающей и измерительной аппаратуре, причем проволока обычно серебрится или лудится, т. е. покрывается тонким слоем олова или оловянисто-свинцового сплава. В высокочастотных частях схемы приборов применяется серебреная проволока, во всех остальных случаях — луженая. В продажу проволока ММ поступает без покрытия и по мере надобности покрывается в соответствующих цехах предприятий.

Провода изолированные

Провода с резиновой изоляцией

МР — провод с резиновой изоляцией, без внешней оплетки (фиг. 2-1). Провод марки МР выпускается сечением 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5 и 2,5 *мм*^{2}.



Фиг. 2-1. Конструкция провода марки МР.

а — токопроводящая жила—медная луженая проволока; *б*—изоляция — вулканизированная резина.

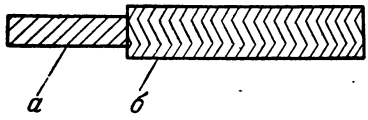
МРГ — провод гибкий с резиновой изоляцией без внешней оплетки (фиг. 2-2). Провод марки МРГ выпускается сечением 0,35; 0,5; 0,75; 1,0 и 1,5 *мм*^{2}.

МРГП — провод гибкий, с резиновой изоляцией в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной в парафине (фиг. 2-3). Провод МРГП выпускается сечением 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5 и 2,5 *мм*^{2}.

МРГПЭ — провод гибкий с резиновой изоляцией в оплетке, пропитанной парафином, экранированный (фиг. 2-4). Провод МРГПЭ выпускается сечением 0,35; 0,5; 0,75; 1,0 и 1,5 *мм*^{2}.

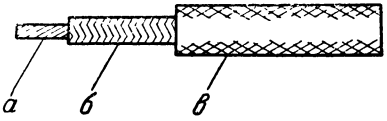
МРГЛ — провод гибкий с резиновой изоляцией в лакированной оплетке (фиг. 2-5). Провод МРГЛ выпускается сечением 0,35; 0,5; 0,75; 1,0 и 1,5 *мм*².

Провода описанной выше группы с резиновой изоляцией могут работать в цепях с напряжением до 380 *в* пере-



Фиг. 2-2. Конструкция провода марки МРГ.

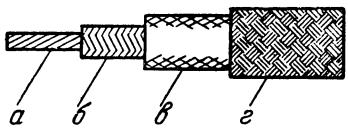
а — токопроводящая жила — медные луженые проволоки; *б* — изоляция — вулканизированная резина.



Фиг. 2-3. Конструкция провода марки МРГП.

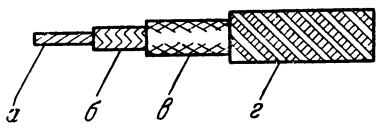
а — токопроводящая жила — медные луженые проволоки; *б* — изоляция — вулканизированная резина; *в* — хлопчатобумажная оплетка, пропитанная парафином.

менного тока технической частоты (50 *гц*) или до 500 *в* постоянного тока. Провода этой группы, за исключением МРГЛ, могут применяться для монтажа приборов, работающих в различных условиях при температуре не свыше 40° С.



Фиг. 2-4. Конструкция провода марки МРГПЭ.

а — токопроводящая жила — медные луженые проволоки; *б* — изоляция — вулканизированная резина; *в* — оплетка из хлопчатобумажной пряжи, пропитанная парафином; *г* — экранирующая оплетка из медной проволоки диаметром 0,15—0,20 *мм*, защищенная от коррозии металлическим покрытием.



Фиг. 2-5. Конструкция провода марки МРГЛ.

а — токопроводящая жила — медные луженые проволоки; *б* — изоляция — вулканизированная резина; *в* — оплетка из хлопчатобумажной пряжи; *г* — лаковое покрытие.

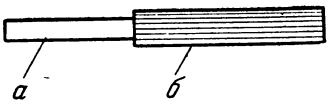
Провод МРГЛ обладает большей стойкостью к теплу и влажности по сравнению с другими проводами этой группы. Поэтому его можно применять при повышенной рабочей температуре и влажности до температуры 60—70° С и относительной влажности 90%.

Провода с винилитовой изоляцией

ПМВ — провод монтажный винилитовый (фиг. 2-6). Провод ПМВ выпускается сечением 0,2; 0,5 и 0,75 *мм*².

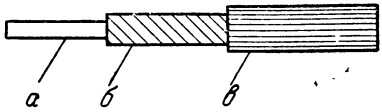
ПМОВ — провод с винилитовой изоляцией с хлопчатобумажной обмоткой по жиле однопроволочный (фиг. 2-7). Провод ПМОВ выпускается сечением 0,2; 0,35; 0,5 и 0,75 *мм*².

ПМВГ — провод с винилитовой изоляцией, с хлопчатобумажной обмоткой по жиле (с многопроволочной жилой)



Фиг. 2-6. Конструкция провода марки ПМВ.

а — токопроводящая жила — медная луженая проволока; *б* — изоляция — пластмасса (хлорвинил) натурального, красного, черного, зеленого, вишневого, голубого, белого и коричневого цветов.

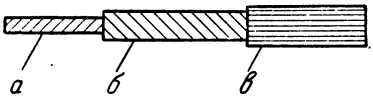


Фиг. 2-7. Конструкция провода марки ПМОВ.

а — токопроводящая жила из медной луженой проволоки; *б* — обмотка из хлопчатобумажной пряжи; *в* — оболочка из пластмассы (хлорвинила) черного, желтого, красного, синего, зеленого и коричневого цветов.

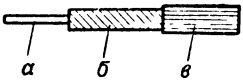
гибкий (фиг. 2-8). Провод ПМВГ выпускается сечением 0,35; 0,5 и 0,75 *мм*².

Провода этих марок могут применяться для монтажа аппаратуры всех видов, работающей при температуре от — 60 до + 50° С. Рабочее напряжение для этих проводов не должно превышать 500 *в* переменного тока частотой 50 *гц*.



Фиг. 2-8. Конструкция провода марки ПМВГ.

а — токопроводящая жила из медных луженых проволок; *б* — обмотка из хлопчатобумажной пряжи; *в* — оболочка из пластмассы (хлорвинила) черного, желтого, красного, синего, зеленого и коричневого цветов.



Фиг. 2-9. Конструкция провода МШВ.

а — токопроводящая жила — медная луженая проволока; *б* — обмотка из шелковой пряжи; *в* — винилитовая изоляция.

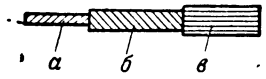
Кроме указанных марок проводов с хлорвиниловой винилитовой изоляцией, в последнее время выпускаются следующие:

МШВ — провод монтажный с шелковой обмоткой по жиле и винилитовой изоляцией, однопроволочный (фиг. 2-9). Провод МШВ выпускается сечением 0,07; 0,2; 0,5; 0,75 и 1,5 *мм*².

МГШВ — провод монтажный гибкий (многожильный), с шелковой обмоткой по жиле и винилитовой изоляцией

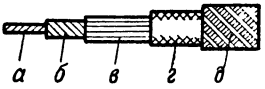
(фиг. 2-10). Провод МГШВ выпускается сечением 0,14; 0,35; 0,5; 0,75 и 1,5 *мм*².

Провода марок МШВ и МГШВ сечением 0,07 и 0,14 *мм*² могут работать при напряжениях до 380 *в* переменного тока 50 *гц*, остальные сечения — до 1 000 *в* переменного тока



Фиг. 2-10. Конструкция провода МГШВ.

а — токопроводящая жила—медные луженые проволоки; *б* — обмотка из шелковой пряжи; *в*—винилитовая изоляция.



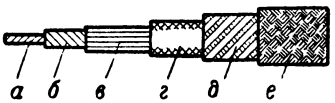
Фиг. 2-11. Конструкция провода БПВЛ.

а — токопроводящая жила—медные луженые проволоки; *б* — хлопчатобумажная обмотка по жиле; *в* — винилитовая изоляция; *г* — оплетка из хлопчатобумажной пряжи; *д* — лаковое покрытие.

50 *гц*. Провода этих марок могут работать при температуре от —50 до +70° С и относительной влажности до 98%.

БПВЛ — провод с изоляцией из хлорвинила по гибкой (многопроволочной) жиле, с оплеткой из хлопчатобумажной пряжи, лакированный (фиг. 2-11).

БПВЛЭ — то же, но с экранирующей оплеткой из медных луженых проволок (фиг. 2-12).



Фиг. 2-12. Конструкция провода БПВЛЭ.

а — токопроводящая жила —медные луженые проволоки; *б* — хлопчатобумажная обмотка по жиле; *в* — винилитовая изоляция; *г* — оплетка из хлопчатобумажной пряжи; *д*—лаковое покрытие; *е* — экранирующая оплетка из медной проволоки диаметром 0,15÷0,20 *мм*, защищенная от коррозии металлическим покрытием.

Провода марок БПВЛ и БЛВЛЭ применяются для монтажа электро- и радиоаппаратуры в местах, подверженных действию смеси масла и бензина, а также вибрации и выпускаются сечением от 0,35 до 95 *мм*². Провода этих марок могут работать при напряжениях не выше 250 *в* переменного тока 50 *гц* в температурном интервале от — 60 до + 70° С.

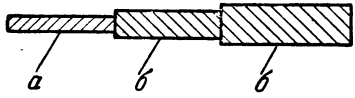
Провода с хлорвиниловой изоляцией устойчивы против действия воды, масла, большинства кислот и растворителей (спирт, бензин и т. д.). Перечисленные свойства проводов с хлорвиниловой (винилитовой) изоляцией обеспечили им широкое применение для монтажа радиоаппаратуры, работающей в различных условиях.

Провода с волокнистой изоляцией

МГШД — провод гибкий с двойной обмоткой из натурального шелка (фиг. 2-13).

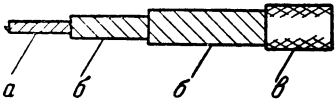
МГШДО — провод гибкий с двойной обмоткой и оплеткой из натурального шелка (фиг. 2-14).

Провода марок МГШД и МГШДО выпускаются сечением 0,05; 0,07; 0,10; 0,20; 0,35 и 0,50 *мм*². Провода этих марок применяются для монтажа аппаратуры, работающей



Фиг. 2-13. Конструкция провода марки МГШД.

а — токопроводящая жила из медных луженых проволок; *б* — обмотка из натурального шелка.



Фиг. 2-14. Конструкция провода марки МГШДО.

а — токопроводящая жила, скрученная из нескольких медных луженых проволок; *б* — обмотка из натурального шелка; *в* — оплетка из натурального шелка синего, коричневого, белого, желтого, зеленого, черного и красного цветов и комбинации их.

при напряжениях не выше 100÷150 *в* в нормальных условиях влажности. Преимуществом проводов этих марок является их малый диаметр, что позволяет производить укладку большого числа проводов в нетолстый пучок или жгут. Провода МГШД и МГШДО обладают хорошей гибкостью, поэтому они применяются в качестве выводных проводников при намотке катушек трансформаторов, дросселей и других намоточных деталей аппаратуры.

Провода с комбинированной изоляцией

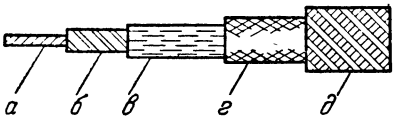
МЦБЛ—провод с гибкой жилой, с пленочной изоляцией, со слоем стеклянного волокна или асбеста, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, лакированный (фиг. 2-15).

МЦШЛ — провод с гибкой жилой, с пленочной изоляцией, со слоем стекловолокна или асбеста, в оплетке из натурального или искусственного шелка, лакированный (фиг. 2-16).

МЦСЛ — провод с гибкой жилой, с пленочной изоляцией, со слоем стекловолокна или асбеста, в оплетке из стекловолокна, лакированный (фиг. 2-17).

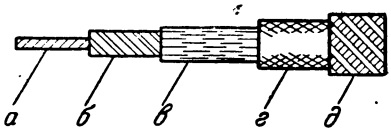
Провода марок МЦБЛ, МЦШЛ и МЦСЛ выпускаются сечением 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 2,0; 3,0 и 4,0 *мм*².

Рабочее напряжение проводов этих марок не должно превышать 250 *в* переменного тока частотой 50 *гц*. Достоинством проводов со стеклянной изоляцией является высокая теплостойкость изоляции, ввиду чего они могут применяться при повышенной плотности тока и в приборах, работающих в



Фиг. 2-15. Конструкция провода марки МЦБЛ.

а — токопроводящая жила — медные луженые проволоки; *б* — пленочная изоляция; *в* — слой стеклянного волокна; *г* — оплетка из хлопчатобумажной пряжи; *д* — лаковое покрытие.



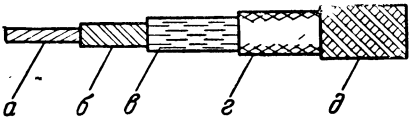
Фиг. 2-16. Конструкция провода марки МЦШЛ.

а — токопроводящая жила — медные луженые проволоки; *б* — пленочная изоляция; *в* — слой стекловолокна или асбеста; *г* — оплетка из натурального или искусственного шелка; *д* — лаковое покрытие.

условиях повышенных температур. Пленка, накладываемая на токоведущую жилу провода в качестве первого слоя, изготовляется из целлофана или амилацетата.

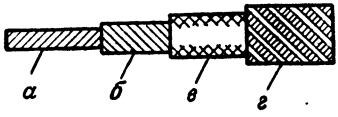
МГСЛ — провод с гибкой жилой в обмотке и оплетке из стеклянного волокна, лакированный (фиг. 2-18).

МГББЛ — провод с гибкой жилой в обмотке из натурального или искусственного шелка и хлопчатобумажной



Фиг. 2-17. Конструкция провода марки МЦСЛ.

а — токопроводящая жила — медные луженые проволоки; *б* — пленочная изоляция; *в* — слой стекловолокна; *г* — оплетка из стекловолокна; *д* — лаковое покрытие.



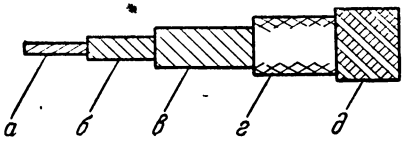
Фиг. 2-18. Конструкция провода марки МГСЛ.

а — токопроводящая жила — медные луженые проволоки; *б* — обмотка из стекловолокна; *в* — оплетка из стекловолокна; *г* — лаковое покрытие.

пряжи и в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, лакированный (фиг. 2-19).

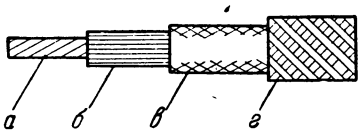
Провода марок МГСЛ и МГББЛ выпускаются сечением 0,35 и 0,5 *мм*^{2}. Рабочее напряжение проводов этих марок не должно превышать 250 *в* переменного тока частотой 50 *гц*. Проводники указанных марок имеют наружный диаметр немного бо́льший, чем соответствующие им по сечениям провода марок МГШД и МГШДО. Благодаря наружному покрытию водонепроницаемым лаком влагостойкость

проводов МГСЛ и МГББЛ значительно выше, чем МГШД и МГШДО. Преимущество проводов марки МГСЛ заключается также в повышенной теплостойкости, являющейся характерной особенностью изоляции из стеклянной пряжи. Провода марок МГСЛ и МГББЛ обычно применяются для



Фиг. 2-19. Конструкция провода марки МГББЛ.

а — токопроводящая жила — медные луженые проволоки; *б* — обмотка из натурального или искусственного шелка; *в* — обмотка из хлопчатобумажной пряжи; *г* — оплетка из хлопчатобумажной пряжи; *д* — лаковое покрытие.

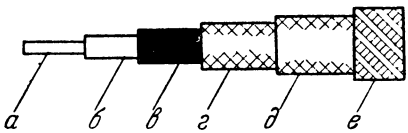


Фиг. 2-20. Конструкция провода марки МГВСЛ.

а — токопроводящая жила из медных луженых проволок; *б* — изоляционная оболочка из хлорвинила; *в* — оплетка из стеклянного волокна; *г* — лаковое покрытие.

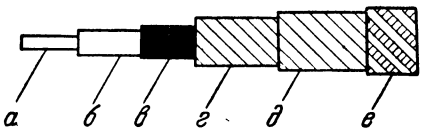
монтажа аппаратуры специального назначения в тех случаях, где необходима компактность жгута, состоящего из большого количества проводов.

МГВСЛ — провод с гибкой жилой, с винилитовой изоляцией в оплетке из стекловолокна, лакированный (фиг. 2-20). Провода марки МГВСЛ выпускаются сечением 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 2,0 и 3,0 *мм*^{2}.



Фиг. 2-21. Конструкция провода марки МБДЛ.

а — токопроводящая жила — медная проволока марки ММ; *б* — покрытие из свинцово-оловянистого сплава; *в* — слой эмали; *г*, *д* — обмотка из хлопчатобумажной пряжи; *е* — лаковое покрытие.



Фиг. 2-22. Конструкция провода марки МШДЛ.

а — токопроводящая жила — медная проволока марки ММ; *б* — покрытие из свинцово-оловянистого сплава; *в* — слой эмали; *г*, *д* — обмотка из натурального шелка; *е* — лаковое покрытие.

МБДЛ — провод монтажный эмалированный, с двойной бумажной обмоткой, лакированный (фиг. 2-21).

МШДЛ — провод монтажный эмалированный, с двойной шелковой обмоткой, лакированный (фиг. 2-22).

Провода марок МБДЛ и МШДЛ выпускаются сечением 0,5; 0,8 и 1,0 *мм*^{2}. Провода этих марок применяются для монтажа аппаратуры в цепях с рабочим напряжением до 500 *в* переменного тока частотой 50 *гц*. Влагостойкость про-

водов благодаря лаковому покрытию допускает их применение в аппаратуре, работающей при высокой относительной влажности.

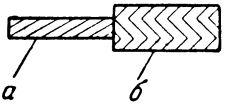
Провода выпускаются с различной расцветкой верхней обмотки, что позволяет применять их для прокладки в различных цепях без предварительной разметки.

Провода высокого напряжения

ПВГ — провод высокого напряжения с резиновой изоляцией без внешней оплетки (фиг. 2-23).

ПВЛ-2 — провод высоковольтный в оплетке с лаковым покрытием повышенной теплостойкости (фиг. 2-24).

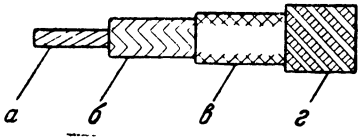
ПВЛЭ-2 — провод высоковольтный в оплетке с лаковым покрытием повышенной теплостойкости, экранированный (фиг. 2-25).



Фиг. 2-23. Конструкция провода марки ПВГ.

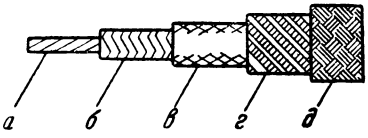
а — токопроводящая жила — медные проволоки; *б* — изоляция — вулканизированная резина.

Провода марок ПВГ, ПВЛ-2 и ПВЛЭ-2 выпускаются сечением 1,3 *мм*^{2} (19 проволок диаметром 0,30 *мм* каждая). Рабочее напряжение проводов указанных марок 15 ÷ 20 *кв* переменного тока частотой 50 *гц*. Лаковая пленка проводов ПВЛ-2 и ПВЛЭ-2 устойчива против воздействия тепла, холода и масел. Провода этих марок применяются в цепях высокого напряжения при монтаже телевизионных устройств, высоковольтных выпрямителей, установок для испытания на



Фиг. 2-24. Конструкция провода марки ПВЛ-2.

а — токопроводящая жила — медные проволоки; *б* — изоляция — вулканизированная резина; *в* — оплетка из хлопчатобумажной пряжи; *г* — лаковое покрытие.



Фиг. 2-25. Конструкция провода марки ПВЛЭ-2.

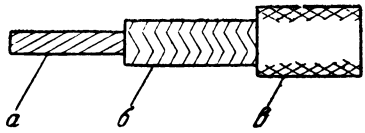
а — токопроводящая жила — медные проволоки; *б* — изоляция — вулканизированная резина; *в* — оплетка из хлопчатобумажной пряжи; *г* — лаковое покрытие; *д* — экранирующая оплетка — медная луженая проволока диаметром 0,15 — 0,20 *мм*.

электрическую прочность и в цепях высокого напряжения другой электро- и радиоаппаратуры. Эти же провода применяются также для монтажа цепей зажигания в двигателях внутреннего сгорания.

Провода для электрооборудования самолетов и автомобилей

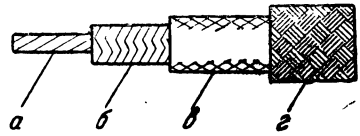
Описываемые ниже провода, кроме своего прямого назначения, широко применяются для монтажа радиоаппаратуры, особенно в тех случаях, когда по условиям работы требуется повышенная стойкость проводов к воздействию тепла, влаги, масел и бензина.

ЛПРГС — провод гибкий с резиновой изоляцией в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, лакированный (фиг. 2-26).



Фиг. 2-26. Конструкция провода марки ЛПРГС.

а — токопроводящая жила — медные проволоки; *б* — изоляция — вулканизированная резина; *в* — оплетка из хлопчатобумажной пряжи, покрытая лаком.



Фиг. 2-27. Конструкция провода марки ЛПРГСЭ.

а — токопроводящая жила — медные проволоки; *б* — изоляция — вулканизированная резина; *в* — оплетка из хлопчатобумажной пряжи, покрытая лаком; *г* — экранирующая оплетка — медная проволока диаметром 0,12—0,30 *мм*, защищенная от коррозии металлическим покрытием.

ЛПРГСЭ — провод гибкий с резиновой изоляцией в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, лакированный и экранированный (фиг. 2-27).

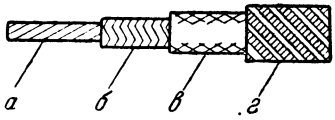
Провода марки ЛПРГС выпускаются сечением 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 5,0; 6,0; 10,0 и 16,0 *мм*^{2}. Сечения 0,5; 0,75 и 1,5 *мм*^{2} выпускаются как с одной токопроводящей жилой, так и с несколькими, например двухжильные — $2 \times 1{,}5$, семижильные — $7 \times 0{,}5$ и т. д. Каждая из этих жил при этом изолируется отдельно. Многожильные провода этих марок имеют общую оплетку из хлопчатобумажной пряжи.

Провода марки ЛПРГСЭ выпускаются сечением 0,75; 1,0; $2 \times 0{,}75$ и $2 \times 1{,}5$ *мм*^{2}.

Провода указанных марок могут работать при температурах от —60 до +55° С и высокой влажности. Рабочее напряжение для проводов в указанных выше условиях допускается не выше 220 *в* переменного тока частотой 50 *гц*. При менее тяжелых условиях, например нормальной температуре и влажности, рабочее напряжение может быть повышено до 500 *в*.

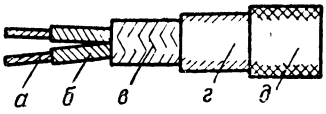
АОЛ — провод автомобильный в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, лакированный (фиг. 2-28). Провода марки АОЛ выпускаются сечением 1,5 *мм*². Рабочее напряжение проводов марки АОЛ — 500 *в* переменного тока частотой 50 *гц*. Диапазон рабочих температур — от —65 до +70° С.

При монтаже радиоаппаратуры, состоящей из нескольких отдельных блоков, соединяемых между собой кабелями (см. гл. 7) применяются также следующие марки многожильных проводов в общей оплетке из хлопчатобумажной пряжи или резиновой оболочке (шланге):



Фиг. 2-28. Конструкция провода марки АОЛ.

а — токопроводящая жила — медные проволоки; *б* — изоляция — вулканизированная резина; *в* — оплетка из хлопчатобумажной пряжи; *г* — лаковое покрытие.



Фиг. 2-29. Конструкция провода РПО.

а — токопроводящая жила—медные луженые проволоки; *б* —обмотка из хлопчатобумажной пряжи по жиле; *в* — резиновая изоляция; *г* — обмотка хлопчатобумажной прорезиненной лентой; *д*— оплетка из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом.

РПО — провод многожильный с резиновой изоляцией в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом (фиг. 2-29).

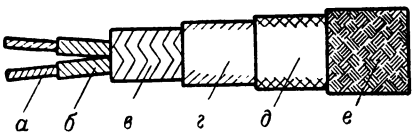
РПОЭ — провод той же конструкции, что и РПО, но покрытый поверх оплетки экранирующим чулком из проволоки (фиг. 2-30). Провода марок РПО и РПОЭ могут работать при напряжении до 220 *в* переменного тока 50 *гц* при температуре от —40 до +60° С и абсолютной влажности до 70%. Провода этих марок выпускаются сечением каждой жилы 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5 и 2,5 *мм*². Число жил в общей оплетке может быть от двух до четырнадцати.

РПШ — провод многожильный с резиновой изоляцией в резиновом шланге (фиг. 2-31).

РПШЭ — провод той же конструкции, что и РПШ, но покрытый поверх шланга экранирующим чулком из проволоки (фиг. 2-32). Провода марок РПШ и РПШЭ изготовляются для работы при напряжениях 220, 500 и 3 000 *в* переменного тока 50 *гц* и могут работать при температуре от —40 до +60° С и относительной влажности до 98%. Провода этих марок выпускаются сечением каждой жилы

0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0 и 10 *мм*². Число жил в общем шланге может быть от двух до четырнадцати (при сечении каждой жилы от 0,35 до 2,5 *мм*²) или не более трех (при сечении каждой жилы от 4 до 10 *мм*²).

Более подробные сведения о проводах марок РПО, РПОЭ, РПШ и РПШЭ помещены в общесоюзном стандарте ГОСТ 5783-51.



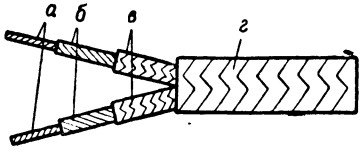
а — токопроводящая жила—медные луженые проволоки; *б* —обмотка из хлопчатобумажной пряжи; *в* — резиновая изоляция; *г* — обмотка хлопчатобумажной прорезиненной лентой; *д*—оплетка из хлопчатобумажной пряжи; *е*—экранирующая оплетка из медных луженых проволок.

Фиг. 2-30. Конструкция провода РПОЭ.

В некоторых случаях, когда по схеме того или иного устройства для соединения отдельных блоков необходимы сечения проводов более 10 *мм*², возможно применение многожильных проводов следующих марок:

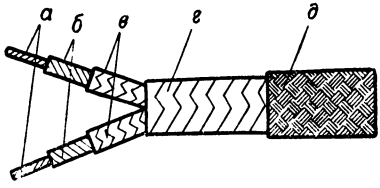
ШРПЛ — шнур с резиновой изоляцией переносный легкий.

ШРПС — шнур с резиновой изоляцией переносный средний.



Фиг. 2-31. Конструкция провода РПШ.

а — токопроводящая жила—медные луженые проволоки; *б* —обмотка из хлопчатобумажной пряжи; *в* — резиновая изоляция; *г* — резиновая шланговая изоляция.



Фиг. 2-32. Конструкция провода РПШЭ.

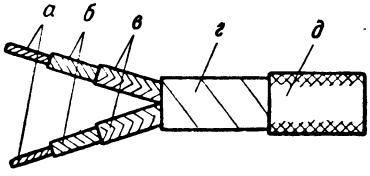
а — токопроводящая жила — медные луженые проволоки; *б* — обмотка из хлопчатобумажной пряжи; *в* — резиновая изоляция; *г* — резиновая шланговая изоляция; *д* — экранирующая оплетка из медных луженых проволок.

КРПТ — кабель с резиновой изоляцией переносный тяжелый.

Конструкция проводов этих марок аналогична марке РПШ (фиг. 2-31), но они изготовляются сечением до 70 *мм*² при количестве жил в общем шланге до четырех. Более подробные сведения о проводах марок ШРПЛ, ШРПС и КРПТ помещены в общесоюзном стандарте ГОСТ 2650-44.

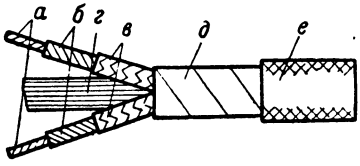
Провода для бытовой аппаратуры

При монтаже аппаратуры широкого потребления, как радиотехнической, так и электротехнической, широко применяются так называемые арматурные или приборные провода. Эти провода предназначаются, в основном, для соединения радиоприемников, телевизоров и других приборов, питающихся от переменного (или постоянного) тока, с сетью. В некоторых случаях такие провода могут быть использованы и для других целей, например соединения между собой отдельных блоков той или



Фиг. 2-33 Конструкция провода ШПРО.

а — токопроводящая жила — медные проволоки; *б* — хлопчатобумажная обмотка по жиле; *в*—резиновая изоляция; *г* — обмотка из хлопчатобумажной прорезиненной ленты; *д* — оплетка хлопчатобумажной крученой пряжей.



Фиг. 2-34. Конструкция провода ШВРО.

а — токопроводящая жила — медные проволоки; *б* — хлопчатобумажная обмотка по жиле; *в*—резиновая изоляция; *г* — заполнение оплетки некрученой хлопчатобумажной пряжей; *д* — обмотка из хлопчатобумажной прорезиненной ленты; *е* — оплетка из хлопчатобумажной крученой пряжи.

иной аппаратуры. Провода этой группы изготовляются с двумя жилами и имеют различное конструктивное выполнение, а также изоляцию. Отечественной промышленностью выпускаются следующие марки проводов:

ШПРО — шнур плоский с резиновой изоляцией в общей оплетке из хлопчатобумажной пряжи (фиг. 2-33).

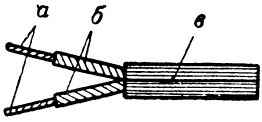
ШВРО — шнур круглый с резиновой изоляцией в общей оплетке из хлопчатобумажной пряжи, с заполнением оплетки некрученой пряжей (фиг. 2-34).

Шнуры марок ШПРО и ШВРО изготовляются сечением $2 \times 0{,}35$; $2 \times 0{,}5$ и $2 \times 0{,}75$ *мм*^{2}.

Рабочее напряжение шнуров этих марок — до 250 *в* переменного тока 50 *гц* при работе в температурном интервале от — 20 до + 40° С и относительной влажности до 70%. Шнуры марок ШПРО и ШВРО применяются весьма часто для изготовления соединительных сетевых шнуров. Недостатком этих шнуров является недостаточная прочность их хлопчатобумажной оплетки, повреждаемой при передви-

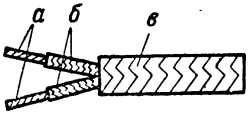
жении шнура, вследствие чего шнур покрывается ворсом, «лохматится».

ШПВ — шнур плоский с хлорвиниловой изоляцией (фиг. 2-35). Шнуры этой марки изготовляются сечением $2 \times 0{,}35$; $2 \times 0{,}5$ и $2 \times 0{,}75$ *мм*^{2} и могут работать при напряжении до 250 *в* переменного тока 50 *гц* в температурном интервале от —60 до +50° С и относительной влажности до 90%. Шнуры с хлорвиниловой изоляцией имеют прочное эластичное покрытие, предохраняющее токоведущие жилы от воздействия воды, масла и других растворителей (бензин, спирт и др.). Изоляция таких шнуров плавится при нагреве выше 200° С, но повреждается уже при температуре 120—140° С. Поэтому шнуры марки ШПВ не следует



Фиг. 2-35. Конструкция провода ШПВ.

а — токопроводящая жила—медные луженые проволоки; *б* — хлопчатобумажная обмотка по жиле; *в* — хлорвиниловая изоляция.



Фиг. 2-36. Конструкция провода ШПР.

а — токопроводящая жила — медные проволоки; *б* — резиновая изоляция; *в* — общая покровная резиновая изоляция.

применять в аппаратуре, в которой имеются детали, нагревающиеся выше 100° С (лампы, эмалированные сопротивления и др.), могущие повредить изоляцию шнуров.

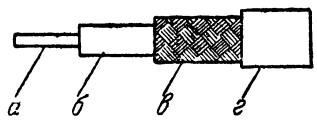
ШПР — шнур плоский с резиновой изоляцией (фиг. 2-36). Шнур этой марки, как и предыдущие, изготовляется сечением $2 \times 0{,}35$; $2 \times 0{,}5$ и $2 \times 0{,}75$ *мм*^{2} и может работать при напряжениях до 250 *в* переменного тока 50 *гц* при температурах от —20 до +40° С и относительной влажности до 90%.

Шнуры марки ШПР находят все более широкое применение для монтажа сетевых шнуров в различной аппаратуре благодаря эластичности и прочности изоляционного покрытия, устойчивого против действия воды и многих других растворителей, кроме масла и бензина. Преимуществом шнуров с внешней оболочкой из резины является то, что они не «лохматятся» подобно шнурам с оплеткой из хлопчатобумажной пряжи (ШПРО, ШВРО) и сохраняют опрятный внешний вид, а также не боятся кратковременных соприкосновений с нагретыми деталями аппаратуры, портящими шнуры с хлорвиниловой оболочкой.

Высокочастотные кабели

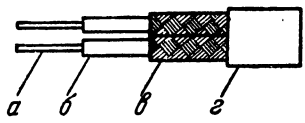
В аппаратуре, работающей на высоких частотах, до 3 000 *мггц*, часто применяются специальные кабели с высокочастотной изоляцией. В высокочастотных кабелях применена изоляция, изготовляемая из материала, имеющего весьма малые потери на высоких частотах,— полиэтилена.

Промышленностью выпускаются два конструктивно различных вида высокочастотных кабелей. Первые — кабели концентрические, т. е. имеющие для прямого и обратного проводов общий центр. Такие кабели имеют марку РК (радиочастотный концентрический). Конструкция кабеля РК



Фиг. 2-37. Конструкция кабеля марки РК.

а — токопроводящая жила — одна или несколько медных проволок (незалуженных); *б* — изоляция из полиэтилена; *в* — токопроводящая оплетка из медной проволоки (незалуженной); *г* — защитная оболочка из хлорвинила.



Фиг. 2-38. Конструкция кабеля марки РД.

а — токопроводящие жилы из одной или нескольких медных проволок (незалуженных); *б* — изоляция из полиэтилена; *в*—экранирующая оплетка из медных проволок (незалуженных); *г* — защитная оболочка из хлорвинила.

дана на фиг. 2-37. Вторые — кабели с параллельными жилами. Такие кабели имеют марку РД (радиочастотный двойной). Конструкция кабеля РД дана на фиг. 2-38.

Кабели обоих видов характеризуются, кроме сечения, также так называемым волновым сопротивлением. Волновое сопротивление кабеля РД зависит от диаметра его токоведущих жил и расстояния между ними, а в кабеле РК от отношения диаметров жилы и внешней металлической оболочки.

При выборе кабеля для монтажа того или иного аппарата обращают особое внимание на соответствие волнового сопротивления кабеля сопротивлениям других деталей схемы. Радиомонтажеру следует иметь в виду, что замена одного типа кабеля другим возможна только в том случае, если другой тип кабеля имеет такое же волновое сопротивление.

В табл. 2-2 приводятся данные наиболее распространенных высокочастотных кабелей.

Таблица 2-2

Данные высокочастотных кабелей

Марка кабеля	Конструкция жилы и диаметр, *мм*	Диаметр по изоляции, *мм*	Наружный размер (или диаметр), *мм*	Номинальная емкость, *мкмкф/м*	Номинальное волновое сопротивление, *ом*	Максимальное рабочее напряжение, *кв*
РК-1	1×0,68	4,5	7,2	68	75	3,0
РК-2	1×0,68	6,5	9,4	56	90	4,5
РК-3	1×1,37	9,0	13,0	68	75	5,5
РК-4	1×1,37	9,0	11,0	68	75	5,5
РК-6	7×0,85	9,0	12,2	100	50	4,5
РК-12	19×0,85	8,7	14,5	84	60	2,0
РД-13	1×0,79	1,8	7,3	58	85	1,0
РД-14	7×0,85	6,2	15,5	40	130	4,5
РД-15	7×0,37	7,0	10,5×18,8	34	150	4,5
РД-16	1×0,68	6,8	10,2×18,2	25	200	4,5
РД-17	7×0,85	6,2	16,5	50	100	4,5
РД-18	1×0,79	1,8	6,6	45	100	1,5
РК-19	1×0,68	2,4	4,2	100	50	1,0
РК-20	7×0,37	7,2	10,4	68	75	1,0
РД-26	1×0,68	6,7	9,9×17,4	25	200	3,0
РК-28	7×0,71	7,5	11,4	100	50	1,5
РК-29	1×1,37	4,8	9,8	100	50	1,5
РК-31	7×0,26	6,0	9,6	85	70	5,0
РК-44	1×0,68	5,3	8,0	82	70	5,0
РК-45	1×1,68	7,3	9,9	112	50	8,0
РК-46	7×0,26	6,0	6,8	80	70	1,0
РК-47	7×0,71	7,5	10,3	100	50	1,0
РК-48	7×1,03	11,0	14,0	100	50	2,0
РК-49	7×0,26	4,5	7,0	72	70	1,0
РК-50	1×0,30	6,2	8,8	25	150	—

Плетенка

К разделу проводниковых материалов относится также чулок, сплетенный из тонких медных проволок. Такой чулок носит название плетенки. Плетенка широко применяется для экранирования проводов наряду со специально экранированными проводами, а также для гибких соединений между деталями и корпусом прибора. При монтаже, например, амортизованных блоков конденсаторов переменной емкости токосъемные пружины их роторов соединяются с корпусом (шасси) перемычками из плетенки. Плетенка изготовляется различного диаметра; в зависимости от

диаметра плетенки меняются и диаметры проволок, из которых сплетается чулок. Промышленностью изготовляется плетенка размерами от 2×4 до 40×55 *мм*. Размер 2×4 *мм* обозначает, что наименьший внутренний диаметр чулка — 2 *мм*, а наибольший — 4 *мм*. Наименьший внутренний диаметр плетенки получается при ее вытягивании, наибольший — при сокращении ее по длине.

Плетенка изготовляется из медных проволок, луженых сплавом олова со свинцом. Подробные указания о работе с плетенкой даются в гл. 7.

2-3. ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ МОНТАЖЕ, ИХ ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ

В данном параграфе описываются наиболее употребительные изоляционные материалы, применяемые при монтаже аппаратуры. К таким материалам следует отнести прежде всего изоляционные трубки. При монтаже аппаратуры голым монтажным проводом марки ММ изоляционные трубки натягиваются на провода в местах их пересечения во избежание случайного соединения различных цепей электрической схемы. При проходе голых проводников через отверстия в металлических шасси, кожухах и других деталях прибора также применяются изоляционные трубки. При прокладке изолированных проводов в металлическом чулке (плетенке) иногда нежелательно, чтобы металлическая оплетка касалась шасси прибора или его отдельных деталей. В этом случае поверх металлического чулка натягивается изоляционная трубка. Изоляционные трубки применяются часто и при монтаже изолированными проводами для усиления изоляции монтажного провода при его прокладке в местах, где изоляция должна быть усилена или может быть повреждена.

Изоляционные трубки применяются также при заделке изолированных проводников и разделке различного рода разъемных соединений и кабелей. Выпускаются две основные марки изоляционных трубок:

1) трубки эксцельсиоровые (линоксиновые);
2) трубки хлорвиниловые.

Трубки изготовляются из хлопчатобумажного или шелкового чулка, сплетенного тем же способом, каким производится оплетка изолированных проводов. Чулок пропитывается лаком, образующим на поверхности изоляционной трубки прочный водонепроницаемый слой, придающий трубке упругие свойства. Изоляционные свойства трубок, сплe-

тенных из волокна, достаточно высоки. Кроме трубок, изготовленных на волокнистой основе, выпускаются и находят применение также трубки, изготовленные из эластичной пластмассы — хлорвинила. Хлорвиниловые трубки обладают большей электрической прочностью, стойки к воздействию воды, кислот и щелочей и дешевле. Недостатком хлорвиниловых трубок является их невысокая теплостойкость. Хлорвиниловые трубки часто плавятся вблизи места пайки. Поэтому при пайке проводников с надетыми на них хлорвиниловыми трубками не следует сильно перегревать их во избежание порчи трубок. Для защиты хлорвиниловых трубок от перегрева при пайке рекомендуется обертывать конец проводника вблизи места пайки вместе с трубкой тряпочкой (лучше всего — кусочком марли), смоченной в воде. При пайке вода отводит тепло от трубки и предохраняет ее от повреждения. После затвердевания припоя тряпочка снимается.

Как линоксиновые, так и хлорвиниловые трубки выпускаются различных диаметров. В табл. 2-3 и 2-4 приводятся данные изоляционных трубок.

Таблица 2-3

Данные линоксиновых изоляционных трубок

Внутренний диаметр, *мм*	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
Толщина стенок, *мм*	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8

Примечание. Линоксиновые трубки имеют пробивное напряжение 3÷4,5 *кв* переменного тока 50 *гц*.

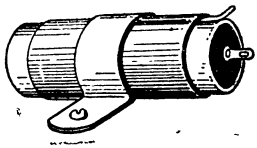
Таблица 2-4

Данные хлорвиниловых изоляционных трубок

Внутренний диаметр, *мм*	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	8,0	10,0
Толщина стенок, *мм*	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,85	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2

Примечание. Изоляционные хлорвиниловые трубки имеют пробивное напряжение 8 *кв* переменного тока 50 *гц*.

Другой важный в монтажном деле материал — лакоткань. Лакоткани, как показывает их название, изготовляются из ткани, пропитанной эластичным лаком. В зависимости от ткани, взятой для изготовления этого материала, он имеет различную толщину. Для изготовления лакотканей применяются шелк, батист и более толстые ткани. Лакоткань, изготовленная из пропитанного шелка, имеет марку ЛШ. Лакоткани применяются для обмотки жгутов при шаблонированном монтаже аппаратуры, а также для изоляции некоторых деталей, которые по схеме не должны соединяться с корпусом прибора. Часто приходится, например, изолировать электролитические конденсаторы типа КЭ-1, имеющие отрицательный вывод на корпусе, от шасси прибора. Для этого конденсатор обертывается полоской лакоткани, образующей вокруг него два-три витка. Для контакта подходящего провода с корпусом электролитического конденсатора между ним и слоем лакоткани прокладывается полоска латуни, как показано на фиг. 2-39.



Фиг 2-39. Изоляция корпуса электролитического конденсатора типа КЭ-1 при помощи лакоткани.

Применения лакотканей многочисленны и не ограничиваются описанными примерами. В зависимости от конструкции и назначения монтируемого аппарата возможен ряд других применений лакоткани, например при разделке кабелей, заделке кабельных разъемов и т. д.

Таблица 2-5

Данные лакотканей

Наименование лакоткани	Толщина, *мм*	Пробивное напряжение переменного тока, *кв*
ЛХ-1	0,24	6,0÷7,0
ЛШ-1	0,10	5,0

Лакоткани применяются везде, где требуется гибкий, электрически прочный и легко разрезаемый изоляционный материал.

В табл. 2-5 приводятся дополнительные сведения о лакотканях.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ДЕТАЛИ РАДИОАППАРАТУРЫ

3-1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Современная радиоаппаратура — приемники массового применения и профессиональные, телевизоры, измерительные приборы, усилители и пр.— состоит из ряда разнообразных деталей, соединенных в соответствии с электрической схемой. Основными деталями всякого радиоприбора могут быть конденсаторы, катушки индуктивности, сопротивления проволочные и непроволочные, потенциометры, трансформаторы, ламповые панели, переключатели, реле, электронные лампы или полупроводниковые диоды и триоды. В любом радиоприборе можно найти также разнообразные крепежные детали. Все детали, применяемые в аппаратуре, можно разбить на следующие три основные группы:

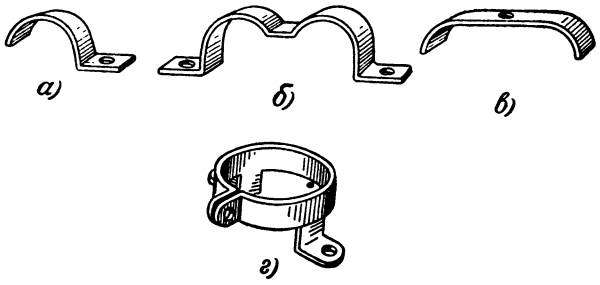
1. Детали, характеризуемые электрическими величинами: индуктивностью, емкостью, сопротивлением, мощностью. К этой группе деталей относятся катушки индуктивности, трансформаторы, конденсаторы и сопротивления. Сюда же можно отнести электронные лампы и полупроводниковые диоды и триоды различных видов, а также монтажные провода. Детали этой группы будут в дальнейшем называться основными деталями.

2. Детали вспомогательные: ламповые панели, штепсельные гнезда, кабельные разъемы (фишки), переключатели, реле и другие аналогичные детали; некоторые из них, например реле, занимают промежуточное положение между двумя перечисленными группами.

Поскольку перечисленные детали обычно не могут существенно изменить электрические данные прибора, они будут в дальнейшем называться вспомогательными (механическими) деталями.

3. Детали, служащие для крепления электрических и механических деталей, перечисленных в первой и второй группах. К этой группе относятся всевозможные скобы, винты, гайки, заклепки, служащие для крепления конденсаторов, проводов, кабелей и др. Сюда входят также контактные лепестки, опорные точки, монтажные планки и гребенки, служащие как для крепления, так и для электрического соединения деталей первой группы.

В зависимости от типа применяемых деталей, конструкции и назначения аппарата скобы и другие сходные детали могут иметь самые различные формы и способы крепления.



Фиг. 3-1. Наиболее часто применяемые скобы и держатели.

а — одноместная скоба для электролитического или бумажного конденсатора с одним креплением; *б* — скоба двухместная с двумя креплениями; *в* — скоба двухместная с одним креплением; *г* — держатель электролитического или бумажного конденсатора с затяжным хомутом и двумя креплениями.

На фиг. 3-1 приводятся различные виды наиболее часто применяемых скоб и держателей.

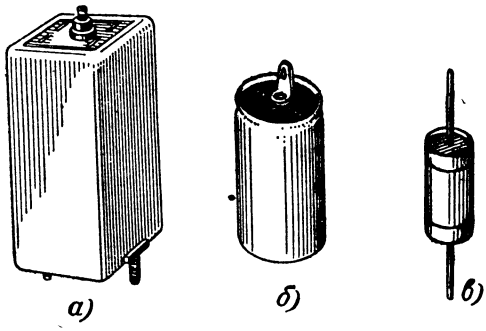
Детали этой группы будут в дальнейшем называться крепежными деталями.

3-2. КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИЩЕННОСТИ ОТ ВНЕШНИХ ВЛИЯНИЙ

В настоящее время радиоаппаратура применяется в самых различных атмосферных условиях. В зависимости от условий работы прибора его электрические и механические детали должны иметь различное конструктивное выполнение. В радиовещательной аппаратуре, работающей в нормальных условиях, т. е. при температуре не выше +30° С и относительной влажности не более 80%, применяются более дешевые, упрощенные конструкции деталей, не защищенные или мало защищенные от воздействия окружающей среды. На фиг. 3-2 приведены некоторые образцы деталей, применяемых в радиовещательной аппаратуре.

В аппаратуре, работающей в условиях повышенной влажности, подвергающейся воздействию высоких и низких температур, а также пониженного атмосферного давления

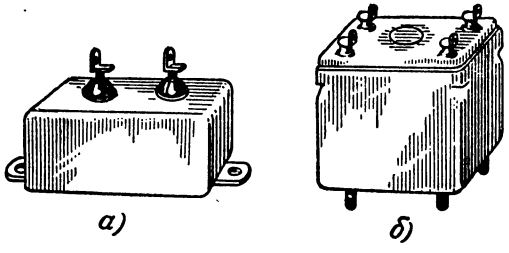
применяются детали, предохраненные от вредного влияния окружающей среды. Такие детали называют герметизированными. Герметизация деталей осуществляется по-



Фиг. 3-2. Детали, применяемые в радиовещательной аппаратуре.

а — фильтр промежуточной частоты; *б* — конденсатор электролитический типа КЭ-1; *в*—конденсатор бумажный типа КБ.

мещением их в плотный, защищенный от доступа влаги и воздуха кожух. Выводы деталей производятся через стеклянные или керамические изоляторы, обеспечивающие не-



Фиг. 3-3. Некоторые образцы герметизированных деталей.

а — конденсатор электролитический типа КЭГ; *б*— трансформатор низкой частоты.

проницаемость кожуха при изменениях температуры и атмосферного давления. Все швы кожуха и места крепления изоляторов пропаиваются.

На фиг. 3-3 помещены основные виды герметизированных деталей.

3-3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СОПРОТИВЛЕНИЙ И УКАЗАНИЯ ПО ИХ ПРИМЕНЕНИЮ

Все сопротивления, применяемые в радиоаппаратуре, можно разделить на следующие две основные группы:

1. Сопротивления проволочные, проводящим элементом в которых является проволока, изготовленная из того или иного сплава, имеющего высокое удельное сопротивление.

2. Сопротивления непроволочные, проводящим элементом в которых чаще всего является слой углерода или металла, нанесенный на стержень или трубочку, изготовленные из фарфора. Сопротивления как первой, так и второй групп изготовляются как постоянные, так и переменные.

Постоянными сопротивлениями называются такие, величина сопротивления которых не может быть изменена без нарушения их нормального вида и конструкции.

Переменными сопротивлениями называются такие, величина сопротивления которых может быть изменена в весьма значительных пределах перемещением (чаще вращением) рукоятки, связанной с ползунком, имеющим контакт с проводящим элементом сопротивления. Как постоянные, так и переменные сопротивления различаются по своим электрическим величинам или, как говорят, номинальным величинам. Номинальной величиной сопротивления называют цифру, обозначенную на нем и выражающую его величину в омах или мегомах. Сопротивления могут изготовляться с различной точностью по отношению к номиналу или, как говорят, с различным допуском. Обычно постоянные сопротивления изготовляются с допуском в ± 5; ± 10 и $\pm 20\%$ от номинала. Например, если на сопротивлении указана величина 1 000 *ом* $\pm$ 5%, то это значит, что его величина при изготовлении подгоняется в пределах от 950 до 1 050 *ом*.

Номинальной величиной переменного сопротивления считается обычно его наибольшая величина.

Следует заметить, что понятие о номинальной величине применяют не только по отношению к сопротивлениям, но также к любой другой детали: конденсаторам, катушкам индуктивности и т. п.

Все изготовляемые сопротивления, кроме деления по конструктивным признакам и номинальным величинам, де-

лятся также на несколько групп по мощности, которая в них может выделяться или, как говорят, «рассеиваться» без повреждения их проводящего элемента.

Мощность, длительно допустимая для данного вида сопротивления, называется его номинальной мощностью.

Непроволочные сопротивления

В радиоаппаратуре, в громадном большинстве случаев мощность, рассеиваемая на сопротивлениях, не превышает 1—2 *вт*, а часто значительно меньше, до 0,25 *вт*. Поэтому непроволочные сопротивления благодаря своим незначительным габаритным размерам и дешевизне в сравнении с проволочными сопротивлениями нашли преимущественное применение, особенно в высокочастотных цепях, где малая индуктивность и емкость непроволочных сопротивлений имеют решающее значение.

Отечественной промышленностью в настоящее время изготовляются следующие основные типы непроволочных сопротивлений:

1. Постоянные сопротивления ВС и МЛТ.
2. Переменные сопротивления СП.

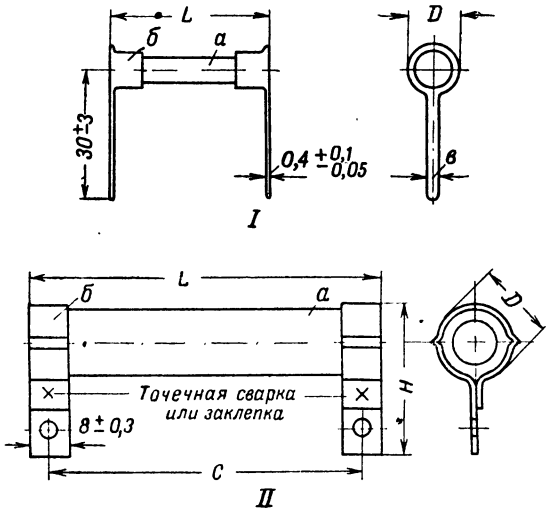
Постоянные сопротивления типа ВС (высокостабильные) изготовляются шести видов на следующие номинальные мощности: 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 и 10,0 *вт* (фиг. 3-4).

Сопротивление, как видно из фиг. 3-4, состоит из фарфорового основания, на которое нанесен тонкий слой углерода, являющийся проводящим элементом сопротивления. На концы фарфорового основания плотно посажены колпачки или хомутики, изготовленные из листовой латуни, обеспечивающие надежный контакт проводящего слоя с выводными проводниками или выводами. Выводы сопротивлений ВС номинальной мощностью до 2 *вт* изготовляются как проволочные, так и ленточные; двухваттные сопротивления делаются только с ленточными выводами. Сопротивления 5 и 10 *вт* имеют массивные выводные хомуты для крепления подводящих проводников под заклепку или винт с гайкой.

Фарфоровые основания сопротивлений до 1 *вт* включительно имеют обычно сплошное поперечное сечение, более мощные сопротивления, от 2 *вт* и выше, изготовляются на трубчатых основаниях для увеличения поверхности охлаждения. На внешней поверхности сопротивлений ВС видны

спиральные канавки наподобие винтовой резьбы. Эти канавки наносятся на фарфоровое основание сопротивления при окончательной подгонке величины сопротивления.

Спиральная канавка увеличивает в несколько раз путь тока от одного вывода до другого, что дает возможность наносить на фарфоровое основание сопротивления более толстый и прочный слой углерода. Применение более тол-



Фиг. 3-4. Конструкция сопротивления ВС.

а — основание сопротивления; *б* — выводной колпачок; *в* — вывод.

Виды сопротивления	*b*	*D*	*L*	Вес *г*, не более
		не более		
	мм			
ВС-0,25	0,75±0,25	5,4	12,8	1,3
ВС-0,5	0,75±0,25	5,4	28,5	1,6
ВС-1	2±0,25	7,2	32,5	3,2
ВС-2	2,5±0,1	9,5	5,3	8,5

Размеры, *мм*

Виды сопротивлений	*L*	*D*	*C*	*H*	Вес *г*, не более
ВС-5	75±2	17±1,5	65±1	30±2	30
ВС-10	120±3	27±1,5	107±1	52±2	100

стого проводящего слоя повышает надежность сопротивления и устойчивость его электрической величины при длительной работе. Проводящий слой сопротивления и его токоподводящие детали (хомутики или колпачки) покрываются защитным слоем прочного лака (эмали), предохраняющего сопротивление от атмосферных влияний, главным образом влаги.

Выводы сопротивлений ВС при их изготовлении обычно лудятся или серебрятся для облегчения пайки. В целях сохранения надежного электрического контакта токоотводов сопротивления с его проводящим слоем лужение и пайку выводов следует производить не ближе 8—10 *мм* от корпуса. Сопротивления ВС изготовляются с номинальными величинами от 47 *ом* до 10 *мгом* и могут работать при температуре окружающего воздуха от —60 до +100° С, относительной влажности воздуха не более 98% и атмосферном давлении не менее 90 *мм* ртутного столба.

Таблица 3-1

Номинальные величины постоянных непроволочных сопротивлений

Величина сопротивления, *ом*	10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30	33
Величина сопротивления, *ом*	36	39	43	47	51	56	62	68	75	82	91	100	

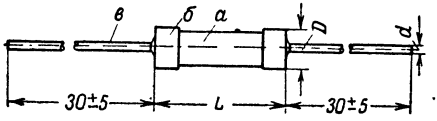
Примечание. Приведенная в настоящей таблице шкала номинальных значений повторяется свыше 100 *ом* до 10 *мгом* умножением каждого из табличных значений на 10, 100, 1 000 и т. д.

В табл. 3-1 приводятся номинальные величины сопротивлений ВС, изготовляемых отечественной промышленностью. Более подробные сведения о сопротивлениях данного типа изложены в ГОСТ 6562-53.

Постоянные сопротивления МЛТ (металлизированные лакированные теплостойкие) являются более совершенными по конструкции (в сравнении с типом ВС) и имеют значительно меньшие габаритные размеры.

Сопротивления МЛТ изготовляются трех видов на следующие номинальные мощности: 0,5; 1,0 и 2,0 *вт* (фиг. 3-5). Сравнение таблиц фиг. 3-4 и 3-5 показывает, что сопротивления МЛТ значительно меньше по габаритным размерам. Так, например, сопротивление МЛТ-0,5 меньше сопротивле-

ния ВС-0,25, в то время как мощность, рассеиваемая первым сопротивлением, в 2 раза больше. Сопротивление, как видно из фиг. 3-5, состоит из фарфорового основания, на которое нанесен плотный и тонкий слой металла, измеряемый тысячными долями миллиметра и являющийся проводящим элементом сопротивления. На концы фарфорового основания напрессованы латунные колпачки, в которые вклепаны проволочные выводы сопротивления. Выводы со-



Фиг. 3-5. Конструкция сопротивлений МЛТ

а — основание сопротивления; *б* — выводной колпачок; *в* — выводные проводники.

Виды сопротивлений	*l*	*D*	*d*	Вес *г*, не более
	мм, не более			
МЛТ-0,5	10,8	4,2	0,85	1,0
МЛТ-1	13,0	6,6	0,85	2,0
МЛТ-2	18,5	8,6	1,1	3,5

противления серебрятся для облегчения их пайки. Корпус сопротивления, а также выводы на расстоянии не более 5 *мм* от дна колпачка покрываются защитной эмалью.

Сопротивления МЛТ изготовляются с номинальными величинами от 100 *ом* до 5,1 *мгом* (для типа МЛТ-0,5) и от 100 *ом* до 10 *мгом* (для типов МЛТ-1,0 и МЛТ-2,0). Сопротивления МЛТ могут работать в температурном интервале от —60 до +120° С при относительной влажности воздуха до 98% и атмосферном давлении от 780 до 40 *мм* рт. ст. Пайка сопротивлений МЛТ благодаря их теплостойкости допускается на расстоянии до 5 *мм* от дна колпачка. Сопротивления МЛТ в пределах указанных выше изготовляются по шкале номинальных величин, приведенной в табл. 3-1.

Более подробные сведения о сопротивлениях МЛТ изложены в ГОСТ 7113-54.

Переменные сопротивления типа СП разделяются по конструкции на четыре типа:

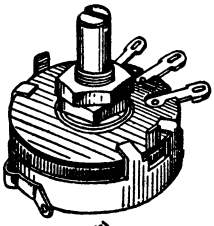
а) тип СП-1 — одинарное сопротивление с осью свободного вращения;

б) тип СП-II — одинарное сопротивление с фиксирующей втулкой;

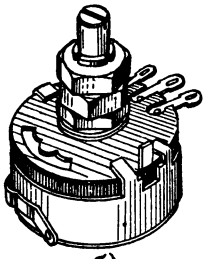
в) тип СП-III — сдвоенное сопротивление с осью свободного вращения;

г) тип СП-IV — сдвоенное сопротивление с фиксирующей втулкой.

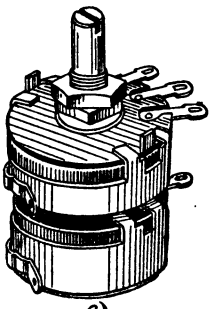
Сопротивления трех видов показаны на фиг. 3-6. Номинальные величины сопротивлений типа СП, изготовляемых промышленностью, находятся в пределах от 470 *ом* до 4,7 *мгом*.



а)



б)



в)

Фиг. 3-6. Виды сопротивлений СП.

а — одинарное сопротивление с осью свободного вращения (типа СП-1); *б* — одинарное сопротивление с фиксирующей втулкой (типа СП-2), *в* — сдвоенное сопротивление с осью свободного вращения (типа СП-3).

Кроме перечисленных типов переменных непроволочных сопротивлений, промышленностью выпускаются для применения в широковещательной и телевизионной аппаратуре переменные сдвоеные сопротивления с концентрическими осями. Конструктивно эти сопротивления отличаются тем, что их оси вращения расположены одна в другой и каждое сопротивление может регулироваться самостоятельно. Такая конструкция сопротивления позволяет располагать на панели прибора в одном месте два органа управления (например, регулировку громкости и регулировку тембра), управляемые сдвоенной ручкой.

Сопротивления с концентрическими осями выпускаются следующих типов:

СНК — сопротивление непроволочное концентрическое;

СНВК — сопротивление непроволочное с выключателем на одной из осей концентрическое.

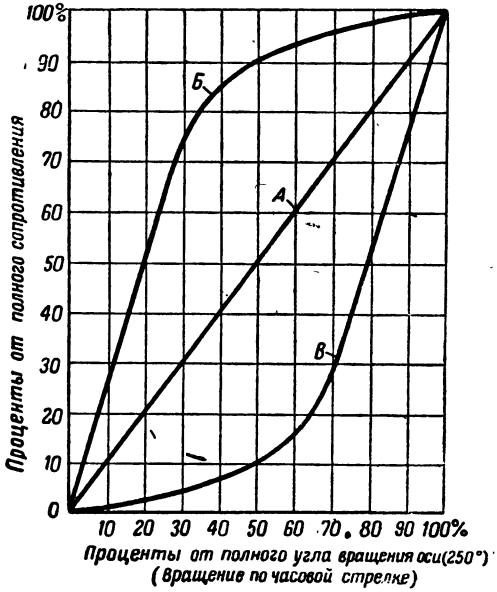
Сопротивления СП, СНК, СНВК и др., кроме деления на типы по конструкции и различные по номинальным величинам, делятся также по закону изменения сопротивления в зависимости от угла поворота оси на следующие три вида:

а) сопротивление с линейной зависимостью (кривая *А*);

б) сопротивления с логарифмической зависимостью (кривая *Б*);

в) сопротивления с показательной зависимостью (кривая *В*).

На фиг. 3-7 показан характер изменения сопротивления в зависимости от угла поворота ползунка. Вид кривых поясняет их название. Следует заметить, что сопротивления с кривой *Б* обычно применяются в регуляторах громкости,



Фиг. 3-7. Зависимость сопротивления от угла поворота для разных видов сопротивлений СП.
а — линейная; *б* — логарифмическая; *в* — показательная.

так как логарифмический закон измерения сопротивления дает возможность получить плавное регулирование громкости. Сопротивления с кривой *В* применяются редко. Чаще всего в аппаратуре используются сопротивления с кривой *А*. В зависимости от требований той или иной конструкции могут применяться переменные сопротивления с различной длиной оси. Промышленностью изготовляются сопротивления СП с осями длиной 4,13 и 60 *мм*. Торец оси выпускается со шлицом и без шлица, а также может быть снабжен фрезерованной плоскостью для установки ручки с плоской пружиной для крепления.

Сопротивления СП изготовляются на номинальную мощность 0,5; 1,0 и 2,0 *вт*.

По своим размерам сопротивления СП от 0,5 до 2 *вт* одинаковы. Сопротивления СП с мощностью рассеяния 1 и 2 *вт* имеют повышенную теплоотдачу, что достигается наклейкой токопроводящего элемента (подковки) на массивную латунную деталь, в которой развальцована втулка для прохода оси. При установке втулки на шасси (обычно металлическое) обеспечивается отвод тепла через шасси и нормальная рабочая температура сопротивления. Сопротивления СП могут работать в температурном интервале от —60 до +70° С и относительной влажности воздуха до 98%. Более подробные сведения о сопротивлениях СП изложены в ГОСТ 5574-50.

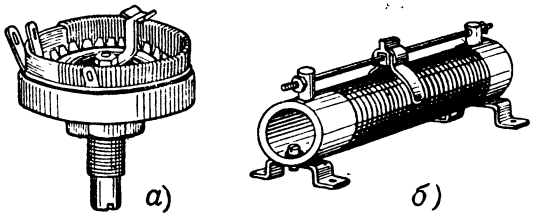
Проволочные сопротивления. Проволочные сопротивления применяются в радиоаппаратуре значительно реже, чем непроволочные. Необходимость применения постоянных проволочных сопротивлений возникает в случае, если габариты непроволочного сопротивления большой мощности (ВС-5,0 или ВС-10,0) чрезмерно велики или если нужна повышенная стабильность величины сопротивления. Переменные проволочные сопротивления применяются главным образом в радиоизмерительной аппаратуре, а также для регулирования больших токов в источниках питания приемников и передатчиков в профессиональной аппаратуре, как, например, реостаты накала, переменные делители напряжения и др.

Переменные проволочные сопротивления изготовляются из проволоки высокого удельного сопротивления (константан, нихром и др.), намотанной на каркас, имеющий форму кольца или стержня. Каркас или стержень могут иметь сечение различной формы: овальное, круглое, прямоугольное и др. По проволоке перемещается подвижной токосъем — ползунок. Перемещение ползунка может быть поступательное или вращательное. Два основных вида переменных проволочных сопротивлений показаны на фиг. 3-8.

Переменные проволочные сопротивления обычно специально конструируются при разработке аппаратуры и изготовляются в соответствии с заводскими нормалями или техническими условиями. Большое разнообразие различных видов переменных проволочных сопротивлений не дает возможности охватить их единой нормалью или стандартом.

Постоянные проволочные сопротивления выпускаются отечественной промышленностью по утвержденному обще-

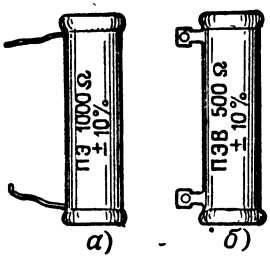
союзному стандарту. Сопротивления типа ПЭ (проволочные эмалированные; фиг. 3-9) состоят из фарфорового трубчатого основания, на которое намотана в один слой проволока из константана, нихрома или фехраля. Концы обмотки привариваются к выводам из нескольких, скрученных вме-



Фиг. 3-8. Виды переменных проволочных сопротивлений.
а — с осью вращения; *б* — с поступательным перемещением ползунка.

сте, проволок из красной меди. Трубчатый каркас сопротивления вместе с выводами покрывается плотным слоем стекловидной эмали, почему эти сопротивления часто называют «остеклованными».

Сопротивления ПЭ изготовляются не только с мягкими проволочными выводами, но и с жесткими, изготовленными наподобие выводов сопротивлений ВС-5 и ВС-10. Такие выводы удобнее в монтаже, так как зачистка мягких выводов, покрытых окалиной, является довольно трудоемким делом. При пайке монтажных проводов к жестким выводам сопротивления следует учитывать, что корпус сопротивления может работать при температуре до 300—325° С. Поэтому механическое закрепление монтажных проводов в этом случае совершенно необходимо (см. гл. 8).



Фиг. 3-9. Конструкция сопротивлений ПЭ.
а — с мягкими выводами; *б* — с жесткими выводами.

Сопротивления типа ПЭ выпускаются на следующие номинальные мощности: 7,5; 15; 20; 25; 50; 75 и 150 *вт*. Величины сопротивлений ПЭ, предусмотренные стандартом, находятся в пределах от 0,9 до 50 000 ом.

Сопротивления ПЭ предназначаются для работы в электрических цепях постоянного и переменного тока частоты 50 *гц* при температуре окружающего воздуха от —60 до

+ 70° С, относительной влажности воздуха не более 80% и атмосферном давлении до 90 *мм* рт. ст. При монтаже сопротивлений ПЭ необходимо обращать внимание на то, чтобы вокруг них была обеспечена достаточная циркуляция воздуха во избежание перегрева. Обычно сопротивления до 20 *вт* монтируются при помощи шпильки, пропущенной через отверстие корпуса, более мощные сопротивления следует устанавливать так, чтобы их внутренняя поверхность также обтекалась воздухом для более интенсивного охлаждения.

В приложении дана таблица нормальных величин сопротивлений ПЭ. Более подробные сведения о сопротивлениях типа ПЭ можно найти в ГОСТ 6513-53.

3-4. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНДЕНСАТОРОВ, ИХ КОНСТРУКЦИИ И УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Конденсаторы различных видов нашли широкое применение в радиоаппаратуре. Для того чтобы правильно применять различные типы конденсаторов при монтаже, следует знать основные требования, которые предъявляются к ним в различных условиях работы.

Конденсатор любой конструкции состоит из двух металлических электродов, называемых обычно обкладками конденсатора, разделенных слоем непроводника—диэлектрика. В качестве диэлектрика применяются различные материалы.

Конденсатор, независимо от вида, характеризуется двумя основными электрическими величинами: емкостью и рабочим напряжением.

Емкостью конденсатора называют его способность к накоплению того или иного электрического заряда, или количества электричества.

Из курса физики известно, что зависимость между емкостью, количеством электричества (зарядом) и напряжением конденсатора определяется следующим выражением:

$$Q = CU,$$

где C — емкость конденсатора, *ф* (единицах емкости);

Q — количество электричества, *к*;

U — напряжение на конденсаторе, *в*.

Ввиду того что фарада является очень большой величиной, емкость конденсатора обычно измеряется в микрофарадах (*мкф*) или микромикрофарадах (*мкмкф*).

Микромикрофарада — миллионная доля микрофарады и часто обозначается для краткости пикофарада (*пф*).

Рабочим напряжением конденсатора называют напряжение, под которым обкладки конденсатора могут длительно находиться без пробоя разделяющего их диэлектрика. Рабочее напряжение конденсатора выражается в вольтах.

Чаще всего указывается рабочее напряжение для постоянного тока, иногда, в специальных случаях,— для переменного тока.

В зависимости от применяемого в них диэлектрика конденсаторы делятся на следующие основные типы:

1. Конденсаторы керамические.
2. Конденсаторы слюдяные.
3. Конденсаторы бумажные.
4. Конденсаторы электролитические.

Каждая из перечисленных групп делится на различные подгруппы в зависимости от конструкции и назначения.

Кроме перечисленных основных типов конденсаторов применяются и другие. Известны и находят применение стеклоэмалевые конденсаторы типа КС-1 и КС-2, изготовляемые на емкости от 10 до 510 *пф* и рабочее напряжение до 500 *в*. Стеклоэмалевые конденсаторы могут быть использованы наряду со слюдяными и керамическими в аппаратуре различного назначения. Изготовляются также пленочные конденсаторы типа ПСО с диэлектриком из полистирольной пленки и типа ПФТ с диэлектриком из фторпластовой пленки. Конденсаторы типов ПСО и ПФТ изготовляются на емкости от 470 до 10 000 *пф* и рабочие напряжения до 500 *в*.

Конденсаторы типов КС, ПСО и ПФТ не стандартизованы и поэтому в данной книге подробнее не рассматриваются.

Керамические конденсаторы

Керамические конденсаторы применяются в аппаратуре в высокочастотных цепях, главным образом в качестве контурных, разделительных и сеточных. Керамические низковольтные конденсаторы отечественной промышленностью изготовляются двух видов:

КТК — конденсатор трубчатый керамический;

КДК — конденсатор дисковый керамический.

Одной из особенностей этих конденсаторов является их различный температурный коэффициент. Температур-

ным коэффициентом емкости конденсатора называют изменение его емкости, происходящее при изменении температуры на 1° С, отнесенное к емкости конденсатора до изменения температуры. Величина температурного коэффициента емкости конденсатора, или его ТКЕ, как обычно обозначают для краткости письма, в керамических конденсаторах может иметь различные величины.

В зависимости от материала керамического диэлектрика и наличия в нем тех или иных примесей ТКЕ конденсатора может быть положительным, отрицательным или близким к нулю. Поэтому керамические конденсаторы применяют в различных случаях для температурной компенсации, т. е. для устранения (или уменьшения) влияния изменения температуры на частоту контура. По величине температурного коэффициента емкости конденсаторы делятся на следующие группы (табл. 3-2).

Таблица 3-2

Цветная маркировка керамических конденсаторов

Условное обозначение группы	Температурный коэффициент емкости (ТКЕ)	Отличительный цвет окраски
Д	$-(700\pm100)\cdot10^{-6}$	Красный
М	$-(50\pm20)\cdot10^{-6}$	Голубой
Р	$+(30\pm20)\cdot10^{-6}$	Серый
С	$+(110\pm30)\cdot10^{-6}$	Синий

При монтаже керамических конденсаторов необходимо обращать внимание на цвет или условную букву группы ТКЕ конденсатора, так как во многих случаях это имеет очень серьезное значение.

Если к конденсатору приложено напряжение переменного тока порядка сотен вольт, следует учитывать, кроме его рабочего напряжения, также и реактивную мощность.

Реактивной мощностью конденсатора практически можно считать произведение напряжения, приложенного к конденсатору, на ток, проходящий через него; она определяется следующими формулами:

$$P_r = UI = U^2\omega C,$$

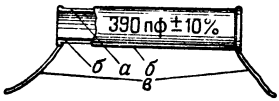
где P_r — реактивная мощность, *ва*;

U — напряжение на конденсаторе, *в*;

I — ток через конденсатор, *а*;
ω — угловая частота;
C — емкость конденсатора, *ф*.

При наличии на конденсаторах переменного напряжения следует выбирать конденсаторы не только по емкости и рабочему напряжению, но и по реактивной мощности во избежание их перегрева и порчи.

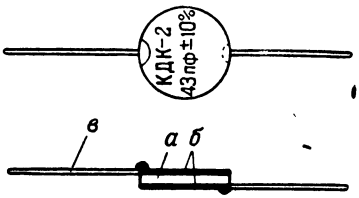
В зависимости от емкости и реактивной мощности конденсаторы КТК делятся на пять видов: КТК-1, КТК-2, КТК-3, КТК-4 и КТК-5; конденсаторы типа КДК делятся на три вида: КДК-1, КДК-2 и КДК-3.



Фиг. 3-10. Конструкция конденсаторов КТК.

а — корпус конденсатора; *б* — обкладки конденсатора; *в* — выводные проводники.

Общие виды и размеры конденсаторов приведены на фиг. 3-10 и 3-11. Как видно из фиг. 3-10, конденсатор КТК представляет собой тонкостенную трубку из керамики, на внутреннюю и внешнюю сторону которой нанесен тонкий слой серебра. Серебряный слой, нанесенный на внутреннюю сторону, с одного конца трубки переходит на внешнюю сторону, не доходя на 2—4 *мм* до слоя, нанесенного снаружи и покрывающего всю остальную поверхность трубки. Слои металлопокрытия являются обкладками конденсатора.



Фиг. 3-11. Конструкция конденсаторов КДК.

а — корпус конденсатора; *б* — обкладки конденсатора; *в* — выводные проводники.

Выводы обкладок изготовляются из медной проволоки, обернутой вокруг металлопокрытия и припаянной к нему легкоплавким припоем.

Конденсатор КДК (фиг. 3-11) представляет собой керамический диск, покрытый с обеих сторон слоем серебра, к которому припаяны выводы. В зависимости от конструкции конденсатора выводы могут припаиваться параллельно плоскости диска (КДК-1 и КДК-2) или перпендикулярно ей (КДК-3). Корпус конденсатора и места припайки выводов покрываются слоем влагостойкой эмали. Цвет эмали соответствует группе ТКЕ конденсатора, как указано в табл. 3-2. В табл. 3-3 приведены пределы номинальных емкостей керамических конденсаторов и другие их данные.

Таблица 3-3

Электрические параметры и веса керамических конденсаторов

Вид конденсатора	Пределы номинальных емкостей, *пф*				Длина, *мм*	Наибольшая реактивная мощность, *ва*	Наибольший вес, *г*
	Группа Д	Группа М	Группа Р	Группа С			
КТК-1	2—180	2—39	2—15	2—15	11	25	1,0
КТК-2	100—360	30—91	10—39	10—30	20	50	1,5
КТК-3	240—560	82—150	36—62	24 - 51	30	75	2,0
КТК-4	430—750	130—200	56—82	43—68	40	100	2,5
КТК-5	680—1 000	180—240	75—120	62—100	50	125	3,0
КДК-1	3—30	1—7	1—5	1—3	—	25	1,5
КДК-2	30—130	7—20	5—15	3—10	—	75	2,0
КДК-3	30—75	3—10	1—7	1—5	—	25	2,5

Конденсаторы КТК и КДК могут работать при напряжении до 500 *в* постоянного тока в интервале температур от —60 до +80° С, при относительной влажности воздуха до 98% и атмосферном давлении до 90 *мм* рт. ст.

При пайке конденсаторов КТК и особенно КДК следует помнить, что их выводы припаяны легкоплавким припоем. При перегреве выводов они могут отвалиться и конденсатор придет в негодность. Выводы конденсаторов не следует паять ближе 10—12 *мм* от корпуса. Более подробные сведения о конденсаторах КТК и КДК можно найти в ведомственных технических условиях ВТУ МПСС 618-50.

Кроме описанных типов низковольтных керамических конденсаторов, отечественной промышленностью выпускаются несколько других типов высоковольтных керамических конденсаторов, например КВКТ, КВКГ и КВКД. Сведения об этих конденсаторах можно найти в ТУ 57-51 МПСС.

Для применения в высоковольтных выпрямителях телевизионных приемников промышленностью изготовляются керамические конденсаторы типа КОБ, имеющие емкость 500 *пф* и рабочее напряжение 10 000 *в*. Эти конденсаторы не стандартизованы и подробнее не рассматриваются.

Слюдяные конденсаторы

Слюдяные конденсаторы весьма широко применяются в радиоаппаратуре в различных цепях: в качестве контурных, разделительных, блокировочных и т. д. В качестве диэлектрика в слюдяных конденсаторах, как показывает их

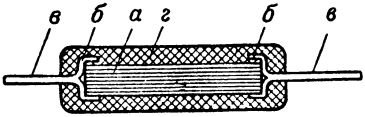
Таблица 3-4

Основные данные конденсаторов КСО

Вид конденсаторов	Пределы номинальной емкости, *мкмкф*	Номинальное рабочее напряжение, *в*	Габаритные размеры, *мм*
КСО-1	51—750	250	13,8×7,8×4,6×5,1
КСО-2	100—2 400	500	18,8×11,8×6,3
КСО-5	470—6 800 7 500—10 000	500 250	20,8×20,8×9,8 20,8×20,8×9,8
КСО-6	100—2 700	1 000	55×17,3×10,0
КСО-7	47—1 000 1 100—2 200 2 400—3 300	2 500 1 500 1 000	59×29,4×9,6
КСО-8	1 000—3 300 3 600—4 300 4 700—6 800 7 500—10 000 12 000—30 000 10 000—30 000	2 500 2 000 1 500 1 000 500 250	59×29,4×12
КСО-10	47—1 000 3 600—4 700 5 100—10 000 12 000—15 000 18 000—20 000 25 000—50 000 30 000—50 000	3 000 2 500 2 000 1 500 1 000 500 250	45,3×34,8×20
КСО-11	10—560 620—3 300 3 600—6 800 7 500—10 000 6 800—10 000	3 000 2 000 1 000 500 250	61×20,8×16
КСО-12	10—390 680—1 500 3 300—3 900 6 800—10 000 12 000—20 000 10 000—20 000	5 000 3 000 2 000 1 000 500 250	76×27,8×13
КСО-13	10—390 330—1 800 1 500—3 900 3 300—10 000 12 000—25 000 20 000—50 000 20 000—50 000	7 000 5 000 3 000 2 000 1 000 500 250	103,5×40,8×15

Примечание. Габаритные размеры для конденсаторов, имеющих проволочные выводы, указаны без выводов, а для конденсаторов с ленточными выводами размеры даны с выводами.

название, применяется слюда. Обкладки слюдяных конденсаторов изготовляются из алюминиевой или красномедной фольги. Весьма часто обкладки слюдяных конденсаторов изготовляются методом нанесения на слюду тонкого слоя серебра. Слюдяные конденсаторы с обкладками, изготовленными таким способом, имеют более высокую температурную устойчивость (стабильность) емкости. Поэтому такие конденсаторы часто называются конденсаторами типа «Стабиль». Набор слюдяных пластин и обкладок собирается в пакет, снабжается с противоположных концов ленточными или проволочными выводами и опрессовывается пластмассой (фиг. 3-12). Такая конструкция конденсатора имеет достаточную механическую прочность.



Фиг. 3-12. Конструкция слюдяного конденсатора КСО.

а — слюдяные пластины с обкладками; *б* — выводные обжимки обкладок; *в* — проволочные или ленточные выводы; *г* — опрессовка пластмассой.

Отечественной промышленностью выпускаются конденсаторы типа КСО (конденсаторы слюдяные опрессованные). Таких конденсаторов выпускается 10 видов, различающихся величинами номинальных емкостей и рабочих напряжений. В табл. 3-4 приводятся основные данные конденсаторов КСО.

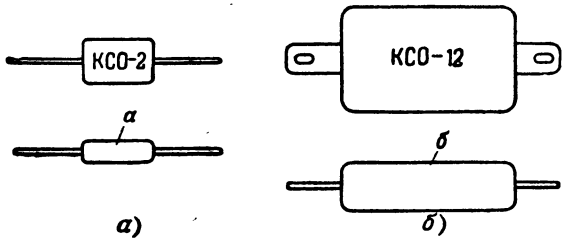
Следует заметить, что конденсаторы КСО, начиная от КСО-7 до КСО-13, имеют различное рабочее напряжение в зависимости от номинальной емкости. Это объясняется тем, что по условиям производства каждый тип должен иметь одни и те же габаритные размеры и для увеличения емкости нужно брать более тонкую слюду, что понижает рабочее напряжение конденсатора.

На фиг. 3-13 показаны конденсаторы КСО двух видов: с проволочными и ленточными выводами. Недостатком слюдяных конденсаторов, особенно при номинальных емкостях от 10 000 *мкмкф* и выше, являются их сравнительно большие габаритные размеры. Кроме того, слюдяные конденсаторы имеют более высокую стоимость и во многих случаях заменяются более дешевыми бумажными конденсаторами.

Конденсаторы КСО могут работать в температурном интервале от — 60 до + 70° С и относительной влажности воздуха до 80% (а кратковременно — до 98%) и при атмосферном давлении не ниже 5 *мм* рт. ст. (для конденсаторов на рабочее напряжение до 500 *в*). Конденсаторы на рабочее напряжение до 3 000 *в* могут работать при атмосферном

давлении не ниже 90 *мм* рт. ст. Конденсаторы КСО могут иметь различный температурный коэффициент, что следует учитывать при монтаже их в контурах различных видов аппаратуры.

Отечественной промышленностью выпускаются четыре группы слюдяных конденсаторов по ТКЕ (табл. 3-5). Мар-



Фиг. 3-13. Виды конденсаторов КСО.
а — с проволочными выводами; *б* — с ленточными выводами.

кировка конденсаторов КСО, особенно в случае их малых размеров (КСО-1 и КСО-2), наносится не цифрами, а условным шифром, состоящим из полосок или точек различных

Таблица 3-5

Температурный коэффициент конденсаторов КСО

Условное обозначение группы конденсаторов	Температурный коэффициент емкости на 1° С	Температурная стабильность емкости, %
	не более	
А	Не устанавливается	Не устанавливается
Б	$\pm 200 \cdot 10^{-6}$	0,5
В	$\pm 100 \cdot 10^{-6}$	0,2
Г	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	0,1

цветов. При помощи цветной маркировки на конденсаторах обозначается:

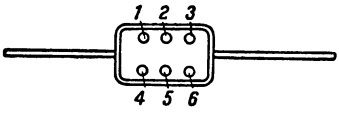
а) емкость в микромикрофарадах;
б) допуск по емкости в процентах;
в) температурный коэффициент емкости;
г) рабочее напряжение.

В табл. 3-6 приводятся цвета, применяемые для маркировки конденсаторов и их значения, а на фиг. 3-14—пример маркировки конденсатора КСО-1. Более подробные данные

Таблица 3-6

Цветная маркировка конденсаторов постоянной емкости

Цвета знаков маркировки	Условные значения цветов					
	Номинальная емкость, *мкмкф*		Допускаемое отклонение емкости от номинальной, %	Температурный коэффициент емкости		Рабочее напряжение, *в*
	Цифра	Множитель		Буквенное обозначение	Величина на 1° С	
Черный . . .	0	1	—	—	—	—
Коричневый .	1	10	—	—	—	250
Красный . . .	2	10^2	1	Д	$-(730\pm100)\cdot10^{-6}$	500
Оранжевый . .	3	10^3	—	Ж	$-(600\pm80)\cdot10^{-6}$	1 000
Желтый . . .	4	10^4	—	—	—	1 500
Зеленый . . .	5	10^5	—	Ц	$+(200\pm50)\cdot10^{-6}$	2 000
Синий	6	10^6	—	С	$+(110\pm30)\cdot10^{-6}$	2 500
Голубой . . .	—	—	—	М	$-(50\pm30)\cdot10^{-6}$	—
Фиолетовый .	7	10^7	—	—	—	3 000
Серый	8	10^8	—	Р	$+(40\pm20)\cdot10^{-6}$	5 000
Белый	9	10^9	±2	Г	$+50\cdot10^{-6}$	7 000
Золотой . . .	—	0,1	±5	В	$\pm100\cdot10^{-6}$	—
Серебряный .	—	0,01	±10	Б	$\pm200\cdot10^{-6}$	—
Натуральный .	—	—	±20	А	Не оговаривается (свободный)	—



Фиг. 3-14. Пример маркировки конденсатора КСО:

1, *2* и *3* — знаки, определяющие величину номинальной емкости.

1 — желтый (4); *2* — фиолетовый (7); *3* — коричневый (1 нуль) — 470 *пф*; *4* — знак допуска серебряный (±10%); *5* — знак группы ТКЕ — белый (группа Г); *6* — знак рабочего напряжения коричневый (250 *в*).

Примечание. При чтении маркировки конденсатор расположить так, чтобы знаки номинальной емкости были в верхнем ряду, и читать все знаки слева направо.

о конденсаторах типа КСО можно найти в ГОСТ 6119-54, а о маркировке конденсаторов — в ГОСТ 5042-49.

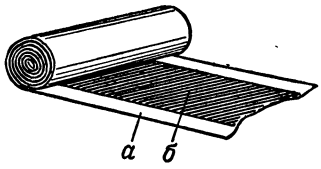
Бумажные конденсаторы

Бумажные конденсаторы нашли широкое распространение в различных радиотехнических устройствах, особенно в низкочастотных: усилителях низкой частоты, фильтрах и др. Бумажные конденсаторы емкостью до 0,1 *мкф* часто применяются и в высокочастотных частях радиоустройств: в развязывающих и блокировочных цепях, так как их раз-

меры меньше, а стоимость значительно ниже слюдяных конденсаторов той же емкости. При использовании бумажных конденсаторов в высокочастотных цепях следует учитывать, что бумажные конденсаторы некоторых видов могут обладать заметной индуктивностью.

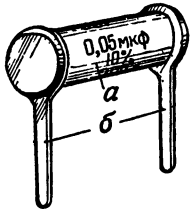
Диэлектриком в бумажных конденсаторах служит тонкая бумага, пропитанная церезином, галоваксом и другими искусственными воскоподобными веществами, обладающими высокой электрической прочностью. Часто в качестве диэлектрика для пропитки бумаги используется вазелин.

Обкладки бумажных конденсаторов изготовляются из тонкой алюминиевой или оловянно-свинцовой фольги. В некоторых конструкциях конденсаторов в качестве обкладки вместо фольги применяется весьма тонкий слой металла, осажденный (распыленный) на бумагу. Такие конденсаторы, называемые конденсаторами с металлизированной бумагой, сокращенно КМБГ (конденсатор металлизированной бумаги герметизированный), имеют особенно малые размеры. В настоящее время в производстве аппаратуры применяются почти исключительно герметизированные бумажные конденсаторы. Обкладки конденсатора и бумажные ленты свертываются в трубку (фиг. 3-15), пропитываются и помещаются в герметизированный корпус из металла, керамики или стекла для защиты от влаги и механических повреждений. По своей конструкции бумажные конденсаторы делятся на круглые и плоские.



Фиг. 3-15. Конструкция секции бумажного конденсатора.

а — лента из тонкой (конденсаторной) бумаги; *б* — обкладки из фольги или металлического покрытия.



Фиг. 3-16. Конструкция конденсатора КБГ-И.

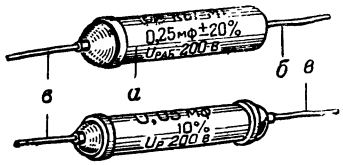
а — корпус конденсатора; *б*—выводные колпачки, припаянные к корпусу оловянисто-свинцовым припоем.

Отечественной промышленностью изготовляются четыре вида конденсаторов КБГ (конденсатор бумажный герметизированный).

1. КБГ-И — конденсатор в цилиндрическом корпусе из керамики или стекла (фиг. 3-16).

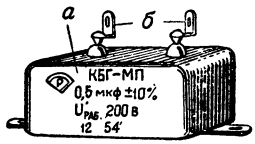
2. КБГ-М$_1$ и КБГ-М$_2$ — конденсаторы в металлическом корпусе с одним или двумя изолированными от корпуса выводами (фиг. 3-17).

3. КБГ-МП — конденсатор в металлическом прямоугольном корпусе, плоский (фиг. 3-18).



Фиг. 3-17. Конструкции конденсаторов КБГ-М$_1$ и КБГ-М$_2$.

а — корпус конденсатора из стальной трубки; *б* — вывод от корпуса; *в* — изолированные выводы со стеклянными или керамическими изоляторами.

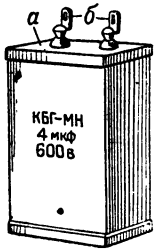


Фиг. 3-18. Конструкция конденсатора КБГ-МП.

а — корпус конденсатора из жести; *б* — выводные изоляторы с лепестками.

4. КБГ-МН — конденсатор в металлическом прямоугольном корпусе, нормальный (фиг. 3-19).

Конденсаторы типа КБГ-И выпускаются на рабочие напряжения 200, 400 и 600 *в* и емкости от 470 *мкмкф* до 0,1 *мкф*. Основные размеры конденсаторов КБГ-И приводятся в табл. 3-7. Конденсаторы типа КБГ-И монтируются в аппаратуре без дополнительного крепления.



Фиг. 3-19. Конструкция конденсатора КБГ-МН.

а — корпус конденсатора из листового металла; *б* — выводные изоляторы с лепестками.

Конденсаторы типа КБГ-М$_1$ и КБГ-М$_2$ изготовляются на рабочие напряжения 200, 400 и 600 *в* и емкости от 0,01 до 0,25 *мкф*. Основные размеры конденсаторов КБГ-М$_1$ и КБГ-М$_2$ приведены в табл. 3-8.

Конденсаторы типа КБГ-М с одним и двумя изолированными выводами не разрешается монтировать в аппаратуре с креплением за контактные выводы, так как это может повлечь за собой порчу конденсаторов. Крепление конденсаторов этого типа производится при помощи скоб различной конструкции. На фиг. 3-1 приведены несколько видов таких скоб.

Конденсаторы типа КБГ-МП изготовляются на рабочие напряжения от 200 до 1 500 *в* и емкости от 0,01 до 2 *мкф*.

Конденсаторы типа КБГ-МП выпускаются с количеством секций в одном корпусе от одной до трех. Выводы конденсаторов КБГ-МП располагаются в зависимости от вариан-

Таблица 3-7

Основные размеры конденсаторов КБГ-И

Номинальная емкость		Рабочее напряжение, *в*		
		200	400	600
		Размеры (диаметр × длина), *мм*		
мкмкф	470	—	7×15	7×21
	680	7×15	7×18	7×21
	1 000	7×15	7×18	7×21
	1 500	—	7×18	7×21
	2 200	7×18	—	7×21
	3 300	7×18	—	7×21
	4 700	7×21	—	9,2×25
	6 800	—	—	9,2×25
мкф	0,01	—	—	9,2×25
	0,015	—	9,2×25	13,4×25
	0,02	9,2×25	—	13,4×25
	0,025	9,2×25	—	13,4×25
	0,03	9,2×25	13,4×25	15,4×25
	0,04	13,4×25	15,4×25	—
	0,05	13,4×25	15,4×25	—
	0,07	13,4×25	—	—
	0,1	15,4×25	—	—

Таблица 3-8

Основные размеры конденсаторов КБГ-М$_1$ и КБГ-М$_2$

Номинальная емкость, *мкф*	Рабочее напряжение, *в*		
	200	400	600
	Размеры (диаметр × длина), *мм*		
0,01	—	—	10×38
0,015	—	—	10×38
0,02	—	—	10×38
0,025	—	—	10×38
0,03	—	—	10×38
0,04	10×38	—	14×45
0,05	10×38	—	14×45
0,07	10×38	14×45	17×50
0,1	—	14×45	17×50
0,15	—	14×45	17×50
0,2	14×45	17×50	—
0,25	14×45	17×50	—

Примечание. К длине, указанной в таблице, прибавлять для получения полного размера конденсатора: для конденсаторов КБГ-М$_1$ 9 *мм*, для конденсаторов КБГ-М$_2$ 18 *мм*.

та конструкции снизу, сверху или сбоку корпуса. В табл. 3-9 приведены основные размеры и номинальные емкости конденсаторов КБГ-МП.

Таблица 3-9

Основные размеры конденсаторов КБГ-МП

Номинальная емкость, *мкф*	Рабочее напряжение, *в*				
	200	400	600	1 000	1 500
	№ корпусов				
0,01	—	—	—	1	1
0,05	—	—	—	1	1
0,1	—	—	—	1	2
0,25	—	1	2	3	4
0,5	2	—	3	4	—
1,0	3	—	4	—	—
2,0	4	—	—	—	—
2×0,05	—	—	—	1	2
2×0,1	—	—	1	3	4
2×0,25	2	3	—	4	—
2×0,5	3	—	4	—	—
3×0,05	—	—	1	2	—
3×0,1	1	2	3	4	—
3×0,25	3	—	4	—	—

Примечания: 1. Основные размеры корпуса № 1: длина 64 *мм*, ширина 26 *мм*, высота 29 *мм*; основные размеры корпуса № 2: длина 64 *мм*, ширина 26 *мм*, высота 33 *мм*; основные размеры корпуса № 3: длина 64 *мм*, ширина 36 *мм*, высота 33 *мм*; основные размеры корпуса № 4: длина 70 *мм*, ширина 51 *мм*, высота 36 *мм*.

2. Конденсаторы на рабочее напряжение 1 500 *в* имеют высоту на 5 *мм* более ввиду большего размера изоляторов.

Конденсаторы типа КБГ-МН изготовляются на рабочие напряжения от 200 до 1 500 *в* и емкости от 0,25 до 10 *мкф*. Конденсаторы этого типа могут иметь от одной до трех секций в одном корпусе. Выводы секций в конденсаторах типа КБГ-МН располагаются только вверх. Крепление конденсаторов производится при помощи обжимных скоб. Возможные конструкции крепежных скоб показаны на фиг. 3-1. Основные размеры и номинальные емкости конденсаторов КБГ-МН приводятся в табл. 3-10.

Конденсаторы типа КБГ могут работать при температурах от — 60 до + 70° С, относительной влажности воздуха до 98% и атмосферном давлении до 90 *мм* рт. ст. Более подробные сведения о конденсаторах типа КБГ можно найти в ГОСТ 6118-52, о конденсаторах типа КМБГ — в ГОСТ 7112-54.

Таблица 3-10

Основные размеры и номинальные емкости конденсаторов КБГ-МН

Номинальная емкость, *мкф*	Рабочее напряжение, *в*				
	200	400	600	1 000	1 500
	№ корпусов				
0,25	—	—	—	1	2
0,5	—	—	1	2	4
1,0	1	2	3	4	5
2,0	2	4	5	6	8
4,0	4	6	7	8	—
6,0	6	7	8	—	—
8,0	6	8	—	—	—
10,0	7	—	—	—	—
2×0,25	—	—	—	2	4
2×0,5	—	2	3	4	5
2×1,0	2	4	5	6	8
2×2,0	4	6	7	8	—

Примечания: 1. Основные размеры корпуса № 1: длина 36 *мм*, ширина 21 *мм*, высота 71 *мм*; основные размеры корпуса № 2: длина 49 *мм*, ширина 29 *мм*, высота 71 *мм*; основные размеры корпуса № 3: длина 49 *мм*, ширина 34 *мм*, высота 71 *мм*; основные размеры корпуса № 4: длина 49 *мм*, ширина 34 *мм*, высота 91 *мм*; основные размеры корпуса № 5: длина 49 *мм*, ширина 34 *мм*, высота 121 *мм*; основные размеры корпуса № 6: длина 69 *мм*, ширина 39 *мм*, высота 106 *мм*; основные размеры корпуса № 7: длина 69 *мм*, ширина 39 *мм*, высота 121 *мм*; основные размеры корпуса № 8: длина 69 *мм*, ширина 64 *мм*, высота 121 *мм*.

2. Конденсаторы на рабочее напряжение 1 500 *в* имеют высоту на 5 *мм* более ввиду большего размера изоляторов.

Электролитические конденсаторы

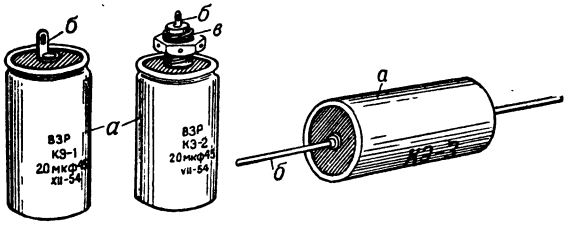
Электролитические конденсаторы являются особым типом конденсаторов, применяемым только в цепях с преобладанием постоянного напряжения, а именно: в фильтрах выпрямительных устройств, в качестве развязывающих и блокировочных в различных схемах. Диэлектриком электролитического конденсатора является тонкая пленка окиси (оксида) алюминия, а обкладками — чистый алюминий и электролит, соприкасающийся с оксидной пленкой. Электролитом в таких конденсаторах являются различные химические вещества: борная кислота, лимонная кислота, этиленгликоль и др. Основным условием, определяющим нормальную работу электролитического конденсатора, является целость его оксидной пленки. Эта пленка поддерживается в нормальном состоянии только при наличии на конденсаторе постоянного напряжения определенной полярности.

При монтаже электролитических конденсаторов соблюдение их правильной полярности совершенно обязательно.

Малая толщина оксидной пленки, обладающей большой электрической прочностью, позволяет изготовлять конденсаторы, имеющие при небольших в сравнении с другими типами конденсаторов размерах большую емкость.

Отечественной промышленностью изготовляются различные типы конденсаторов, отличающиеся как величинами номинальных емкостей, так и рабочими напряжениями. Конденсаторы отличаются также конструктивно: способами крепления, герметичностью и др.

Наибольшее распространение получили конденсаторы КЭ (конденсаторы электролитические). Эти конденсаторы



Фиг. 3-20. Конструкция конденсаторов типа КЭ-1, КЭ-2 и КЭ-3.

а — корпус конденсатора; *б* — вывод положительной обкладки; *в* — втулка с гайкой для крепления.

выпускаются трех видов: КЭ-1, КЭ-2 и КЭ-3, различающихся по конструкции (фиг. 3-20). Конденсаторы типа КЭ выпускаются четырех групп по интервалу рабочих температур:

ОМ — особо морозостойкие, с температурным интервалом от — 60 до + 60° С.

ПМ — с повышенной морозостойкостью, с температурным интервалом от — 50 до + 60° С.

М — морозостойкие, с температурным интервалом от — 40 до + 60° С.

Н — неморозостойкие, с температурным интервалом от — 10 до + 60° С.

Конденсаторы КЭ изготовляются на номинальные емкости от 5 до 2 000 *мкф* и рабочие напряжения от 8 до 500 *в*.

В табл. 3-11 приведены основные размеры и номинальные емкости конденсаторов КЭ. Более подробные данные можно найти в ГОСТ 5561-54.

Кроме конденсаторов КЭ, промышленностью выпускаются герметизированные конденсаторы КЭГ (конденсатор электролитический герметизированный). Конденсаторы этого типа выпускаются на емкости от 2 до 500 *мкф* и рабо-

Таблица 3-11

Основные размеры и номинальные емкости конденсаторов КЭ

Номинальная емкость, *мкф*	Группа	Номинальное рабочее напряжение, *в*									
		8	12	20	30	50	150	300	400	450	500
		№ корпусов									
5	ОМ и ПМ	—	—	—	—	—	—	4	4	5	—
	М и Н	—	—	—	—	—	—	3	3	4	4
10	ОМ и ПМ	—	—	1	2	3	4	4	6	6	—
	М и Н	—	1	1	1	2	3	4	4	4	5
20	ОМ и ПМ	—	—	2	3	3	4	5	7	7	—
	М и Н	—	—	1	1	2	3	4	4	5	6
30	ОМ и ПМ	—	—	3	3	4	5	6	—	—	—
	М и Н	—	1	1	2	3	4	4	—	—	—
40	М и Н	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—
50	ОМ и ПМ	—	—	3	4	5	—	—	—	—	—
	М и Н	2	2	2	3	4	—	—	—	—	—
100	ОМ и ПМ	—	—	4	5	7	—	—	—	—	—
	М и Н	2	3	3	4	5	—	—	—	—	—
200	ОМ и ПМ	—	—	5	7	—	—	—	—	—	—
	М и Н	4	4	4	6	—	—	—	—	—	—
500	ОМ и ПМ	—	—	7	8	—	—	—	—	—	—
	М и Н	5	5	6	7	—	—	—	—	—	—
1 000	ОМ и ПМ	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
	М и Н	7	7	8	—	—	—	—	—	—	—
2 000	М и Н	8	8	9	—	—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. Основные размеры корпуса № 1: диаметр 16 *мм*, высота 28 *мм*; основные размеры корпуса № 2: диаметр 19 *мм*, высота 28 *мм*; основные размеры корпуса № 3: диаметр 21 *мм*, высота 35 *мм*; основные размеры корпуса № 4; диаметр 26 *мм*, высота 60 *мм*; основные размеры корпуса № 5: диаметр 34 *мм*, высота 65 *мм*; основные размеры корпуса № 6: диаметр 34 *мм*, высота 90 *мм*; основные размеры корпуса № 7: диаметр 34 *мм*, высота 114 *мм*; основные размеры корпуса № 8: диаметр 50 *мм*, высота 114 *мм*; основные размеры корпуса № 9: диаметр 65 *мм*, высота 114 *мм*.

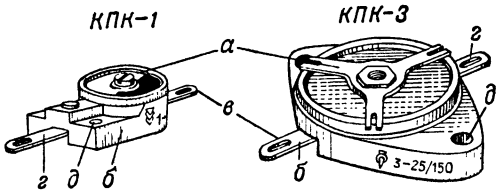
2. Конденсаторы типа КЭ-2 имеют высоту в среднем на 20 *мм* более по сравнению с конденсаторами типа КЭ-1 (при одних и тех же номерах корпусов).

чие напряжений от 8 до 500 *в*. Конструкция конденсаторов КЭГ сходна с конструкцией бумажных конденсаторов типа КБГ-МП и КБГ-МН.

Более подробные данные о конденсаторах типа КЭГ приводятся в ведомственной нормали МПСС № 624-52.

В современной радиоаппаратуре часто применяются также так называемые подстроечные или полупеременные конденсаторы. Эти конденсаторы могут иметь различные виды диэлектриков, наибольшее распространение получили воздушные и керамические подстроечные конденсаторы. Рассмотрим нормализованные керамические конденсаторы, выпускаемые заводами радиодеталей. Конденсаторы типа КПК

(конденсатор подстроечный керамический) предназначены для применения в высокочастотных цепях, причем емкость подстроечного конденсатора должна быть много меньше (порядка 10—15%) емкости контура. Конденсаторы КПК могут работать при напряжении высокой частоты до 260 *в эфф* и напряжении постоянного тока до 500 *в* в интервале температур от — 60 до + 80° С, атмосферном давлении до 90 *мм* рт. ст. и относительной влажности до 80%.



Фиг. 3-21. Виды конденсаторов типа КПК-1 и КПК-3.
а — подвижная деталь (ротор); *б* — неподвижная деталь (статор); *в* — вывод обкладки ротора; *г* — вывод обкладки статора; *д* — отверстия для крепления конденсатора.

Конденсаторы КПК выпускаются трех видов, которые различаются между собой как габаритными размерами и конструкцией, так и пределами номинальных емкостей. На фиг. 3-21 приведены общие виды конденсаторов КПК-1 и КПК-3. Как видно из фиг. 3-21, конденсатор состоит из двух керамических деталей, одна из которых может поворачиваться относительно другой. На каждую из деталей нанесен слой серебра в виде сектора, являющийся обкладкой конденсатора. Поворачивая подвижную деталь подстроечного конденсатора на тот или другой угол, можно получить любую величину емкости, находящуюся в пределах, обозначенных на данном конденсаторе.

В табл. 3-12 приведены величины номинальных емкостей и другие данные конденсаторов КПК.

Более подробные сведения о конденсаторах КПК можно найти в ведомственной нормали МРТП НИО. 460.000.

3-5. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И КОНСТРУКЦИИ ЛАМПОВЫХ ПАНЕЛЕЙ

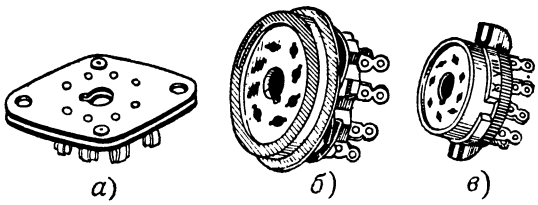
В производстве радиоаппаратуры применяются ламповые панели различных типов. По конструкции ламп панели делятся на:

1) ключевые, октального типа;

2) ключевые, с замком в ключе;

3) пальчиковые.

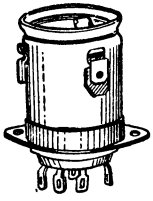
На фиг. 3-22 показаны несколько видов ламповых панелей для ламп октальной серии. Панели, изготовленные из гетинакса (штампованные; фиг. 3-22,*а*), в некоторых слу-



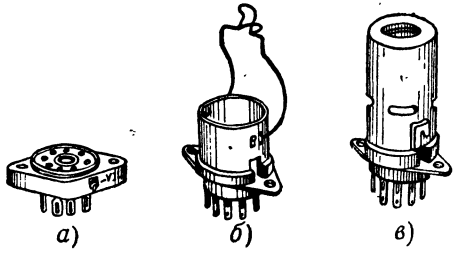
Фиг. 3-22. Виды ламповых панелей для ламп октальной серии.

а—панель на гетинаксовом основании; *б* — панель из пластмассы или керамики с креплением при помощи пружинного кольца; *в* — панель из пластмассы или керамики с креплением при помощи скобы.

чаях, например, при работе на высокой частоте (в маломощных передатчиках) или в оконечных ступенях усилителей низкой частоты, не обеспечивают достаточной электрической



Фиг. 3-23. Ламповая панель для ламп с замком в ключе.



Фиг. 3-24. Виды ламповых панелей для ламп пальчикового типа.

а — панель из керамики без держателя лампы; *б* — панель из пластмассы или керамики с проволочным держателем лампы; *в* — панель из пластмассы или керамики с металлическим экраном — держателем лампы.

прочности между лепестками. Поэтому в настоящее время чаще применяются панели другого вида (фиг. 3-22, *б*, *в*), изготовленные из пластмассы или керамики. Крепление этих панелей осуществляется при помощи пружинного кольца или накладной скобы.

Таблица 3-12

Номинальные емкости, температурные коэффициенты и веса конденсаторов типа КПК

Обозначения конденсаторов	Номинальные емкости, *пф*		Температурный коэффициент	Наибольший вес, *г*
	минимум не более	максимум не менее		
КПК-1-2/7	2	7	Не нормализуется	8,0
КПК-1-4/15	4	15	От $-200 \cdot 10^{-6}$ до $-800 \cdot 10^{-6}$	8,0
КПК-1-6/25	6	25	То же	8,0
КПК-1-8/30	8	30	„ „	8,0
КПК-3-8/60	8	60	„ „	40,0
КПК-3-10/100	10	100	„ „	40,0
КПК-3-25/150	25	150	„ „	40,0

Примечание. Конденсаторы типа КПК-2 имеют те же пределы изменения емкостей, что и конденсаторы типа КПК-3, и отличаются от них отсутствием отверстий для крепления.

На фиг. 3-23 изображена ламповая панель с пружиной для ламп, имеющих ключ с замком, предохраняющим их от выпадания. Такие лампы называются иногда «локтальными».

На фиг. 3-24 изображены виды ламповых панелей для ламп пальчикового типа. Такие панели изготовляются из пластмассы или керамики и могут иметь семь или девять штырьков в зависимости от типа применяемой лампы.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

МОНТАЖНЫЙ И СБОРОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

4-1. МОНТАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ МОНТАЖЕРА СБОРОЧНОЙ ЛИНИИ

При производстве сборочных и монтажных работ, так же как и любых других работ: токарных, кузнечных, столярных и т. д., требуется определенный инструмент. Производительность сборочных и монтажных работ во многом зависит от качества инструмента и правильности его набора. Кроме того, при комплектовке рабочего набора инструмента монтажеру следует брать инструмент только хорошего качества и нужного размера, а также строго соблюдать

правила хранения, ухода и обращения с ним. В этой главе рассматривается инструмент, применяемый при сборке и монтаже различной радиоаппаратуры. Следует различать два вида монтажных работ:

1) монтаж серийной аппаратуры в сборочном цехе на производственной линии;

2) монтаж макетов и образцов аппаратуры в лаборатории или опытном цехе.

Монтажеру, работающему в сборочном цехе на операционном монтаже радиоаппаратуры, выпускаемой в массовом количестве, обычно не приходится выполнять сложные механические работы по сборке изделия, ставить и закреплять крупные детали и узлы: ламповые панели, трансформаторы, фильтры промежуточной частоты, штепсельные разъемы и т. д. Выполнение таких работ поручается слесарям-сборщикам. В обязанности монтажера входит выполнение только монтажных и простых крепежных работ. К таким работам относятся: прокладка проводов между деталями и узлами радиоаппарата, заводка концов этих проводов в отверстия лепестков деталей и узлов и механическое закрепление их на лепестках, а также размещение и установка мелких деталей схемы: сопротивлений типа ВС, МЛТ, конденсаторов типа КБГ-М, КБГ-И, КСО, КТК и т. д., заводка и закрепление выводов этих деталей на лепестках ламповых панелей, монтажных планках или опорных точках и пайка их. Для этих работ монтажеру требуется только следующий монтажный инструмент: 1) паяльник; 2) кусачки; 3) плоскогубцы; 4) круглогубцы; 5) пинцет; 6) отвертка.

4-2. МОНТАЖНО-СБОРОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ МОНТАЖЕРА-УНИВЕРСАЛА

Монтажеру-универсалу, работающему в лаборатории или опытном цехе, прежде чем начинать монтаж какого-либо образца радиоаппарата, часто приходится производить его полную сборку, т. е. устанавливать и крепить все детали и узлы, входящие в него, размещать необходимые монтажные планки и опорные точки, а также производить сверление отверстий, необходимость в которых выявляется в процессе монтажа. При изготовлении макетов приборов приходится изготовлять из соответствующего материала (латуни, алюминия и т. д.) различных форм и размеров шасси, подгонять некоторые детали (перегородки, экраны), производя связанную с этим опиловку металла и другие слесарные работы. Кроме того, монтажером-универсалом устанавли-

ваются и крепятся детали и узлы, а также производится их монтаж. Для производства таких работ монтажеру-универсалу потребуется гораздо больший набор инструмента, чем монтажеру, работающему в сборочном цехе на монтаже серийной аппаратуры. В набор будет входить следующий инструмент:

1. Паяльники	2 шт.
2. Кусачки боковые	1 „
3. Кусачки торцевые	1 „
4. Плоскогубцы с насечкой на губках	1 „
5. Плоскогубцы без насечки на губках	1 „
6. Круглогубцы большие	1 „
7. Круглогубцы малые	1 „
8. Пинцет часовой	1 „
9. Пинцет хирургический	1 „
10. Пинцет с хомутиком	1 „
11. Нож монтажный	1 „
12. Ножницы обычные	1 „
13. Ножницы для металла	1 „
14. Отвертки разные	4—5 „
15. Отвертка с держателем	1 „
16. Ключи гаечные торцевые	5 „
17. Ключи гаечные боковые	5 „
18. Молоток слесарный	1 „
19. Молоток часовой	1 „
20. Молоток деревянный	1 „
21. Напильники различного профиля	—
22. Надфили различного профиля	—
23. Штангенциркуль	2 шт.
24. Микрометр	1 „
25. Линейка масштабная	1 „
26. Транспортир	1 „
27. Угольник	1 „
28. Циркуль	1 „
29. Чертилка	1 „
30. Обжимки разных диаметров	—
31. Натяжки разных диаметров	—
32. Керн	1 шт.
33. Шабер	1 „
34. Тиски ручные	1 „
35. Тиски слесарные настольные	1 „
36. Дрель электрическая или ручная	1 „
37. Сверла—набор от 2 до 8 *мм*	—
38. Сверло на ручке	2 шт.
39. Метчики—набор от М2 до М6	—
40. Вороток для метчиков	1 шт.
41. Плашки (лерки)—набор от 2 до 6 *мм*	—
42. Вороток для плашек	2 шт.
43. Ножовка	2 „

Кроме перечисленного выше инструмента, монтажеру-универсалу в процессе работы могут потребоваться различные специальные приспособления. К ним относятся, например, приспособления для зачистки изоляции на концах проводов, для правки и укладки проводов во время работы и т. п., без которых невозможно правильно и аккуратно выполнить монтаж. Такие приспособления, улучшая качество, в несколько раз ускоряют и облегчают выполнение работы. О них более подробно упоминается в гл. 7 и 10 настоящей книги.

Перечисленный выше набор инструмента позволяет монтажеру-универсалу производить любые слесарно-сборочные и монтажные работы. Ниже рассматриваются конструктивные особенности и применение перечисленного инструмента.

Паяльники. На качество паяльника нужно обратить особое внимание. На монтажных работах сейчас применяются преимущественно электрические паяльники. Следует применять паяльники, рассчитанные на питание низким напряжением, 18—36 *в*, от понижающего трансформатора с регулировкой напряжения. Паяльники с питанием от сети 120—220 *в* применять не рекомендуется, особенно в цеховых условиях, так как в случае пробоя изоляции между спиралью (нагревателем) и сердечником работающий может попасть под опасное для жизни напряжение. В набор должно входить не менее двух паяльников. Один паяльник — мощностью 80—100 *вт* — для производства обычных монтажных работ и второй паяльник — мощностью 200 *вт* с более массивным сердечником — для пайки экранов герметизированных трансформаторов, экранов фильтров промежуточной частоты и т. п., требующих более сильного прогрева. Наиболее удобной конструкцией паяльника следует считать паяльник с легко меняющимся сердечником. В процессе работы рабочая часть сердечника обгорает и требует периодической заправки. Со временем рабочая часть делается настолько короткой, что нормальная работа с паяльником затрудняется. В таких случаях требуется замена сердечника новым, имеющим нормальную длину. Замена сердечника должна производиться без труда и без разборки паяльника. Заменив сердечник паяльника новым, следует его рабочую часть (носик) запилить, придав ей форму, показанную на фиг. 8-12, и покрыть ее слоем припоя «залудить»; гл. 8.

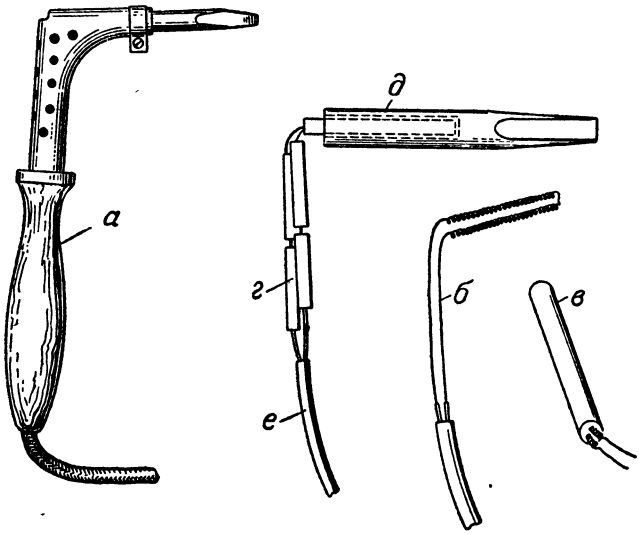
Работать можно паяльниками как торцевыми, так и угловыми Г-образными в зависимости от того, к какому типу монтажер больше привык. Выбор типа паяльника зависит также от глубины шасси прибора и расположения в нем деталей.

На фиг. 4-1 показана конструкция Г-образного паяльника, наиболее часто применяемого на монтаже радиоаппаратуры и имеющего мощность около 100 *вт*.

Кусачки. Известны два вида: торцевые (фиг. 4-2,*а*) и боковые (фиг. 4-2,*б*). Для монтажных работ наиболее удобными являются боковые кусачки («бокорезы»), которыми можно откусывать лишние концы проводов внутри прибора.

Режущие губки таких кусачек должны плотно сходиться и быть достаточно острыми, чтобы провод легко отрезался и не мялся. Боковыми кусачками можно резать провод диаметром до 2 *мм*. Откусывание провода большего диаметра может привести к порче кусачек.

Торцевые кусачки менее удобны, так как их режущие губки расположены под прямым углом к плоскости рукояток и ими не всегда можно «подобраться» к откусываемому



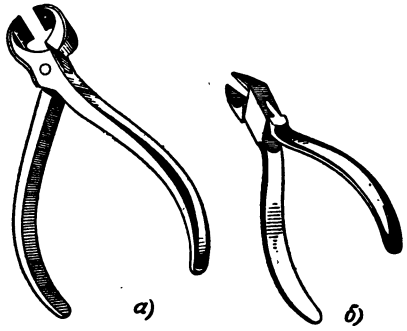
Фиг. 4-1. Конструкция электрического паяльника.

а — общий вид паяльника; *б* — нагревательный элемент; *в* — фарфоровый изолятор с нагревательным элементом; *г* — фарфоровые изоляционные трубки; *д* — сердечник с вставленным нагревательным элементом; *е* — шнур для соединения с источником питания.

проводу. Торцевые кусачки более прочны и ими можно резать провода большего диаметра. Как торцевые, так и боковые кусачки берутся обычно размером не более 150 *мм*. Для тяжелых монтажных работ с толстыми проводами полезно иметь торцевые кусачки большего размера, до 200 *мм*.

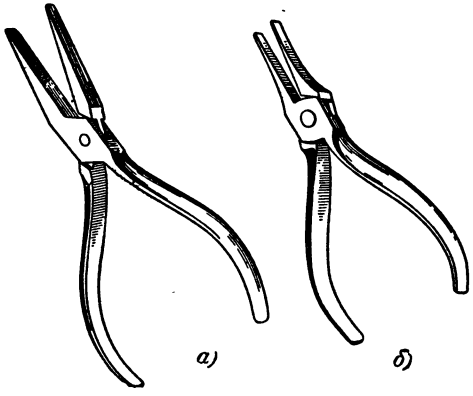
Плоскогубцы. В комплекте должно быть двое плоскогубцев. Одни — большие размером 150—170 *мм* с насечкой на губках (фиг. 4-3,*а*). Такие плоскогубцы необходимы для вытягивания (выпрямления) толстых одножильных проводов, для поджатия различных крепежных скобок и т. д. Вторые плоскогубцы должны быть меньших размеров, 100—120 *мм* (фиг. 4-3,*б*), с более тонкими и узкими губками. На

губках этих плоскогубцев насечку следует снять на точильном камне и поверхность отшлифовать шкуркой, придав небольшой радиус острым краям губок (фиг. 4-3,*б*). Насечка на губках снимается, чтобы не портить поверхность голого провода при его сгибании, а также чтобы не повредить изоляции провода при его укладке, так как эту операцию иногда приходится делать плоскогубцами. Губки у таких плоскогубцев должны иметь достаточную длину, 40 ÷ 50 *мм*, что иногда необходимо для монтажа деталей и проводов в глубоком «подвале» шасси при большой скученности монтажа.



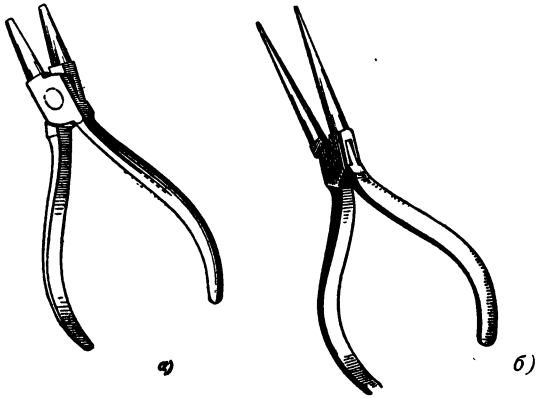
Фиг. 4-2. Кусачки.
а — торцевые; *б* — боковые.

Круглогубцы. На фиг. 4-4,*а* показаны круглогубцы размером 150 *мм* с прочными губками длиной 30 *мм*, с насечкой на сходящихся поверхностях. Диаметр концов губок равен обычно 3—3,5 *мм* с постепенным увеличением, доходящим до 7—8 *мм* у оснований. Такие круглогубцы необходимы при монтаже аппаратуры голым монтажным проводом диаметром 1,5—2 *мм*. При помощи круглогубцев очень



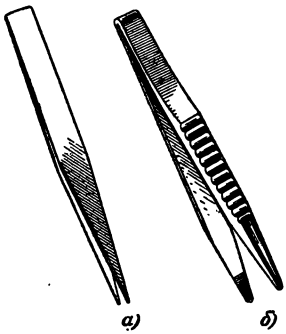
Фиг. 4-3. Плоскогубцы.
а — большие с насечкой на губках; *б* — малые без насечки на губках.

легко сделать на конце провода аккуратное кольцо для закрепления провода под гайку. Вторые круглогубцы (фиг. 4-4,*б*), примерно той же длины, должны быть менее



Фиг. 4-4. Круглогубцы.
а — большие; *б* — малые.

массивными, иметь более длинные губки, до 40—50 *мм*, и диаметр на концах 1,5 *мм* при 5 *мм* у основания губок. Такими круглогубцами очень удобно согнуть спиралью проволочный вывод.

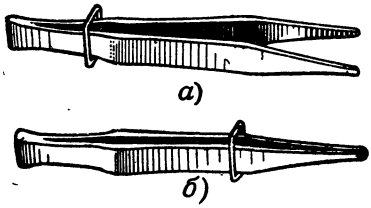


Фиг. 4-5. Пинцеты.
а — часовой; *б* — хирургический (анатомический).

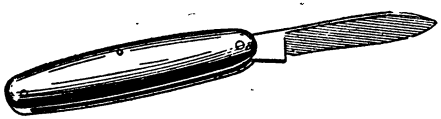
Пинцеты. Пинцеты необходимо иметь следующие: часовой (фиг. 4-5,*а*) и хирургический (фиг. 4-5,*б*). Пинцет в монтажном деле так же необходим, как и паяльник. Хорошее качество пинцета очень облегчает и ускоряет работу. Следует обратить внимание на то, чтобы пинцет хорошо пружинил, но не требовал большого усилия для его сжатия. Размеры пинцетов должны быть не более 130—140 *мм*. Кончики часового пинцета должны быть острыми и хорошо сходиться (параллельно друг другу), не выступая в стороны. Часовой пинцет необходим при различных монтажных работах, связанных с применением тонкой проволоки диаметром 0,03—0,08 *мм* (заделка концов при намотке потенциометров,

контурных катушек и т. д., где работа более массивным пинцетом может привести к обрыву проволоки). Для остальных монтажных работ — заводки концов проводов на детали, выгибания и закрепления провода на детали, поддержки провода при пайке и т. д. — нужен более прочный пинцет с насечками на губках. Этим требованиям отвечает так называемый хирургический или анатомический пинцет.

Пинцет с хомутиком. Такой пинцет представляет собой обыкновенный хирургический пинцет с надетым на него прямоугольным хомутиком (фиг. 4-6). Хомутик должен сво-



Фиг. 4-6. Пинцет с хомутиком.
а — пинцет открыт; *б* — пинцет закрыт.



Фиг. 4-7. Нож монтажный.

бодно перемещаться около вершины пинцета, но не соскакивать с него, а при перемещении к концам губок — сжимать их.

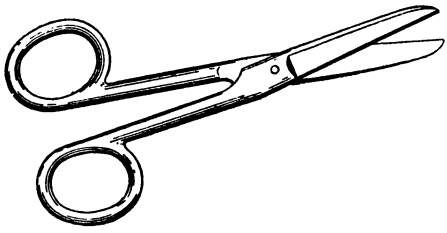
Если во время сборки или монтажа какую-либо деталь: сопротивление, конденсатор или провод, требуется вмонтировать в труднодоступную часть изделия, то ее помещают между губками пинцета, сжимают их и сдвигают хомутик в сторону губок, оставляя его в этом положении. Пинцет плотно сжимается и крепко держит деталь. При использовании пинцета с хомутиком можно ставить деталь на место, беря пинцет за самую вершину, деталь не упадет, а пальцы руки не будут уставать от долгого сжимания пинцета.

Нож монтажный. Для монтажных работ можно использовать перочинный нож с одним или двумя лезвиями (фиг. 4-7). Размер ножа, считая вместе рукоятку и лезвие, должен быть не менее 150—170 *мм.* Нож большего или меньшего размера неудобен в работе. При помощи ножа производятся зачистка изоляции на проводах, где нельзя применить другие способы зачистки (гл. 7), обрезка ниток после обмотки изоляции на проводах и т. д.

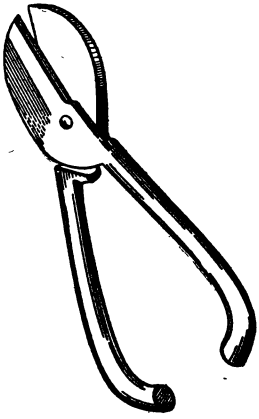
Ножницы. Для монтажных работ необходимо иметь ножницы, употребляемые для разрезания бумаги или тонкой ткани. Лучше всего иметь ножницы размером 150—

200 *мм* (фиг. 4-8). Режущие кромки ножниц должны быть достаточно острыми и иметь длину не менее 50—70 *мм*. Обе половинки ножниц должны плотно сходиться. Такими ножницами можно разрезать бумагу для прокладок при намотке катушек трансформаторов и других намоточных деталей, лакоткань и т. д.

Ножницы для металла. В наборе инструмента, кроме ножниц для разрезания бумаги, картона, прессшпана, хорошо иметь небольшие ручные ножницы для разрезания листового металла (алюминия, латуни, железа, красной меди и т. д.) толщиной до 1 *мм* (фиг. 4-9). Ножницы должны иметь общую длину 250—270 *мм* при длине режущих губок 90—110 *мм*.



Фиг. 4-8. Ножницы.



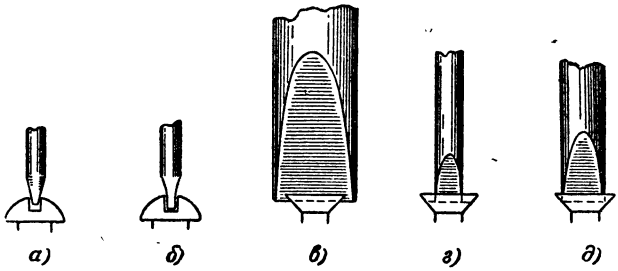
Фиг. 4-9. Ножницы для металла.

Внутренние боковые поверхности губок ножниц должны быть отшлифованы и параллельны и не должны иметь зазора. Режущие кромки губок должны быть достаточно остры, иначе при резании материала они будут мять материал, а не резать. Разрезание металла толще 1 *мм* не рекомендуется, так как это может привести к порче ножниц.

Отвертки. Отвертки применяются для завертывания винтов, которыми крепятся детали, монтажные планки, опорные точки, фишки и т. д. При завертывании винта отвертка должна точно соответствовать размеру головки винта как по длине шлица, так и по его ширине. Так, например, если завертывать винт, имеющий плоскую головку, при помощи отвертки, ширина которой будет превышать длину шлица, то в положении, когда головка винта войдет в зенковку, можно повредить выступающими из шлица краями лезвия отвертки поверхность панели или детали, в которую ввертывается винт. Если же завертывать винт отверткой более

узкой, чем длина шлица, то будет трудно достаточно крепко затянуть винт; попытка сделать это может привести к порче головки винта (срыв шлица) или к поломке отвертки.

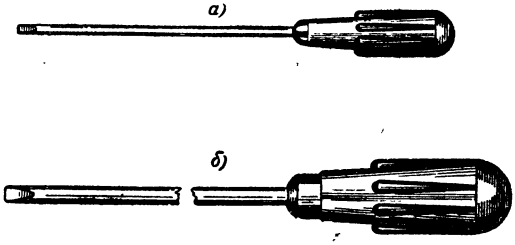
На фиг. 4-10 показаны правильная и неправильная заточки отвертки и выбор подходящего ее размера. В набор монтажного инструмента должны входить 4—5 отверток раз-



Фиг. 4-10. Заточка отвертки и выбор ее размера.

а — неправильная заточка отвертки; *б* — правильная заточка; *в*, *г* — неправильно выбранный размер отвертки; *д* — правильно выбранный размер отвертки.

ных размеров (по длине и ширине). Длина отвертки вместе с ручкой обычно равна 250—270 *мм*. На фиг. 4-11 показаны образцы отверток. Ручка отвертки должна быть удобна для быстрого вращения отвертки и не иметь острых углов. С увеличением диаметра отвертки должен пропорционально увеличиваться и диаметр ручки.

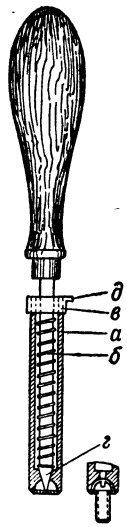


Фиг. 4-11. Отвертки.

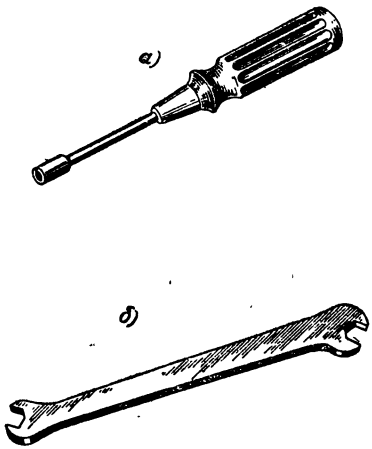
а — средняя; *б* — большая.

Отвертка с держателем. Для завинчивания винтов при сборке радиоаппаратуры в труднодоступных местах, когда невозможно поддержать винт пальцами или пинцетом, необходимо пользоваться отверткой с держателем. Такая отвертка (фиг. 4-12) имеет цилиндрический держатель *а*, в котором помещена пружина *б*, упирающаяся верхним концом в

дно держателя *в*, а нижним — в выступ на конце лезвия отвертки *г*. В нижнем конце держателя имеется вырез, по форме соответствующий головке винта. Отвертка используется следующим образом. Нажав рукой на угольник *д*, нужно переместить держатель вниз. Другой рукой вставить в держатель головку винта *е* так, чтобы лезвие отвертки попало в шлиц винта, после этого держатель отпускается, и силой пружины его отожмет кверху. При этом головка вин-



Фиг 4-12. Отвертка с держателем винта.



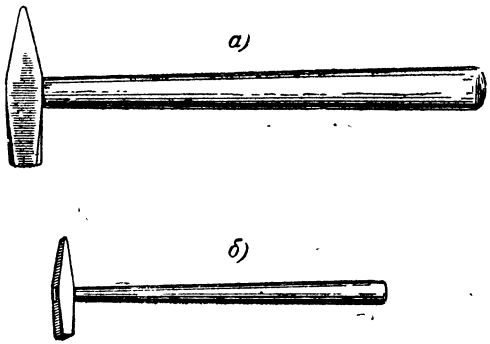
Фиг. 4-13. Гаечные ключи. *а* — торцевой; *б* — боковой.

та зажимается между дном держателя и лезвием отвертки. Отвертка и винт при этом составят как бы одно целое, и винт можно смело направить в любое труднодоступное место. После завинчивания винта на две-три нитки, делают движение отверткой в сторону шлица винта (предварительно переместив держатель немного вниз). Тогда держатель соскакивает с головки винта, пружина поднимает его вверх; лезвие отвертки выходит наружу и винт можно завинчивать обычным порядком до конца.

Ключи гаечные торцевые. Для быстрого завертывания гаек применяются специальные торцевые ключи. На фиг. 4-13,*а* показана конструкция торцевого ключа. В комплект должно входить пять ключей для наиболее ходовых гаек: М-2,6; М-3; М-4; М-5 и М-6. Конструкция ключа напоми-

нает отвертку — та же ручка и длинный стержень, только конец стержня вместо заточки для шлица винта имеет утолщение, внутри которого «выбрано» шестигранное гнездо для гайки. Применять плоскогубцы для завертки гаек не рекомендуется, так как ими можно легко повредить поверхность и грани гаек. Кроме того, на завертку гайки плоскогубцами уходит очень много времени. При пользовании ключом гайка не портится и процесс завертки гайки занимает очень мало времени.

Ключи гаечные боковые. Гаечные боковые ключи предназначены, так же как и ключи торцевые, для завертывания гаек в тех случаях, когда место, где должна быть завернута

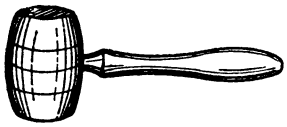


Фиг. 4-14. Молоток.
а — слесарный; *б* — часовой.

гайка, загорожено какой-нибудь деталью и к ней можно «подобраться» только сбоку. В таких случаях незаменим боковой гаечный ключ. На фиг. 4-13,*б* показан гаечный боковой ключ. В комплекте должны быть ключи под гайки М-2,6; М-3; М-4; М-5; М-6 и М-10 (для переменных сопротивлений и тумблеров). Длина ключей может быть 140—150 *мм*, ширина ручки — 10—15 *мм*.

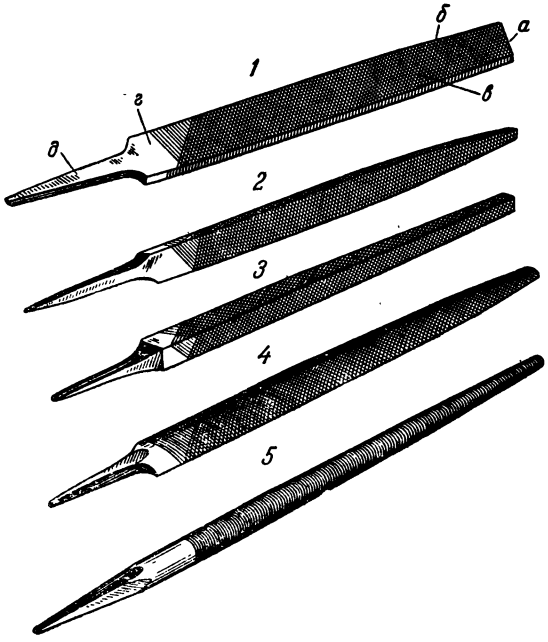
Молоток слесарный. В набор должен входить обычный слесарный молоток весом 200—300 *г*. Ручка молотка должна быть сделана из прочного дерева — березы или дуба — и иметь длину 230—250 *мм* (фиг. 4-14,*а*). Молоток необходим при гнутье в тисках листового материала (латуни, алюминия) при изготовлении шасси, при кернении в местах, где нужно сверлить отверстия, и для многих других слесарных работ.

Молоток часовой. В наборе, кроме слесарного молотка, необходимо иметь молоток меньшего размера — часовой (фиг. 4-14,*б*). Такой молоток может потребоваться для вбивания шпилек, расклепки мелких заклепок, шпонок и везде, где применить более тяжелый молоток нельзя.



Фиг. 4-15. Молоток деревянный.

Молоток деревянный. Кроме двух молотков, слесарного и часового, полезно иметь еще один молоток, деревянный, изготовленный из крепкого дерева: березы или дуба (фиг. 4-15). Такой молоток незаменим во время правки погнутых или покоробленных заготовок полосового или листового ме-



Фиг. 4-16. Напильники.

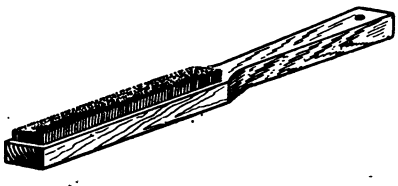
1 — плоский; *2* — трехгранный; *3* — квадратный; *4* — полукруглый; *5* — круглый.

талла (алюминия, латуни, красной меди и т. д.) толщиной от 0,5 до 2 *мм*, идущих на изготовление шасси, экранов и т. п. Удары, производимые деревянным молотком по по-

верхности металла, в отличие от стального не оставляют на нем вмятин или забоин.

Напильники. Напильники служат для опиловки металла, при изготовлении шасси макета, распиловке отверстий, для подгонки деталей по месту, для опиловки паяльников и т. д. Напильники могут понадобиться драчевые и личные. В наборе необходимо иметь напильники различных профилей (фиг. 4-16).

Напильник представляет собой стальной закаленный брусок определенной формы, на сторонах которого нанесена насечка. Каждая часть напильника имеет определенное название (фиг. 4-16): *а* — нос; *б* — ребро; *в* — грань; *г* — пятка; *д* — хвост. Напильники бывают различной длины — от 75 до 450 *мм*. Под длиной напильника подразумевается длина насеченной части. Изготовляются напильники из углеродистой инструментальной стали. Напильники нужно иметь средней длины от 150 до 200 *мм*. Круглый напильник должен иметь не более 8—10 *мм* в диаметре. Напильники требуют ухода. После опиловки какой-нибудь детали из алюминия, красной меди, гетинакса или текстолита напильник следует очистить от частиц материала, приставших к насечке, при помощи специальной щетки из кардоленты (фиг. 4-17).



Фиг. 4-17. Щетка для чистки напильников.

Следует хранить напильники отдельно от другого инструмента, а также избегать трения одного напильника о другой, так как от этого они портятся.

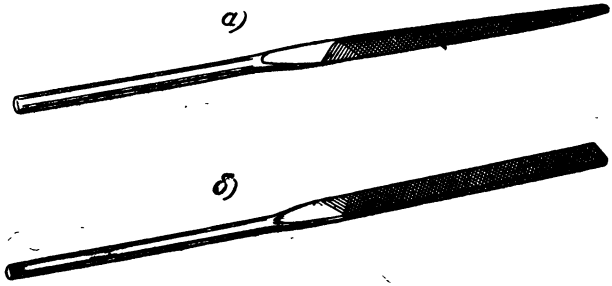
В ящике рабочего стола монтажера следует сделать специальные лунки для хранения напильников.

Надфили. В наборе инструмента следует иметь 5—6 надфилей. Надфили имеют такие же профили, как и напильники, т. е. полукруглые (фиг. 4-18,*а*), плоские (фиг. 4-18,*б*), а также квадратные, круглые, трехгранные и др.

Надфиль представляет собой напильник, изготовленный из тонкой стальной проволоки. Длина надфиля 140—160 *мм*. Половина длины надфиля имеет насечку драчевую, личную или бархатную, вторая половина (круглого сечения) используется как ручка. Применяются надфили для мелких и точ-

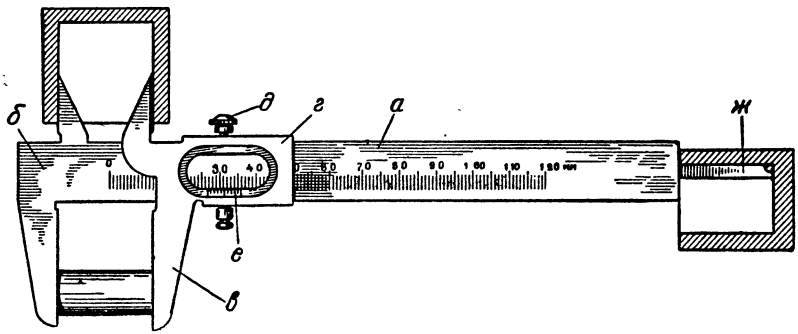
ных работ, например для выпиливания отверстий, пазов и т. д., где применить большие напильники нельзя.

Штангенциркуль. Штангенциркуль (фиг. 4-19) состоит из штанги *а* и прикрепленной к ней неподвижно губки *б*. По



Фиг. 4-18. Надфили.
а — полукруглый; *б* — плоский.

штанге свободно передвигается подвижная губка *в*, выполненная как одно целое с рамкой *г*. На рамке имеется стопорный винт *д*, служащий для фиксирования положений подвижной губки и рамки на штанге. В вырезе рамки по-

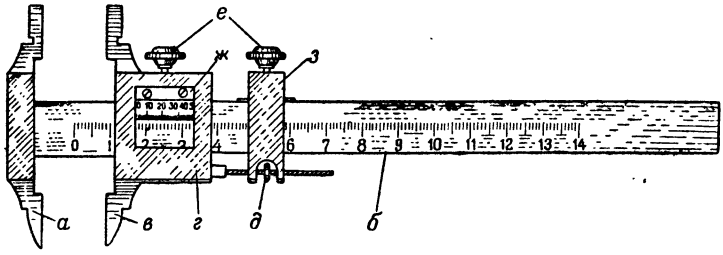


Фиг. 4-19. Штангенциркуль.

мещается нониус *е* с величиной отсчета 0,1 *мм*. На другой стороне подвижной рамки *г* жестко закреплен стержень — глубиномер *ж*. Таким штангенциркулем можно производить измерение наружных и внутренних диаметров деталей и глубины.

В тех случаях, когда требуется измерять с большей точностью, применяется штангенциркуль (фиг. 4-20), позволяющий производить измерения с точностью до 0,02 *мм*. Такой

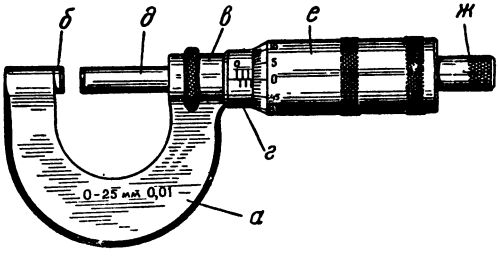
штангенциркуль состоит из: неподвижной губки *а*, штанги *б*, подвижной губки *в*, рамки *г*, винта *д* и гайки для точной установки подвижной губки, зажимных винтов *е*, нониуса *ж* с точностью отсчета до 0,02 *мм*, движка *з*. Штангенциркули — точные измерительные инструменты и требуют особо



Фиг. 4-20. Штангенциркуль повышенной точности.

бережного обращения. Необходимо предохранять их от ударов, забоин, царапин, протирать мягкой и чистой тряпкой, смазывать чистым вазелином и хранить в специальных футлярах.

Штангенциркуль необходим при изготовлении макетов, при разметке отверстий на шасси под ламповые панели и т. д.



Фиг. 4-21. Микрометр.

Микрометр. Микрометр служит для измерения наружных размеров с большой точностью, достигающей 0,01 *мм*. Микрометр (фиг. 4-21) состоит из скобы *а*, в одном из колен которой жестко закреплена (запрессована) пятка *б* с неподвижной измерительной поверхностью. Второе колено скобы заканчивается стеблем *в*, выполненным целиком со скобой. Стебель *в* имеет внутреннюю резьбу для микровинта и выполняет роль неподвижной гайки. На стебель *в* на-

дета втулка *г*, на наружной поверхности которой нанесены продольный штрих и шкала, с ценой деления 0,5 *мм*. В стебель *в* вставляется и ввинчивается микровинт *д*, состоящий из гладкой части, облегчающей его центровку в стебле, нарезной части с резьбой, имеющей точный шаг, и небольшого конуса. Измерительная (торцевая) часть микровинта, а также пятка чисто шлифуются и полируются. На конус микровинта плотно насаживается барабан *е*. На скошенной поверхности барабана наносится шкала с 50 делениями, каждое из которых соответствует перемещению микровинта на 0,01 *мм*. От перемещения назад барабан удерживается винтом, ввинчивающимся в микровинт, на головке которого укреплена трещотка *ж*. Трещотка не позволяет затянуть микровинт слишком туго, что может привести к порче микрометра.

Фиг. 4-22. Масштабная линейка.

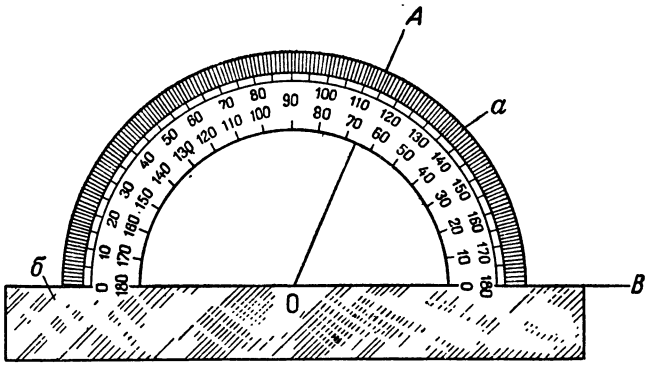
Микрометр необходим монтажеру для определения диаметра проводов при намотке силовых трансформаторов, дросселей, контурных катушек, потенциометров и т. д., а также для определения диаметров проводов, употребляемых при монтаже радиоаппаратуры, измерения диаметра сверл и т. д. Микрометр нужно хранить в специальной деревянной коробочке и время от времени слегка смазывать маслом для предохранения от ржавчины.

Масштабная линейка. Масштабная линейка (фиг. 4-22) представляет собой стальную полоску, изготовленную из специальной углеродистой стали, шириной 15—20 *мм*, длиной 200—400 *мм* и более и толщиной 0,5—0,8 *мм*. На одной из широких сторон линейки нанесена масштабная шкала, представляющая собой систему штриховых линий, нанесенных на расстоянии 1 *мм* друг от друга. Каждая десятая штриховая линия, соответствующая целому сантиметру, отличается от остальных линий большей длиной. Чем меньше толщина штриховых линий и чем лучше они видны, тем точнее можно сделать измерение. Измерение масштабной линейкой производится путем накладывания ее на измеряемый предмет и отсчета количества миллиметров между начальной и конечной точками измеряемой длины.

Монтажеру масштабная линейка необходима для измерения длин проводников, нанесения линий при разметке шасси макета и т. д.

Транспортир. При разметке шасси и панелей изготовляемого макета изделия часто возникает необходимость в построении и измерении различных углов: 30, 45, 90, 100, 120° и т. д. Для этих целей нужно иметь простейший угломерный инструмент — транспортир.

Транспортир (фиг. 4-23) состоит из полукруга *а* и линейки *б*, которая служит основанием полукруга. Полукруг



Фиг. 4-23. Транспортир.

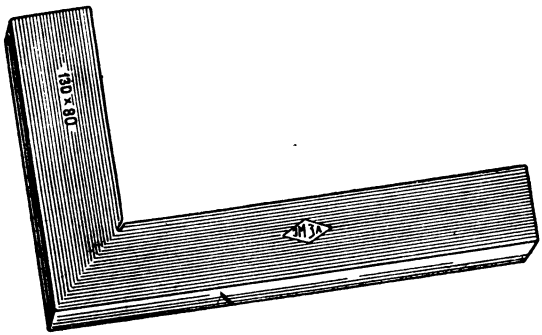
разделен на 180 равных частей — градусов. Центр полукруга отмечен на внутренней стороне линейки небольшой вырезкой *О* (центр транспортира).

При измерении угла транспортиром его накладывают на угол *АОВ* так, чтобы вершина угла совпадала с центром транспортира, а одна из сторон угла — с линией основания внутреннего полукруга. Затем по шкале транспортира отсчитывают от этой стороны угла градусы, заключенные между нею и второй стороной угла.

Угольник. Угольник (фиг. 4-24) применяется для контроля и разметки углов. При изготовлении шасси и экранов трудно обойтись без угольника. При помощи угольника производятся проверка сторон заготовок шасси, экранов и т. д., разметка шасси, когда необходимо выдержать прямой угол. В комплект инструмента должен входить наиболее ходовой угольник, имеющий угол 90°. Угольники бывают цельные, т. е. изготовленные из одного куска металла, или составные, т. е. состоящие из отдельно изготовленных полок (сторон),

жестко соединенных между собой под углом 90°. Длинная сторона угольника должна иметь длину 100—150 *мм*. Для проверки углов изготовляемой детали нужно короткую сторону угольника совместить с одной из проверяемых сторон детали и по образовавшемуся просвету между измерительной гранью длинной стороны угольника и второй стороной проверяемой детали можно судить о точности изготовления ее.

Циркуль. Циркуль (фиг. 4-25,*а*) может понадобиться при разметке шасси макета. При помощи циркуля можно пере-

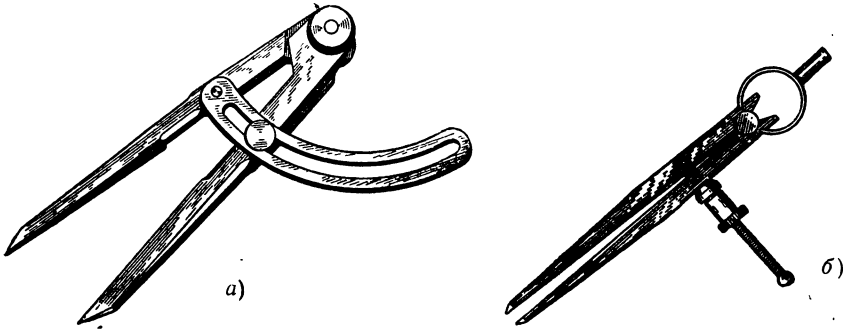


Фиг. 4-24. Угольник.

носить линейные расстояния с масштаба на деталь, измерять расстояния между линиями или точками на чертеже или детали с последующим определением этих расстояний по масштабной линейке, производить нанесение окружностей различных диаметров на шасси, например при разметке отверстий под ламповые панели. Циркуль состоит из двух ножек, концы которых с одной стороны соединены шарнирно. Другие концы ножек остро заточены; от заточки концов ножек циркуля зависит точность измерения: чем они острее, тем выше точность измерения. Точность измерения зависит также от исправности шарнирного соединения. Сам циркуль масштабной шкалы не имеет, поэтому размер (расстояние) между какими-либо точками, снятый циркулем, измеряется масштабной шкалой (например, масштабной линейкой). На одной из ножек циркуля жестко прикреплена металлическая дуга с пазом для перемещения винта, находящегося на другой ножке. При помощи этого винта производится фиксирование ножек циркуля в требуемом положе-

нии. На фиг. 4-25,*б* дана другая конструкция циркуля, более удобная при установке на нужный размер.

Чертилка. Чертилка (фиг. 4-26) представляет собой пруток круглого сечения из твердой инструментальной стали диаметром 3—4 *мм* и длиной 100—130 *мм.* Один конец прутка остро затачивается. На другой конец прутка насаживает-



Фиг. 4-25. Циркули двух видов.

ся ручка, изготовленная из латуни, диаметром 5—6 *мм* и длиной 60—70 *мм.* Средняя часть ручки для удобства работы должна иметь насечку (накатку). Чертилка служит для вычерчивания разметочных линий на материале (латуни, алюминии, стали, гетинаксе, текстолите и т. д.) по линейке и угольнику. Кроме того, она может быть использована как шило для прокалывания отверстий в прессшпане при изго-

Фиг. 4-26. Чертилка.

товлении из него различных бирок для разметки проводов при шаблонированном монтаже.

Натяжки и обжимки. Натяжки (фиг. 4-27) и обжимки (фиг. 4-28) — инструмент, применяемый при клепке деталей в процессе сборки аппаратуры. Натяжка служит для уплотнения или прижимания деталей друг к другу и к головке заклепки. Обжимка служит для окончательного оформления (отделки) замыкающей головки. Подробнее о применении этих инструментов упоминается в гл. 6 «Сборка радиоаппаратуры».

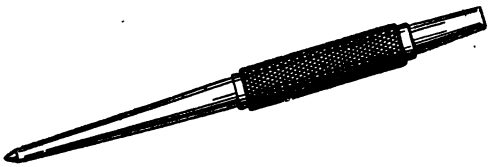
Кернер (*керн*). Кернер (фиг. 4-29) представляет собой круглый стержень, изготовленный из инструментальной стали. Один конец кернера затачивается под углом 45—60°. Средняя часть кернера для удобства удерживания рукой при нанесении меток на материале имеет насечку (накатку). Длина кернера должна быть 80—100 *мм*, а диаметр 7—8 *мм*. Кернер применяется для нанесения меток (керновок)

Фиг. 4-27. Натяжка для заклепок.

Фиг. 4-28. Обжимка для заклепок.

в местах сверловки отверстий, для того чтобы их центры были хорошо видны и сверло не уходило в сторону.

Шабер. Шабер необходим для снятия заусенцев после распиловки больших отверстий, например отверстий под ламповые панели, фишки (разъемы), конденсаторы КБГМ и т. д. на шасси макета. Для этих целей особенно удобен шабер, имеющий трехгранное сечение и три режущие кромки (фиг. 4-30). Такой шабер можно изготовить из старого трехгранного напильника размером 100—130 *мм*, сточив его



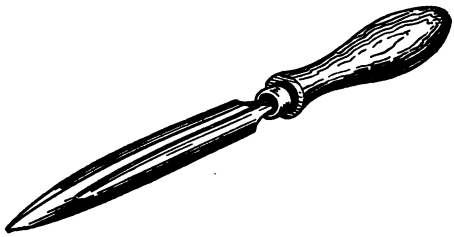
Фиг. 4-29. Кернер.

насечку на шлифовальном круге или точильном камне и сделав острые режущие кромки, не меняя профиля напильника. Для удобства работы на хвост шабера необходимо надеть ручку — деревянную или пластмассовую.

Тиски ручные. Тиски ручные (фиг. 4-31) состоят из двух губок со стойками *а* и *б*, соединенных между собой шарниром *в*. На одной из губок винтом *г* укреплена пружина *д*, при помощи которой губки раздвигаются; в стойках ближе к губкам имеются отверстия, сквозь которые проходит винт *е*, имеющий с одной стороны большую шляпку, а с другой — резьбу, на которую навертывается барашек *ж*. При затягивании барашка губки сходятся, при отвертывании —

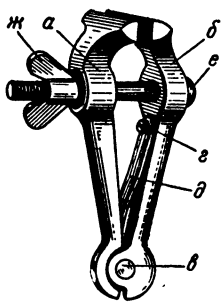
расходятся. Ручные тиски служат для закрепления мелких деталей при сверловке отверстий на сверлильном станке, при обработке мелких деталей напильником и т. д.

Ручные тиски должны иметь длину не более 100 *мм* при ширине губок 40—50 *мм*.

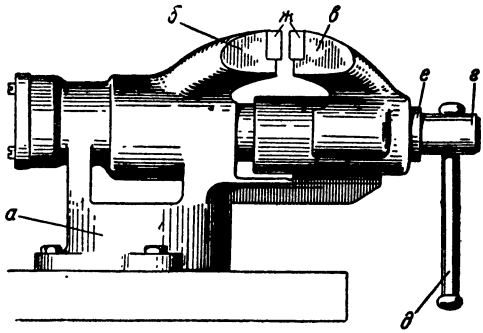


Фиг. 4-30. Шабер.

Тиски слесарные настольные. Слесарные тиски представляют собой приспособление для закрепления в них предметов во время слесарной обработки. Наиболее удобными являются параллельные тиски. В параллельных тисках губки перемещаются, оставаясь параллельными при любом расстоянии между ними.



Фиг. 4-31. Тиски ручные.

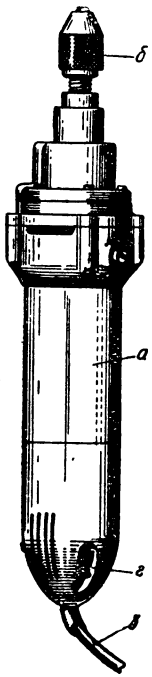


Фиг. 4-32. Тиски слесарные настольные.

Тиски состоят (фиг. 4-32) из основания *а*, неподвижной губки *б*, подвижной губки *в*, стального винта *г* и рукоятки *д*. Винт *г* соединен с подвижной губкой *в* при помощи специальной планки *е* и ввинчивается в нарезку неподвижной губки *б*. На губках *б* и *в* для удлинения срока их служ-

бы укрепляются при помощи винтов сменные и накладные губки *ж*. На накладных губках (на их рабочих сторонах) имеется насечка.

Тиски при помощи болтов, проходящих в отверстия основания, прочно прикрепляются к краю рабочего стола монтажера с правой стороны. При обработке на тисках мягких материалов — алюминия, эбонита и т. п. — на губки следует надевать нагубники из мягкого материала (красной меди, латуни, прессшпана), чтобы не повредить поверхности деталей. Зажимая в тисках ту или иную деталь, следует нажимать на рукоятку *д* только руками, ни в коем случае не ударяя по рукоятке, так как это может привести к порче резьбы в гайке, поломке винта или станины тисков.



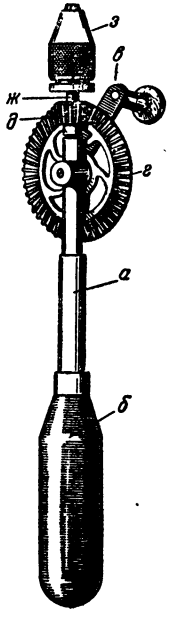
Фиг. 4-33. Электрическая дрель.

Дрель электрическая. Для ускорения и облегчения работ по сверловке отверстий при сборке и монтаже радиоаппаратуры незаменимым инструментом является небольшая переносная электрическая дрель. Обычно патрон такой дрели рассчитан на зажимание сверл до 6—8 *мм*. На фиг. 4-33 показана конструкция такой дрели, работающей от сети напряжением 220 *в* переменного или постоянного тока. Дрель состоит из корпуса *а*, в котором находится небольшой электромотор. Ось ротора мотора при помощи зубчатой передачи соединена с валиком, выходящим наружу из корпуса дрели. На валике укреплен патрон *б* для зажимания сверл. На другой стороне дрели выходит шнур *в*, при помощи которого дрель соединяется с электросетью. На этой же стороне корпуса укреплен выключатель *г* для включения или выключения дрели.

Электродрель применяется в тех случаях, когда изделие нельзя поместить на сверлильный станок или когда необходимо произвести сверление в деталях, не снимая их с изделия. Число оборотов такой дрели достигает 1 000—1 500 в минуту. В дрели периодически необходимо производить смазку подшипников, чистку коллектора мотора и щеток. При работе с электродрелью следует заземлить ее корпус во избежание поражения током работающего, могущего

произойти при пробое изоляции на корпус. Обычно такое заземление производится при помощи третьего штырька на вилке и третьего заземляющего гнезда на штепсельной розетке, соединенного с надежным заземлением.

Если специальный проводник, соединенный с корпусом дрели, для заземления не предусмотрен, следует вплести в шнур питания дрели гибкий и прочный проводник (например, антенный канатик) и присоединить его с одного конца к корпусу дрели, а с другого — к водопроводной трубе, заземляющей шине или другой надежно заземленной точке вблизи штепсельной розетки, в которую включается дрель.



Фиг. 4-34. Ручная дрель.

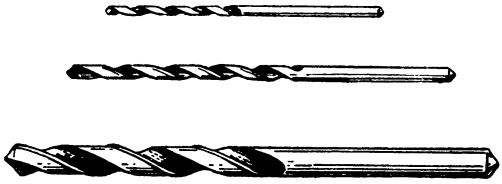
Дрель ручная. Ручная дрель предназначена также для сверловки отверстий. Сверловка отверстий ручной дрелью более продолжительна и утомительна, но за отсутствием электрической дрели ручная дрель также является необходимым инструментом монтажера. На фиг. 4-34 показана конструкция такой дрели. Дрель состоит из стального стержня *а* с неподвижно укрепленной рукояткой *б*. При вращении коленчатой рукоятки *в* движение передается большой конической шестерне *г* и от нее — малой конической шестерне *д*, жестко связанной со шпинделем *ж*, на котором укреплен патрон *з*. Патрон состоит из подпятника, трех кулачков и конической гайки, при помощи которых зажимается сверло.

Ручная дрель применяется не только для сверления отверстий, но и для других целей, например нарезки резьбы метчиком, зенковки и т. д.

Сверла. В набор монтажного инструмента должны входить сверла (фиг. 4-35) для сверловки отверстий под наиболее часто применяемые крепежные винты. При сборке и монтаже употребляются чаще всего винты М-2,6; М-3; М-4; М-5 и М-6. В наборе нужно предусмотреть размеры сверл для сверловки отверстий «под резьбу» и «на проход» (сквозных) под размеры, указанные выше.

Для нарезки хорошей полноценной резьбы необходимо правильно выбрать диаметр отверстия «под резьбу», т. е. диаметр сверла, которым будет сверлиться отверстие. Если диаметр отверстия будет слишком мал, работать будет труд-

но — в процессе работы могут произойти «заедание» метчика, порча резьбы («срыв») и даже поломка метчика. Это особенно нужно помнить при нарезке резьбы в мягких, вязких металлах. Если диаметр отверстия будет велик, резьба получится неполной, в результате чего прочность резьбы



Фиг. 4-35. Сверла.

понизится. При сверловке отверстий «на проход» (сквозных) также нужно правильно выбрать диаметр отверстия. Отверстие для прохода винта того или другого размера должно быть не мало и не велико, т. е. винт должен свободно, без заедания проходить в отверстие, но не «болтаться» в нем. Ниже дается таблица выбора сверл для сверловки отверстий «под резьбу» и «на проход» под винты, наиболее употребляемые при монтаже радиоаппаратуры.

Таблица 4-1

Диаметры сверл „под резьбу" и „на проход"

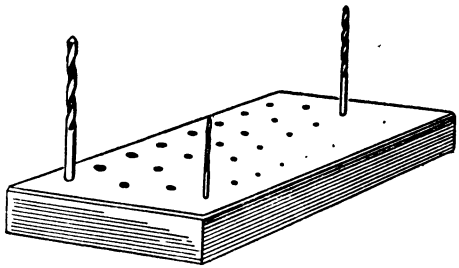
Размер винта, *мм*	Диаметр сверла „под резьбу", *мм*	Диаметр сверла „на проход", *мм*
2	1,6	2,2
2,6	2,2	2,9
3	2,5	3,3
4	3,3	4,4
5	4,2	5,5
6	5	6,5

Сверла больших диаметров следует иметь через каждые 0,5 *мм* до 10 *мм*.

Для того чтобы можно было быстро найти сверла нужного диаметра, можно сделать для сверл стоечку, в которой они могут устанавливаться в порядке возрастания или убывания их диаметров. Удобная стойка для хранения сверл показана на фиг. 4-36. Такая стойка может быть изготовлена из крепкого дерева (например, дуба или клена), эбонита, текстолита и др.

Сверло на ручке. В наборе инструмента полезно иметь очень удобное и простое приспособление для снятия заусенцев у отверстий после сверления. Такое приспособление состоит из сверла с ручкой (фиг. 4-37). Изготовить его мож-

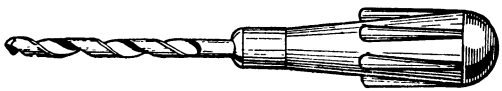
но своими силами. Для этого нужно хвост сверла заточить на наждачном камне на трех- или четырехгранник (такая заточка предохраняет от провертывания сверла в ручке), затем сверло за шейку зажать в тисках, на хвост надеть деревянную или пластмассовую ручку и, постукивая



Фиг. 4-36. Подставка для хранения сверл.

молотком по пятке ручки, насадить ее на хвост сверла. Хорошо иметь два таких сверла с ручками: одно диаметром 4 *мм* и второе 6—6,5 *мм*.

Метчики. Метчиком называется инструмент, предназначенный для нарезания резьбы в отверстиях. Метчик представляет собой винт с несколькими прорезанными продольными прямыми (или винтообразными) канавками, образующими режущие кромки. Метчики изготовляются из инстру-

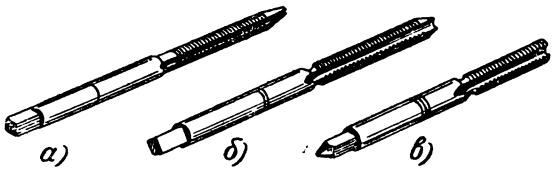


Фиг. 4-37. Сверло на ручке для снятия заусенцев.

ментальной стали и закаливаются. В комплект каждого размера входит по три метчика. Первый, или черновой, метчик применяется для нарезания резьбы начерно. Второй, или средний, метчик проходит резьбу после чернового метчика, углубляя ее. Третий, или чистовой, метчик производит окончательное нарезание и калибровку резьбы. Такой комплект показан на фиг. 4-38. Нарезка тремя метчиками делается для облегчения работы и получения более чистой резьбы. Особенно это важно при нарезке резьбы под винты больших диаметров: М-5 и М-6.

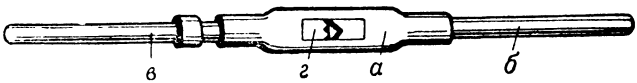
В комплект должны входить метчики для нарезки резьбы под винты М-2; М-2,6; М-3; М-4; М-5 и М-6. Хранить метчики следует в отдельных коробочках или в специальной подставке, показанной на фиг. 4-36.

Удобно сделать для сверл и метчиков одну общую подставку, располагая метчики одного комплекта в трех близко расположенных отверстиях, просверленных в ней.



Фиг. 4-38. Метчики.
а — черновой; *б* — проходной; *в* — чистовой.

Вороток для метчиков. Вороток предназначен для закрепления метчика во время нарезания резьбы. Лучше всего иметь раздвижной вороток, так как он имеет то преимущество перед обыкновенным жестким, что охватывает больший диапазон размеров метчиков. На фиг. 4-39 показан раздвижной вороток, состоящий из рамки *а* и неподвижно закрепленной в ней ручки *б*. Вторая ручка *в* свободно вра-



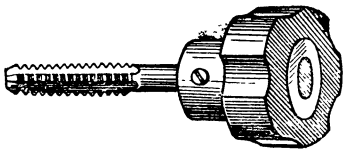
Фиг. 4-39. Вороток для метчиков.

щается в рамке, передвигая вкладыш *г*, при помощи которого и происходит закрепление метчика в воротке.

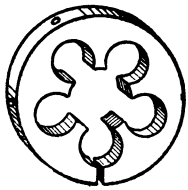
За неимением воротка в случае нарезания отверстий небольшой глубины можно воспользоваться обычной пластмассовой ручкой со стопорным винтом (фиг. 4-40), часто употребляемой в радиопромышленности. Такое несложное приспособление часто значительно удобнее воротка, изображенного на фиг. 4-39, вследствие большей компактности.

Плашки (*лерки*). Плашки фиг. 4-41 применяются для нарезания наружной резьбы на стержнях. Плашка представляет собой цельное или разрезное (пружинящее) кольцо, изготовленное из инструментальной стали, с винтовой

нарезкой во внутренней полости наподобие гайки. В наборе следует иметь плашки следующих размеров: М-2; М-2,6; М-3; М-4; М-5 и М-6. Желательно иметь плашки разрезные, так как они дают возможность изменять в небольших пределах размер резьбы при разжимании винтом корпуса

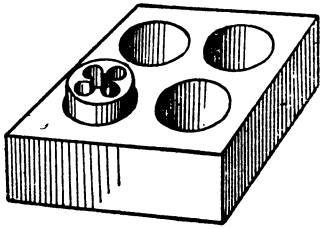


Фиг. 4-40. Метчик, закрепленный в пластмассовой ручке.



Фиг. 4-41. Плашка круглая разрезная.

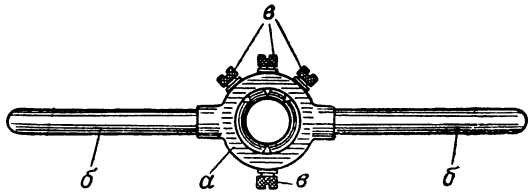
плашки. Нарезка резьбы производится навинчиванием плашки на деталь (стержень) при помощи воротка, вручную или на токарном станке. Для получения резьбы лучшего качества необходимо правильно выбрать диаметр стержня. Хорошая резьба получается, если диаметр стержня на 0,3—0,4 *мм* меньше наружного диаметра резьбы. Если диаметр стержня больше требуемого, плашка не будет навинчиваться на стержень, а применение силы приведет к порче стержня или срыву резьбы у плашки. Если же диаметр стержня меньше нормального, то резьба получится неполная. После нарезания резьбы плашку следует из воротка вынуть, освободить от стружек, протереть тряпкой, смоченной минеральным маслом, и убрать в коробочку, предназначенную для их хранения, или специальную колодочку. На фиг. 4-42 показана удобная колодка для хранения набора плашек.



Фиг. 4-42. Колодка для хранения плашек.

Вороток для плашек (*лерок*). Вороток (фиг. 4-43) служит для закрепления плашки во время нарезания резьбы на стержне. Как видно из фиг. 4-43, вороток представляет собой кольцо *а* с двумя ручками *б*. На двух противоположных сторонах кольца имеется пять винтов *в*, на одной стороне три винта и на другой два. Винты служат для закрепления в воротке и для регулировки сжатия плашки. При поворачивании вправо винта *в* (*среднего*) внутренний диа-

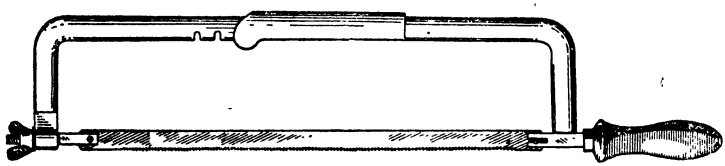
метр плашки увеличивается, соответственно будет больше и наружный диаметр нарезаемой резьбы. Для уменьшения наружного диаметра резьбы плашку следует зажимать двумя винтами, расположенными по обе стороны от прорези. При этом внутренний диаметр резьбового отверстия в плашке уменьшится, что приведет к уменьшению наружного диаметра резьбы нарезаемого стержня. В наборе инструмента



Фиг. 4-43. Вороток для плашек.

необходимо иметь два воротка: один вороток для плашек размером от М-2 до М-3, другой — для плашек размером от М-4 до М-6.

Ножовка. Ножовка (фиг. 4-44) состоит из станка с укрепленным на нем ножовочным полотном. Ножовочное полотно представляет собой длинную тонкую стальную пластинку, на одном из ребер которой по всей длине нарезаются зубья. Зубья разводятся в разные стороны для уменьше-



Фиг. 4-44. Ножовка.

ния трения их боковых граней об обрабатываемую поверхность и устранения заедания полотна в распиле. На концах ножовочного полотна имеются отверстия для закрепления его в станке. Станок имеет два штифта, которые входят в отверстия на концах ножовочного полотна. Ножовочное полотно натягивается при помощи натяжной гайки (барашка). Станки бывают постоянной длины для полотен одного размера или раздвижные, позволяющие закреплять в них ножовочные полотна различных размеров.

Ножовка необходима для резки листового и круглого материала — латуни, алюминия, железа, гетинакса, текстолита и др.— при изготовлении различных макетов, каркасов, шасси и т. п.

Кроме описанной большой ножовки с толстым полотном, следует иметь еще одну ножовку с полотном 0,5—0,7 *мм*. Эта ножовка называется шлицовочной или просто шлицовкой (фиг. 4-45). Такая ножовка часто применяется для пропиливания шлицев на головках мелких винтов, прорезания узких щелей в экранах, перегородках и т. п. Шлицовку нетрудно изготовить самому из куска тонкой стальной ленты, применяемой для изготовления пружин. Для этого кусок ленты длиной 150—180 *мм* и шириной 20—25 *мм* зажимается в тиски и с помощью маленького, хорошо закаленного и заточенного зубила на одном из ребер делаются частые зарубки, которые образуют режущую кромку. После этого полотно закрепляется в металлическом держателе, на заостренный конец которого насаживается деревянная или пластмассовая ручка.

Фиг. 4-45. Шлицовка.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

5-1. КОНСТРУКЦИЯ СТОЛА МОНТАЖЕРА-УНИВЕРСАЛА

Организация рабочего места монтажера имеет важное значение. Работа монтажера отличается рядом особенностей, поэтому рабочее место монтажера должно быть так организовано, чтобы были обеспечены все условия для производительной и качественной работы. Основными требованиями, которые предъявляются к рабочему месту монтажера, являются:

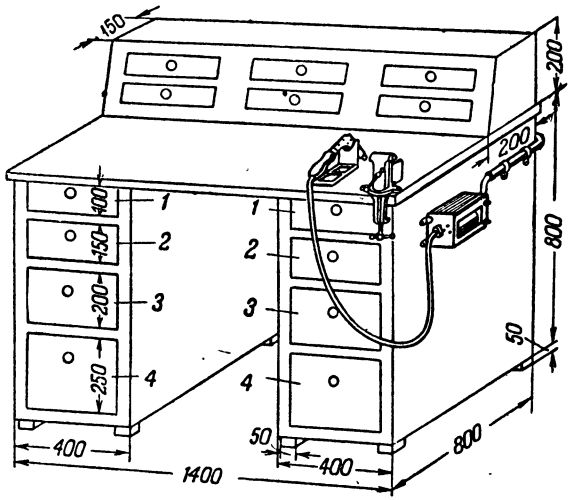
1) соответствующие конструкция и размер стола;
2) размещение инструмента как в столе, так и на нем;
3) освещение рабочего места.

Стол монтажера должен быть устроен так, чтобы инструмент был правильно размещен и было обеспечено удобство работы. Этим вместе с правильными приемами работы достигается высокая производительность труда.

Ни в коем случае не допускается хранение в одном ящике измерительного, монтажного, сборочного и слесарного

инструмента. Такое хранение инструмента, — как говорят, «внавал»,— ведет к его порче (особенно это касается измерительного инструмента), затрудняет нахождение нужного инструмента во время работы, создает неопрятный вид рабочего места и снижает производительность труда.

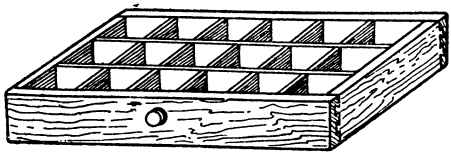
Инструмент должен быть разложен по ящикам стола в строгом порядке, по группам его применения. Например, для каждой группы инструмента—измерительного, монтажного, сборочного и слесарного — должен быть свой ящик.



Фиг. 5-1. Конструкция стола монтажера-универсала.

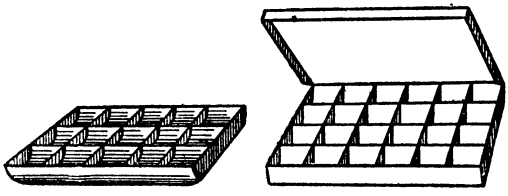
Укладка инструмента в ящике должна быть также продумана. Наилучшим способом хранения инструмента в ящиках стола является укладка каждого инструмента в изготовленное для него гнездо, наподобие того как это делается в готовальне. При такой системе укладки инструмента в ящиках стола обеспечиваются его сохранность, а также быстрое нахождение нужного инструмента; кроме того, это приучает монтажера к порядку и создает опрятный вид рабочего места. На фиг. 5-1 приводится конструкция стола с указанием его основных размеров, которая может быть рекомендована и отвечает требованиям удобства работы, правильного размещения инструмента и высокой производительности труда. Стол изготовляется из дерева и окрашивается не очень темной краской. Он состоит из крышки и двух тумбочек, в которых имеется по четыре ящика. На крышке стола

устанавливается невысокий удлиненный шкафчик с ящиками, разделенными на более мелкие отделения,— так называемая «касса», наподобие типографской, для деталей различного назначения. На фиг. 5-2 приводится конструкция такой «кассы». Полезным дополнением к рабочему столу



Фиг. 5-2. Конструкция „кассы" шкафчика.

монтажера, не оборудованному вышеуказанным шкафчиком, являются настольные «кассы» (фиг. 5-3). «Касса» (фиг. 5-3,*а*) изготовляется из листовой стали и применяется для хранения крепежа: гаек, винтов, шайб, заклепок и других более крупных деталей. «Касса» (фиг. 5-3,*б*) может быть изготовлена из фанеры или прессшпана. В ней рекомендуется хранить более мелкие и легкие детали.



а) *б)*

Фиг. 5-3. Конструкции настольных „касс".

а —„касса" из листовой стали для хранения крепежа и более крупных деталей; *б* — „касса" из фанеры или прессшпана для хранения мелких и легких деталей.

В ящиках с правой стороны размещается наиболее часто применяемый инструмент, который должен быть, как говорится, всегда «под рукой».

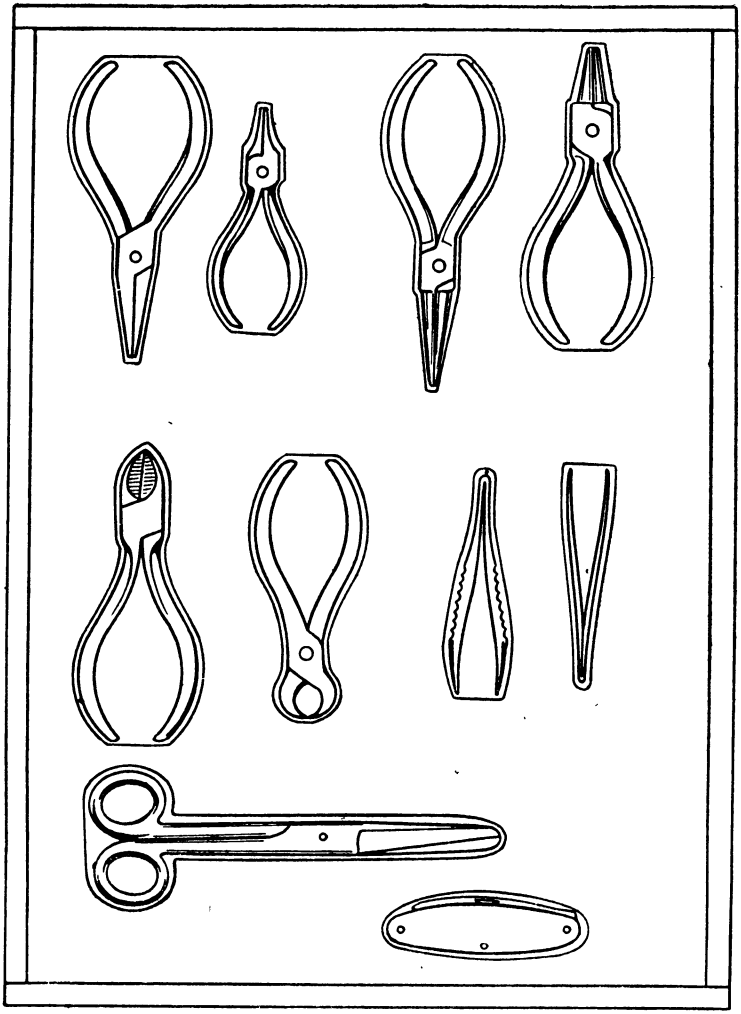
В ящике № 1 размещается монтажный инструмент.

В ящике № 2 размещается сборочный инструмент.

В ящике № 3 размещается слесарный инструмент.

В ящике № 4 размещается приспособление для обжига проводов, ванночка для залуживания и т. п.

В ящике № 1 с левой стороны размещается измерительный инструмент.



Фиг. 5-4. Примерная укладка инструмента в ящике стола.

Ящик № 2 служит для размещения схем, чертежей, нормалей, справочников и т. д.

Ящики № 3 и 4 предназначаются для хранения монтажного материала.

На фиг. 5-4 показана примерная укладка инструмента в ящике стола. Укладка измерительного инструмента не по-

казана, так как этот инструмент обычно выдается монтажеру из инструментальной кладовой в специальных футлярах или укладочных ящиках, поэтому специальных гнезд в ящике для укладки измерительного инструмента не требуется. Если из инструментальной кладовой выдан измерительный инструмент без специальной укладки (что бывает очень редко), то рекомендуется применять тот же принцип укладки, который был рекомендован для прочего инструмента.

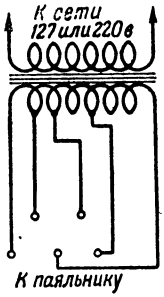
На столе с правой стороны устанавливаются тиски. Размер губок тисков должен быть около 60 *мм*. На этих тисках предполагается выполнять мелкие слесарные работы, встречающиеся при сборке и монтаже радиоаппаратуры, например: распиловка отверстия лепестка, изготовление скобочки для крепления конденсатора, заправка паяльника, вытягивание одножильного монтажного провода и другие работы. Вблизи тисков устанавливается паяльник на подставке. Штепсельная розетка для включения паяльника привертывается сверху на правой стороне стола.

В настоящее время для монтажных работ применяются преимущественно электрические паяльники различных видов. Более подробные сведения о паяльниках приводятся в гл. 4. Здесь необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что требованиями техники безопасности на всех предприятиях предписывается применять паяльники, питаемые только от сети напряжением не выше 36 *в*. В монтажно-сборочных цехах вдоль сборочной линейки прокладывается линия для питания паяльников от специального понижающего трансформатора. В лабораториях для этой цели применяются обычно так называемые «котельные» трансформаторы. Особые требования следует предъявлять к конструкции такого трансформатора в смысле надежности изоляции между обмотками. Применять автотрансформаторы вместо трансформаторов для питания паяльников недопустимо.

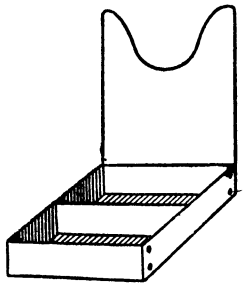
Напряжение питающей сети на предприятиях обычно колеблется в довольно широких пределах в течение суток. При таких колебаниях напряжения паяльник будет нагреваться до различных температур, что вызовет его перегрев либо недогрев. Для поддержания соответствующей температуры паяльников обычно применяют секционирование вторичной обмотки трансформатора. При этом для включения паяльника на рабочем месте устанавливается колодка с несколькими штепсельными гнездами, к которым подводится

напряжение от различных отводов обмотки трансформатора, как показано на фиг. 5-5. При питании паяльника от индивидуального трансформатора, рассчитанного на одно рабочее место, на столе монтажера устанавливается трансформатор. Если для нескольких рабочих мест применяется общий трансформатор, то на рабочем месте устанавливается колодка, описанная выше. При установке трансформатора или колодки надо обратить внимание на то, чтобы шнур паяльника располагался вне стола и его передвижению ничто не мешало.

Подставка для паяльника (фиг. 5-6) изготовляется вместе с коробочкой, разделенной на две части: для канифоли и припоя. Рекомендуется на дно коробочки положить пресшпан или плотную бумагу, которые при загрязнении канифоли вместе с ней выбрасываются, при этом дно коробочки всегда остается чистым. Таким образом, в коробочке всегда будет чистая канифоль, так как ее легко сменить, не затрудняя себя чисткой коробочки от загрязненной канифоли при каждой ее замене. Канифоль должна всегда поддерживаться в чистоте — это требуется для качественной пайки.



Фиг. 5-5. Простейшая схема регулировки напряжения для паяльника.



Фиг. 5-6. Подставка для паяльника.

Размер куска канифоли, положенного в коробочку, не должен превышать примерно 4—5 $см^3$, что дает возможность полностью использовать канифоль, а поэтому и менять ее чаще. Припой также следует класть в коробочку в небольшом количестве, так как большой кусок припоя долго расходуется, загрязняется нагаром и окалиной стержня паяльника и требует для своего расплавления больше времени. Загрязненный припой необходимо собирать в одно место и в дальнейшем переплавлять.

Многие предприятия применяют так называемый трубчатый припой. Применение трубчатого припоя следует рекомендовать по ряду соображений. В гл. 8 приводятся дополнительные сведения о трубчатом припое.

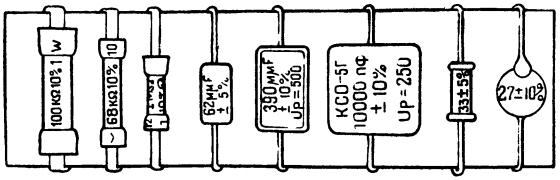
5-2. РАЗМЕЩЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА И ДЕТАЛЕЙ

Монтажер должен следить за тем, чтобы его рабочее место не было загромождено ненужным инструментом. Например, если монтажер монтирует прибор, в котором все детали установлены и предусмотрены все отверстия для прохода проводов, то он не должен иметь на своем рабочем месте ничего, кроме монтажного инструмента, т. е. кусачек, плоскогубцев, одного или двух пинцетов и паяльника.

Инструмент должен быть расположен с правой стороны, кроме пинцета, располагаемого слева от монтируемого прибора. Пинцетом в левой руке при пайке поддерживается припаиваемый провод. В случае, если монтажеру приходится производить одновременно монтаж и частичную сборку прибора, к монтажному инструменту прибавляется сборочный: торцевые ключи и отвертки нужных размеров, дрель ручная, сверла, надфили и др.

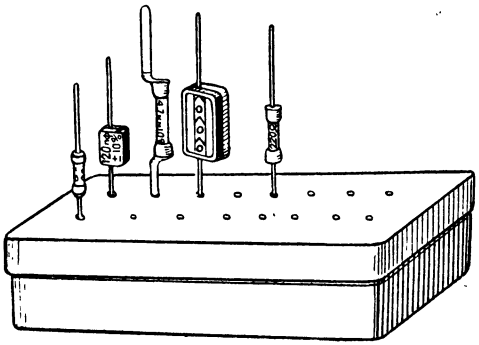
Ни в коем случае нельзя допускать перемешивания монтажных деталей, винтов и гаек с инструментом. Такое перемешивание создает на рабочем месте беспорядок, а также затрудняет отыскание нужного инструмента и крепежных деталей. Подобная неорганизованность на рабочем месте понижает производительность труда и качество работы. Для того чтобы на рабочем месте был должный порядок, необходимо перед началом работы приготовить нужный для данной работы инструмент, а монтажные детали разложить по отдельным коробочкам или отделениям «кассы». Устройство «кассы» показано на фиг. 5-3. При отсутствии «кассы» удобно размещать сопротивления и конденсаторы небольших размеров на прессшпановых или картонных полосках длиной 150—200 *мм*. Ширина полоски берется по длине одноваттного сопротивления типа ВС-1,0. На полосках этой ширины располагаются сопротивления мощностью до 1 *вт* и конденсаторы до размера КСО-5. Конденсаторы и сопротивления располагают маркировкой вверх, чтобы они огибали полоску своими выводами (фиг. 5-7); можно рекомендовать размещение их в вертикальном положении, как показано на фиг. 5-8. Для этого можно использовать небольшую картонную коробку. В крышке коробки прокалываются отверстия по диаметру или ширине вывода сопротивления.

После этого коробочка наполняется сухим мелким песком для обеспечения устойчивости вставленных сопротивлений. Крышку к стенкам коробочки необходимо приклеить, чтобы при неосторожном обращении из нее не высыпался песок. Таким же способом можно размещать конденсаторы КСО.



Фиг. 5-7. Хранение мелких деталей на картонной полоске.

Указанный способ размещения сопротивлений и конденсаторов удобен для деталей с круглыми или плоскими выводами и может быть использован для деталей, подготовленных к монтажу, т. е. после выпрямления и лужения выводов. Такая комплектовка деталей монтажа обеспечивает быстрое нахождение во время монтажа нужного сопротивления



Фиг. 5-8. Хранение мелких деталей в вертикальном положении.

или конденсатора. Затрата времени на комплектовку монтажных деталей сравнительно невелика и окупается во время монтажа.

При производстве монтажных работ применяются, кроме основных материалов — проводниковых и изоляционных,— также вспомогательные материалы. К таким материалам относятся растворитель (бутил-ацетат) для промывки паек, прозрачный цветной лак для закраски паек после контроля,

эмалевая краска для закраски гаек и винтов во избежание их самооткручивания при тряске. Часто применяются также различные клеи: целлулоидный и марки БФ различных видов. Во многих случаях, особенно при шаблонированном монтаже, применяется жидкая канифоль, т. е. раствор канифоли в спирте.

Все упомянутые материалы, из которых многие огнеопасны, следует хранить в небольших количествах в стеклянных пузырьках с широкими горлышками, закрываемыми резиновыми пробками. Все пузырьки желательно поместить в общую металлическую коробку, закрываемую плотно пригнанной крышкой.

В хозяйстве монтажера необходимо иметь мягкую подстилку — фланелевую или суконную, которая подкладывается под монтируемый прибор с целью предохранения его крашеных поверхностей от повреждения во время монтажа.

Ежедневно, после окончания рабочего дня, монтажер обязан убрать свое рабочее место. При этом монтажный материал и инструмент должны быть разложены по местам в ящиках. Сопротивления, конденсаторы и крепежные материалы, не замонтированные в прибор, укладываются в соответствующие отделения «кассы». Подстилку следует вынуть из-под прибора, встряхнуть, освободив ее от обрезков провода и других ненужных предметов, и накрыть ею прибор. Если канифоль загрязнилась, надо ее заменить. В случае необходимости нужно очистить и заправить паяльник. Ежедневная уборка рабочего места, занимая не более 10 мин., избавляет монтажера от затраты времени в начале рабочего дня и повышает производительность труда. Все сказанное об оборудовании рабочего места относится к монтажерам, монтирующим макеты, а также лабораторные и производственные образцы или работающим в макетной мастерской, опытном цехе или лаборатории, где работа монтажера часто сочетается со сборкой аппаратуры и ее ремонтом.

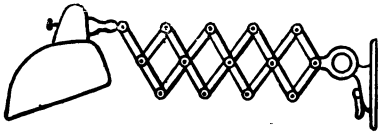
Оборудование рабочего места монтажера, работающего в цехе крупносерийного выпуска аппаратуры на операционном монтаже, значительно проще по сравнению с описанным оборудованием рабочего места. Оборудование рабочего места на производственной линии определяется технологией производства, и монтажеру обычно предоставляется готовое оборудованное рабочее место с небольшим количеством инструмента, нужного для выполнения определенной операции.

5-3. ОСВЕЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

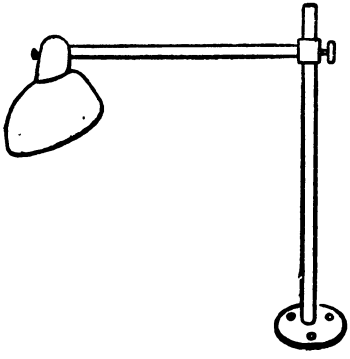
Стол монтажера должен быть хорошо освещен дневным светом, поэтому его желательно поставить вблизи окна.

При искусственном освещении рабочего места следует применять лампочку мощностью не более 40—60 *вт*. Лампа указанной мощности дает вполне достаточную освещенность рабочего места при расположении на 0,5—0,75 *м* от освещаемой плоскости. Свет от лампы должен падать на освещаемую поверхность равномерно, создавая возможно меньше теней, затрудняющих кропотливый труд по монтажу аппарата.

Особенно важным условием правильного освещения рабочего места является отсутствие блескости. Блескостью



Фиг. 5-9. Арматура для освещения рабочего места.



Фиг. 5-10. Упрощенная конструкция арматуры для освещения рабочего места.

называют ослепляющее действие на глаз источника света (в данном случае — лампочки), вызванное его чрезмерной яркостью. Расположение источника света и осветительной арматуры должно быть выбрано так, чтобы глаз был полностью защищен от непосредственного воздействия лампочки. Блескость вызывает ослепление глаз, их утомление и крайне затрудняет работу. Поэтому следует применять осветительную арматуру такой конструкции, которая обеспечивает как равномерность освещения, так и отсутствие блескости. Удобная арматура для освещения рабочего места приведена на фиг. 5-9. Конструкция этой арматуры позволяет в нужном направлении и на нужной высоте устанавливать отражатель с лампочкой над рабочим местом. Такая арматура имеет довольно сложную конструкцию, ее не всегда можно достать или изготовить.

На фиг. 5-10 приводится упрощенная конструкция, которую монтажер может изготовить самостоятельно. Отра-

жатель должен быть достаточной глубины, для того чтобы лампочка в нем утопала целиком. Внутренняя поверхность отражателя должна быть покрыта белой эмалью или алюминиевой краской для обеспечения равномерного отражения света. Такие отражатели изготовляются промышленностью и называются отражателями типа Альфа.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

СБОРКА РАДИОАППАРАТУРЫ

6-1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СБОРКЕ АППАРАТУРЫ

Сборкой в производстве радиоаппаратуры называется механическое соединение отдельных деталей в узлы, а узлов — в прибор или его отдельную часть.

Сборочные работы, как правило, предшествуют монтажным и по своей трудоемкости занимают значительную часть всего объема работ по выпуску радиоаппаратуры. Если аппаратура предназначается для работы на очень высоких частотах, трудоемкость сборочных работ увеличивается.

Деталями вообще называются части того или иного вида, не состоящие в механическом соединении с другими частями. В радиопромышленности это наименование не всегда точно соблюдается. Например, деталями называют сопротивления типа ВС или МЛТ, хотя они, как известно, состоят из нескольких частей.

Узлами или комбинациями принято называть части аппарата, состоящие из нескольких деталей, механически соединенных между собой, например: опорные точки, монтажные планки, ламповые панели, односекционные конденсаторы переменной емкости, трансформаторы, контурные катушки и т. д.

Узлы или комбинации иногда называют *агрегатами*. К агрегатам относятся многосекционные конденсаторы переменной емкости, переключатели барабанного и карусельного типа и другие узлы, состоящие из однородных составных частей, объединенные общей осью управления.

Блоком называют конструктивное объединение в одном кожухе или на одном шасси нескольких узлов, выполняющее определенное назначение, например: блок питания, блок сигнализации и т. д. Блоками также называют самостоятельные конструктивно законченные части прибора. Например, приемопередающая радиостанция может состоять из трех блоков: приемника, передатчика и блока питания.

Приведенные выше названия даны для ознакомления читателя с существующими в радиопромышленности обозначениями отдельных частей радиоаппаратуры. В дальнейшем для краткости изложения устройства, состоящие из нескольких составных частей, будут обозначаться общим наименованием «узел».

На производственной линии последовательность сборочных операций определяется специально разработанной технологией на каждый тип выпускаемой продукции, поэтому рабочему сборщику нет надобности самому решать вопрос последовательности сборки прибора. В более сложных условиях приходится работать монтажеру-универсалу, занятому на работах по монтажу и сборке лабораторных и опытных образцов в лаборатории или макетной мастерской.

Сложность работы монтажера-универсала по сравнению с работой сборщика или монтажера в цехе на сборочной или монтажной линиях с четко разработанной пооперационной технологией сборки или монтажа объясняется тем, что в лаборатории или макетной мастерской обычно производятся сборка и монтаж единичных экземпляров — образцов. Эти образцы во время электрической регулировки очень часто подвергаются конструктивному изменению, и составление технологического процесса сборки на аппаратуру, находящуюся в стадии разработки, нецелесообразно.

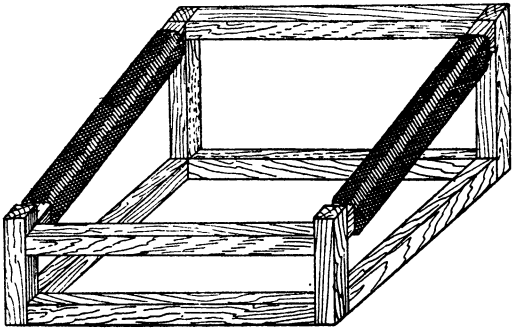
Монтажеру-универсалу приходится самостоятельно решать вопрос последовательности сборки и монтажа в процессе сборочно-монтажных работ.

У большинства видов радиоаппаратуры шасси и передняя панель являются основными деталями, на которых и производятся установка и сборка остальных деталей и узлов. Радиоаппаратуру по характеру размещения деталей и узлов на шасси можно подразделить в основном на два вида, а именно: на одноярусную и двухъярусную конструкцию.

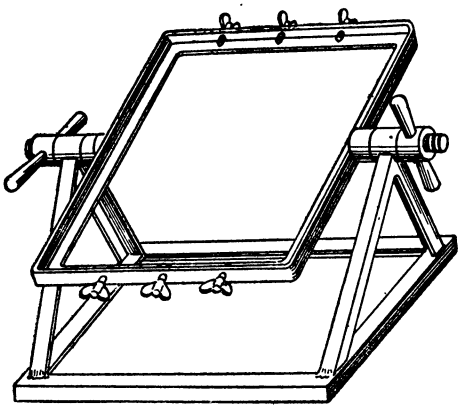
Одноярусной называется такая конструкция прибора, в которой детали и узлы расположены на боковых стенках и горизонтальной плоскости шасси таким образом, что они не закрывают друг друга и к ним имеется свободный доступ для монтажа.

Двухъярусной называется такая конструкция прибора, в которой детали и узлы размещены на горизонтальной плоскости и на боковых вертикальных стенках, а также на угольниках, скобах и экранах. При таком расположении деталей и узлов последние могут частично или полностью

закрывать собой детали, ранее установленные на монтажных плоскостях прибора. В соответствии с тем, какой вид конструкции прибора применяется, вопрос последовательности сборки решается в каждом индивидуальном случае. Сборку радиоаппаратуры следует начинать с наиболее



а)



б)

Фиг. 6-1. Подставки для сборки и монтажа.
а—простая; б—поворотная.

мелких, легких деталей и узлов, размещаемых в подвале шасси, постепенно переходя к более крупным и тяжелым узлам.

Такая последовательность почти исключает возможность повреждения узлов и деталей и облегчает работу по сборке прибора. Например, если начать сборку с установки на внешней горизонтальной плоскости шасси таких узлов, как

контурные катушки, агрегат переменных конденсаторов, реле, силовой трансформатор и др., а после этого устанавливать более мелкие детали в подвале шасси, то окажется, что для удобства сборки шасси придется перевернуть. В перевернутом положении шасси будет опираться на установленные ранее узлы, что, конечно, недопустимо, так как они могут быть повреждены.

Чтобы избежать повреждения установленных на шасси узлов во время сборки, а также для ускорения сборки применяются специальные подставки. На фиг. 6-1,*а* показана конструкция простейшей подставки.

На фиг. 6-1,*б* показана подставка, позволяющая во время сборки и монтажа поворачивать шасси в желаемое положение. Такое приспособление может быть установлено на тележке, передвигаемой вдоль сборочной линии в процессе монтажа шасси.

6-2. СПОСОБЫ КРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ

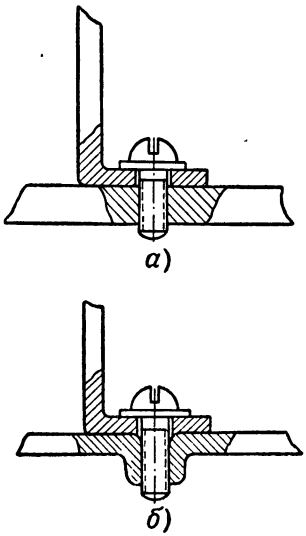
Самым распространенным способом крепления деталей является привертывание их винтами, он доступен даже малоквалифицированным работникам.

Винтами можно закрепить деталь, ввертывая их в резьбу, нарезанную в шасси или панели (фиг. 6-2) или затягивая винт при помощи гайки (фиг. 6-3).

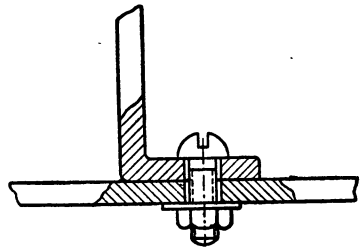
Первый способ при сборке удобнее тем, что сборщику не приходится поддерживать гайку, руки его свободнее. Применяемость каждого из этих способов крепления зависит от конструкции прибора и технологических соображений, и хотя первый способ удобнее для сборщика, второй применяется чаще. Это объясняется тем, что нарезка резьбы непосредственно в шасси или панели является трудоемкой операцией, а изготовление гаек обходится дешевле. Шайбы, подкладываемые под головку винта или под гайку при сборке, бывают двух видов: плоские и пружинные. Первые служат для облегчения вращения винта или гайки при их затяжке и для предохранения от их врезания в более мягкий материал. Пружинные шайбы применяются в случаях крепления деталей, подверженных тряске и вибрации.

Как видно из фиг. 6-4, пружинная шайба при затяжке врезается в материал панели, препятствуя самоотвертыванию гаек и винтов. Наиболее распространенные типы винтов имеют полукруглую, плоскую («потайную») или цилиндрическую головки (фиг. 6-5). Иногда применяются специальные винты, служащие чаще всего для крепления

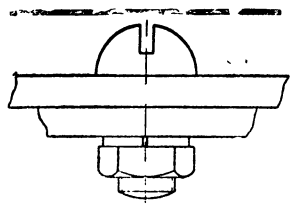
деталей на передней панели и отличающиеся обычно более тщательной отделкой. Кроме обычных крепежных винтов, применяются стопорные винты, служащие для закрепления ручек, зубчатых колес и других деталей (фиг. 6-6). Наиболее ходовые винты, применяемые при сборке радиоаппаратуры, имеют диаметр от 2 до 10 *мм* и обозначаются М2; М2,6; М3 и т. д. Кроме винтов с нормальной резьбой иногда применяются винты с мелкой резьбой, обозначаемые 1М, 2М, 3М, что означает «1-я мелкая», «2-я мелкая» и т. д. Гайки,



Фиг. 6-2. Резьба в передней панели или шасси.
а —обычная; *б*— с „вытяжкой".



Фиг 6-3 Крепление при помощи винта и гайки.



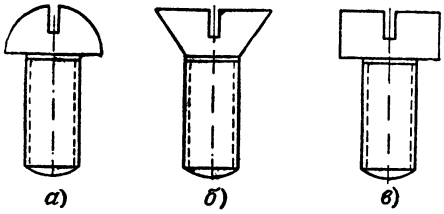
Фиг. 6-4. Крепление с пружинной шайбой.

применяющиеся при сборке, имеют обычно шестигранную форму и обозначаются так же, как и винты. В некоторых случаях применяются специальные, фасонные гайки (фиг. 6-7), например для крепления выключателей и переключателей типа «Тумблер».

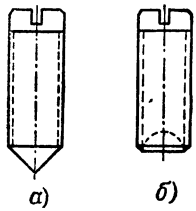
Одним из самых прочных видов соединения деталей между собой является клепка. Так как это соединение неразъемное, то его применяют для соединения и закрепления только тех деталей, которые не подвержены износу или порче и не нуждаются в замене. К этим деталям относятся всевозможные угольники, планки, косынки, скобы и кронштейны, служащие для увеличения прочности шасси, каркаса

или же сами являющиеся опорой для установки на них других деталей. При помощи клепки соединяются также швы шасси, кожухов, экранов, скрепляются шасси с передней панелью и т. д.

Заклепка (фиг. 6-8) состоит из цилиндрического стержня, имеющего на одном конце головку, обычно называемую закладной. Головка, получаемая при расклепывании ци-



Фиг. 6-5. Винты различного вида.
а—с полукруглой; *б*—с потайной; *в*—с цилиндрической головкой.



Фиг. 6-6. Стопорные винты.
а—с заостренным концом; *б*—с лункой на конце.

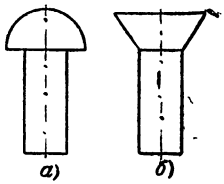
линдрического конца, называется замыкающей. В зависимости от формы головки заклепки делятся на несколько видов. При сборке радиоаппаратуры применяются, в основном, заклепки с полукруглой головкой и с потайной головкой. Вид клепки — холодный, т. е. заклепка при расклепывании, или, как говорят, «высадке», замыкающей головки не разогревается. Заклепки бывают стальные, латунные, красномедные и алюминиевые. Диаметр цилиндрической части заклепок, применяемых в радиоаппаратуре, от 1 до 8 *мм*.

Фиг. 6-7. Фасонные гайки.

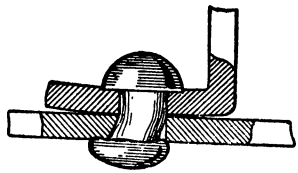
Выбор материала заклепок зависит от степени прочности соединения и от материала соединяемых деталей. Как правило, заклепка должна быть мягче приклепываемых деталей. Нельзя, например, клепать алюминиевые детали или швы стальными заклепками. Твердая стальная заклепка деформирует отверстие соединяемых деталей, отчего сама заклепка приобретает неправильную форму и соединение получается непрочным (фиг. 6-9).

Так как клепка происходит в холодном виде, то заклепки должны быть предварительно отожжены для приобретения пластичности и вязкости. Температура отжига должна соответствовать материалу заклепки.

Если заклепки предварительно не проходили отжига, то после расклепывания может произойти отскакивание головки вследствие чрезмерных внутренних напряжений. Выбор формы головки заклепки зависит от того, где будет находиться заклепка. Если приклепывается шасси или угольники к передней панели, то та сторона заклепки, которая выходит на переднюю панель, заклепывается «впотай». Так клепаются заклепки на поверхности, которая по каким-либо соображениям должна быть гладкой. В большинстве случаев головку заклепки делают полукруглой. Процесс клепки происходит следующим образом: предположим, что нужно приклепать угольник к шасси заклепками с полукруглой головкой. Для этого необходимо иметь две оправки с лун-



Фиг. 6-8. Виды заклепок.
а—с полукруглой головкой; *б*—с потайной головкой.



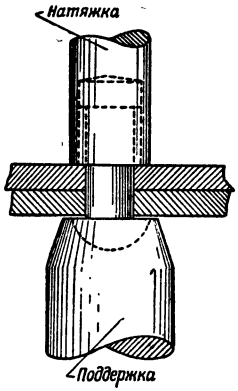
Фиг. 6-9. Мягкие (алюминиевые) детали, склепанные твердой (стальной) заклепкой.

ками, соответствующими размеру головок заклепок, и натяжку с внутренним отверстием, соответствующим цилиндрической части заклепки. Одна из оправок служит опорой, или, как говорят, «поддержкой», ее зажимают в тиски или вставляют в отверстие массивной стальной плиты.

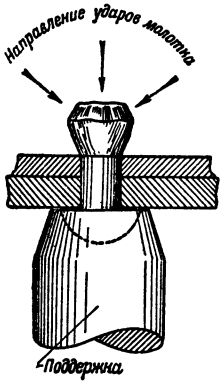
Необходимо заметить, что в соединяемых деталях отверстия под заклепки делаются обычно заранее. Вставив заклепку в отверстия соединяемых деталей, опирают закладную головку на поддержку, при этом, если замыкающая головка заклепки будет полукруглой, то длина выступающей цилиндрической части заклепки должна быть равной 1,25—1,5 диаметра; если замыкающая головка будет потайная, то выступающая часть стержня должна быть равной 0,8—1,2 его диаметра. При помощи инструмента, называемого натяжкой, уплотняют шов соединения (фиг. 6-10), для чего, держа натяжку в левой руке, надевают ее на выступающий стержень заклепки и легкими ударами молотка, находящегося в правой руке, уплотняют или «натягивают» шов. После уплотнения шва выступающий стержень заклепки осаживают легкими ударами молотка, стремясь придать ему форму, показанную на фиг. 6-11. При этом удары желательно

наносить не только прямо по торцу стержня, но и с некоторым наклоном, закругляя торцевую часть стержня. При этом цилиндрическая часть заклепки, проходящая через отверстия в соединяемых деталях, несколько раздается и плотно прилегает к стенкам отверстий. Окончательную форму замыкающей головке заклепки придают оправкой, которую держат в левой руке, нанося по ней удары молотком.

Если закладная головка заклепки потайная, то торец поддержки вместо лунки должен иметь плоскую, ровную



Фиг. 6-10. Уплотнение заклепочного шва при помощи натяжки.

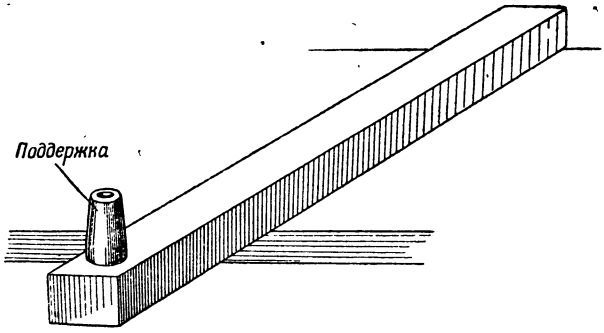


Фиг. 6-11. Осаживание головки заклепки.

поверхность, или же, если позволяет поверхность склепываемых деталей, вместо поддержки применяют ровную, массивную стальную плиту или стальной брус.

Стальной массивный брус с вставленной в него оправкой — поддержкой, применяется также при клепке швов, кожухов, экранов и подобных узлов (фиг. 6-12). В случае невозможности подхода к замыкающей головке прямой оправкой применяют специально изогнутые оправки (фиг. 6-13). Если соединяющий шов имеет много заклепок, то лучше всего клепать не подряд, а через два-три отверстия. Если во время клепки окажется, что некоторые отверстия в склепываемых деталях не совпадают, то их исправляют при помощи развертки или сверла.

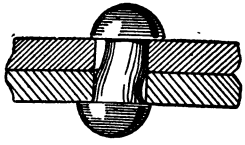
Сборщику, производящему клепку, нужно помнить следующее важное правило: чем плотнее входят заклепки в отверстия соединяемых деталей, тем легче будет сделать правильную замыкающую головку и тем прочнее будет



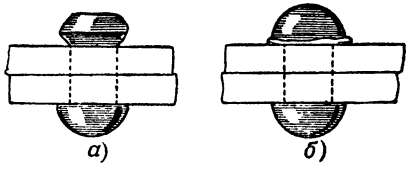
Фиг. 6-12. Стальной брус с поддержкой.

Фиг. 6-13. Изогнутая оправка.

соединение. Наоборот, при слишком свободных отверстиях стержни заклепок искривляются, не заполняют отверстий в склепываемых деталях, а замыкающая головка смещается и получает неправильную форму, прочность соединения при этом нарушается (фиг. 6-14). На прочность соединения также влияет плотность шва. При клепке окрашенных или покрытых антикоррозийными покрытиями деталей нужно следить за тем, чтобы не наносить удары по их поверхности, так как при этом остаются забоины и царапины. Это же относится к деталям из мягких материалов: алюминия, красной меди и т. п. При отделке формы замыкающей головки нужно следить за тем, чтобы лунка оправки становилась по центру головки, в противном случае головка может быть надрублена, что является одним из видов брака. Если выступающий конец стержня заклепки был слишком мал, то замыкающая головка заклепки получится неполной (фиг. 6-15), а если стержень был слишком длинен, то излишки металла выступят из-под оправки и головка получится неправильной формы.



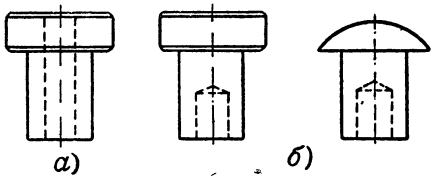
Фиг. 6-14. Заклепка, расклепанная в слишком свободных отверстиях.



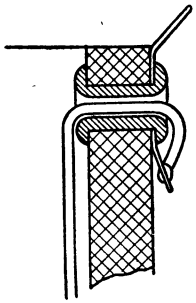
Фиг. 6-15. Неправильно расклепанные головки заклепок.

а—длина заклепки мала; *б*—длина заклепки велика.

Для замены неправильно расклепанной заклепки срубается зубилом одна из головок (где удобнее), заклепка выбивается из отверстия и заменяется новой. Обжимки и натяжки, применяемые при клепке, должны быть сделаны из инструментальной стали и хорошо закалены. От слишком твердой оправки при ударе могут отскочить кусочки стали, опасные для работающих. Слишком мягкая оправка быстро портится (деформируется лунка), и форма головки будет неправильной. От толщины заклепки зависит вес молотка. Чем толще заклепка, тем тяжелее должен быть мо-



Фиг. 6-16. *а*—пустотелые заклепки; *б*—полупустотелые заклепки.



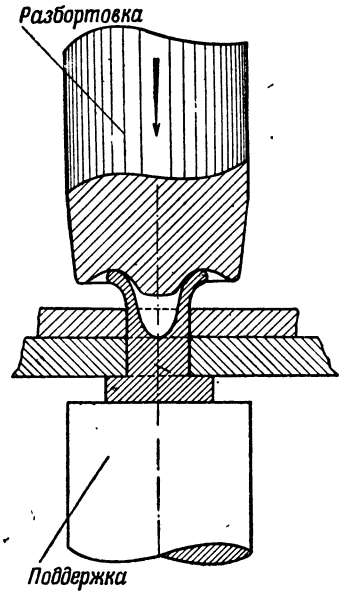
Фиг. 6-17. Провод, проходящий через отверстие в заклепке.

лоток. Заклепки диаметром 2 *мм* лучше всего расклепывать молотками весом 100—150 *г*, для 3-*мм* заклепок применяются молотки весом 200—300 *г*, а для 5—6 *мм* заклепок молотки весом 400—450 *г*.

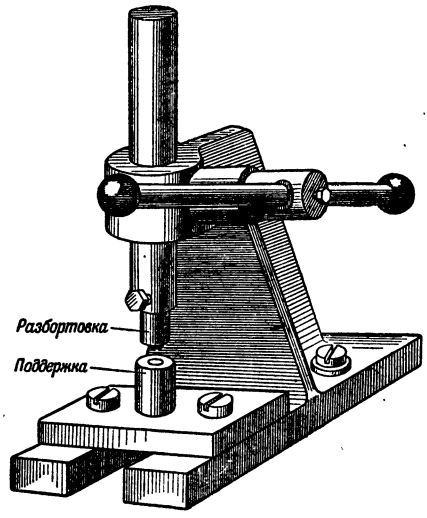
Кроме описанной ручной клепки, существует механизированная клепка, применяемая при массовом производстве аппаратуры. Механическая клепка при сборке радиоаппаратуры осуществляется при помощи специальных клепальных машин и прессов. Одним из распространенных способов крепления деталей в радиоаппаратуре является крепление при помощи пустотелых или полупустотелых заклепок (фиг. 6-16); этот вид крепления, обладая меньшей прочностью, имеет целый ряд преимуществ. Пустотелые или полупустотелые заклепки требуют меньших усилий для расклепки, ими склепываются детали или узлы, изготовленные из хрупкого, тонкого материала, как, например, гетинакс, текстолит, керамика, различные виды пластмасс и т. д. Полупустотелые заклепки чаще всего имеют плоскую закладную головку, реже полукруглую и чечевичную. Пустотелые заклепки имеют только плоскую цилиндрическую головку. Оба вида заклепок обычно делаются из латуни. Пустотелые заклепки дешевле в изготовлении и поэтому чаще приме-

няются. Пустотелые заклепки иногда ставят специально для того, чтобы использовать их сквозное отверстие для прохода проводов (фиг. 6-17); процесс оформления замыкающей головки пустотелых и полупустотелых заклепок называется разбортовкой или развальцовкой и производится двумя способами.

Первый способ заключается в том, что заклепку, вставленную в отверстия соединяемых деталей, опирают заклад-



Фиг. 6-18. Разбортовка заклепки (ударная).

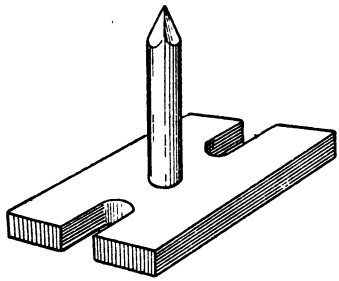


Фиг. 6-19. Ручной пресс.

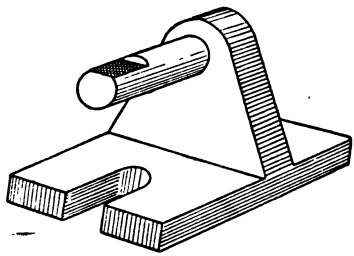
ной головкой на массивную ровную плиту или поддержку, зажатую в тиски. Установив в отверстие выступающей части стержня заклепки направляющую часть специального инструмента, называемого разбортовкой, легкими ударами молотка разбортовывают выходной конец заклепки, придавая ему форму, показанную на фиг. 6-18. При разбортовке часто применяют маленькие ручные прессы (фиг. 6-19), которые очень удобны при массовой сборке мелких деталей.

Другой способ крепления пустотелыми и полупустотелыми заклепками называется развальцовкой и выполняется инструментом того же названия на обычном сверлильном станке.

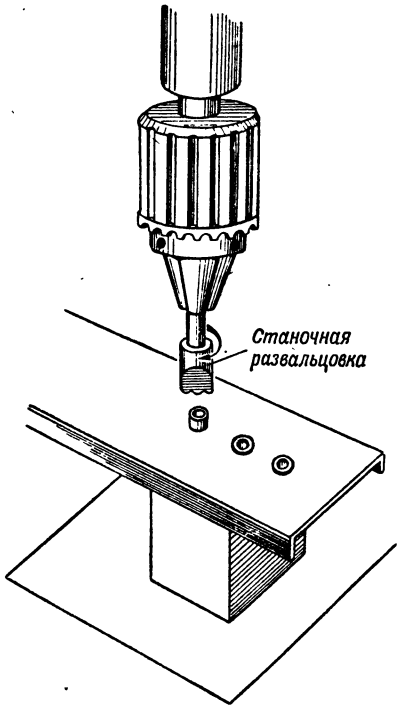
При этой операции поддержку для заклепок устанавливают на столе сверлильного станка. Поверхность поддержки должна иметь насеченную и закаленную, как у напильника, поверхность для удержания заклепки от провертывания во время развальцовки, иногда для этой же цели подкладывают под головку заклепки крупную наждачную



Фиг. 6-20. Острая поддержка для пустотелых заклепок.



Фиг. 6-21. Поддержка для станочной развальцовки.



Фиг. 6-22. Развальцовка заклепок на станке.

шкурку. В случае развальцовки пустотелых заклепок применяют поддержку с заостренным трехгранным концом, на который устанавливают отверстие закладной головки. Острая поддержка должна быть закреплена на столе сверлильного станка болтами (фиг. 6-20), и ее центр должен совпадать с центром вращения шпинделя станка.

В случае применения поддержки, показанной на фиг. 6-21, служащей для развальцовывания лепестков на пластмассовых или керамических каркасах, ее также нужно закрепить на столе станка. Развальцовку соответствующего

размера закрепляют в патроне станка. Включив станок, устанавливают заклепку, вставленную в соединяемые детали, на поддержку и придерживают деталь левой рукой. Правой рукой опускают шпиндель станка с развальцовкой и, направляя последнюю в отверстие выходной части заклепки, постепенно увеличивают нажим вращающейся развальцовки на заклепку. При этом выступающая цилиндрическая часть заклепки постепенно раздается в стороны, образуя замыкающую головку (фиг. 6-22). Для получения хорошей, ровной поверхности головки рекомендуется смазывать развальцовку машинным маслом. Станочная развальцовка применяется в тех случаях, когда нужно соединять особо хрупкие детали (керамика, пластмасса).

Правильная форма замыкающей головки, так же как и при обычной клепке, зависит от длины выступающей цилиндрической части заклепки. При разбортовке и развальцовке пустотелых и полупустотелых заклепок длина выступающей части зависит от диаметра.

Основными видами брака при развальцовке и разбортовке пустотелых и полупустотелых заклепок являются рваные края замыкающей головки и неплотное прилегание головки к поверхности детали. Первый вид брака зависит от материала заклепки. Если заклепка изготовлена из хрупкого материала или не прошла отжига, то края головки будут рваными и сама головка может отскочить. Такие заклепки высверливаются и заменяются. Заклепки из стали нужно развальцовывать на малых оборотах станка, обязательно применяя масляную смазку и плавный нажим развальцовки.

6-3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ АППАРАТУРЫ

Для того чтобы начать сборку того или иного прибора, необходимо иметь его сборочный чертеж. Подробно ознакомившись с чертежом, монтажер выясняет, какими деталями и узлами следует скомплектовать собираемый прибор. Скомплектованные детали и узлы для сборки прибора необходимо разложить по ячейкам «кассы». Крупные детали и узлы, не помещающиеся в ячейках «кассы», нужно разложить в стороне на рабочем месте, чтобы они не мешали и не были бы повреждены во время сборки. Закончив комплектование предполагаемого к сборке прибора, на рабочее место необходимо положить подстилку из мягкой ткани, для того чтобы во время сборки предохранить от случайного повреждения: царапин и вмятин, шасси и узлы, уста-

навливаемые на нем. Сборочный чертеж прибора должен быть удобно расположен для пользования, например развешан на стене, наколот на кусок фанеры и т. п.

Для начала сборки необходим следующий инструмент: торцевые ключи под гайки М3 и М4, отвертки двух размеров, плоскогубцы и пинцет с хомутиком. По мере развертывания работы по сборке прибора ассортимент инструмента увеличивается, так как по ходу работы бывает нужно просверлить или распилить отверстие, нарезать резьбу, следовательно, понадобятся керн, молоток, сверла, метчики, надфили, напильники и т. д. Если приготовить сразу весь предполагаемый инструмент, то окажется, что в начале сборки часть его не применяется в работе и мешает пользоваться нужным инструментом. Поэтому для начала сборки нужно приготавливать только необходимый минимум инструмента. Такое рациональное пользование инструментом будет способствовать повышению производительности труда и приучать работающего к порядку.

Установку и крепление деталей в подвале шасси прибора одноярусной конструкции, как уже говорилось выше, нужно производить с наиболее мелких деталей и узлов, например: установка проходных изоляционных втулок, ламповых панелей, опорных точек, монтажных планок. После этого устанавливаются герметизированные конденсаторы типа КМГБ и КБГМ. Конденсаторы КБГМ должны устанавливаться с подготовленными выводами, т. е. залуженными и, если есть к тому необходимость, согнутыми в виде спиральных муфточек (фиг. 8-10). Следующими устанавливаются междуламповые, входные и выходные трансформаторы и низкочастотные дроссели. После установки всех деталей и узлов в подвале шасси переходят к установке их на внешней горизонтальной плоскости шасси. К таким деталям и узлам относятся: контурные катушки в экранах, электролитические конденсаторы, реле, дроссели, фильтры, силовые трансформаторы.

После сборки деталей на шасси следует перейти к сборке деталей на передней панели. Сборку деталей на передней панели нужно начинать, как и в случае сборки шасси, с ознакомления со сборочным чертежом, если таковой имеется. Прежде чем начать установку деталей, нужно проделать подготовительную работу, состоящую в прочистке отверстий от часто попадающих в них шпаклевки и краски, которые могут мешать установке деталей. Эта операция производится с помощью шабера, напильника или развертки

для отверстия большого диаметра, а для отверстий малого диаметра — сверлами и надфилями. Отверстия, имеющие резьбу, прочищаются с помощью метчиков. Закончив подготовку передней панели к сборке на ней деталей и узлов, следует перейти к тем операциям, которые связаны с приклепыванием и развальцовкой, например, приклепывание фирменных значков, шильдиков и развальцовки втулок и других деталей специального назначения.

Дальнейшая установка деталей и узлов должна производиться, как уже говорилось выше, в последовательности от наиболее мелких к более крупным. Например, устанавливаются клеммы, фишки (разъемы), переменные сопротивления, переключатели, подстроечные конденсаторы, агрегат конденсаторов переменной емкости, верньерное устройство и т. д. После сборки деталей и узлов на передней панели производится крепление с помощью винтов передней панели и шасси. Описанная выше последовательность сборки лабораторных и опытных образцов радиоаппаратуры может быть применена почти во всех случаях производственной работы монтажера. Исключением из этого правила могут быть случаи, когда сборка сочетается с монтажем. Тогда указанная выше последовательность сборки до некоторой степени будет нарушена и подчинена выполнению монтажа. В основном это касается сборки прибора двухъярусной конструкции. В этом случае следует произвести установку деталей и узлов первого яруса и замонтировать их, а затем установить и замонтировать детали и узлы второго яруса.

Если в комплекте деталей и узлов прибора, предназначенного для сборки, имеются монтажные планки, на которых будет выполняться часть монтажа, то они устанавливаются после того, как будут смонтированы.

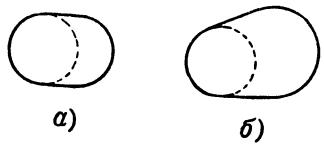
Для повышения производительности сборку лабораторных и опытных образцов радиоаппаратуры следует разбить на отдельные мелкие операции, ориентируясь на указанную выше последовательность установки деталей и узлов, например установка проходных изоляционных втулок, ламповых панелей, опорных точек и т. д. При выполнении каждой из перечисленных операций не следует отвлекаться на установку других деталей или узлов прибора до тех пор, пока начатая работа не будет закончена.

Во время сборки лабораторных и опытных образцов радиоаппаратуры часто приходится сталкиваться с несовпадением установочных отверстий деталей и узлов с отверстиями, предназначенными для их крепления на шасси или

передней панели. В таких случаях приходится производить подгонку отверстий. При несовпадении отверстий на полотверстия или меньше они распиливаются надфилем или напильником в зависимости от диаметра отверстия до их совпадения. После распиловки отверстия должны иметь правильную удлиненную форму (фиг. 6-23).

Если отверстия совершенно не совпадают, то распиливать их не имеет смысла, в этом случае они вновь просверливаются; когда не совпадают крепежные отверстия деталей или узлов с отверстиями шасси, распиловку отверстий чаще всего производят в шасси.

В случае, если распиленное отверстие на передней панели не будет закрыто головкой винта, следует во избежание порчи внешнего вида прибора распиливать крепежные отверстия в деталях или узлах.



Фиг. 6-23. Распиловка отверстий.
а—правильная; *б*—неправильная.

При правильной и аккуратной распиловке отверстий подгонка деталей и узлов бывает незаметна и не портит внешнего вида прибора. Часто для распиловки отверстий применяют надфиль с заостренным концом, которым помимо пользования по прямому его назначению еще пользуются им как разметочным инструментом — чертилкой. Таким надфилем пользоваться для распиловки не рекомендуется, так как во время работы с ним он часто выскакивает из отверстия, скользит заостренным концом по поверхности шасси или передней панели, оставляя на них глубокие неисправимые царапины. Надфиль для целей распиловки должен иметь гладкую закругленную форму конца; таким надфилем менее вероятна возможность случайного нарушения защитного или декоративного покрытия шасси и передней панели.

Чтобы исключить возможные повреждения внешнего вида прибора, распиловку отверстий шасси следует производить со стороны «подвала», а прочистку отверстий передней панели от краски и шпаклевки выполнять с обратной неокрашенной стороны. После сверления и распиловки на краях отверстий остаются заусенцы, которые должны быть обязательно сняты с помощью специального сверла на ручке (фиг. 4-37). Закончив полностью подгонку отверстий для деталей и узлов на шасси прибора, следует удалить опилки, оказавшиеся после распиловки отверстий в подвале шасси,

с помощью кисточки, щетки, мехов или сжатого воздуха. При сборке бывают случаи сверления и нарезания отверстий в шасси прибора с глубоким подвалом в труднодоступных местах, где сверла и метчики нормальной длины непригодны. Для указанных целей рекомендуется сверла и метчики удлинять, впаивая или приваривая их к стальным прутам соответствующего диаметра и длины.

При сверлении и нарезке резьбы следует во избежание поломки инструмента смачивать его. Для алюминия применяется скипидар, спирт денатурат, для стали — машинное масло.

В практике сборки может встретиться необходимость сверления отверстий в собранном шасси прибора для дополнительной установки какой-нибудь детали или узла. В этом случае монтажер должен внимательно осмотреть шасси и убедиться в том, что вместе с шасси не будут просверлены ранее установленные детали или узлы. Если под местом сверления установлены детали или узлы, которые могут быть повреждены сверлом, их на время сверления необходимо снять.

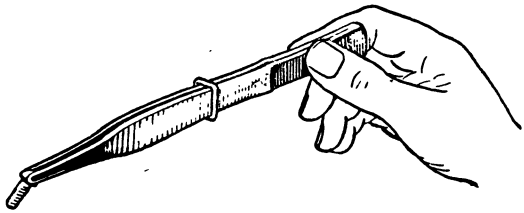
Известны случаи, когда вместе с передней панелью просверливались обмотки трансформаторов, нарезалась в них резьба и были завернуты винты. В подобных случаях поспешность и невнимательность не должны иметь места, так как влекут за собой серьезные последствия.

При сборке лабораторных и опытных образцов радиоаппаратуры часто встречаются с трудностью установки винтов в предназначенные для них отверстия и навертывания на них гаек во время крепления деталей и узлов, например установка и завертывание винтов и гаек в глубоком подвале с большим количеством ранее установленных деталей и узлов, если к отверстиям невозможно просунуть пальцы рук, а с помощью простого пинцета также не всегда удается это сделать. В таких случаях очень хорошо удерживать, заводить или опускать гайки или винты в глубину шасси или между деталями и узлами, близко расположенными друг к другу, при помощи пинцета с хомутиком (фиг. 4-6).

На фиг. 6-24 показано, как зажимать пинцетом крепежные детали. Если эту операцию не удается выполнить вышеуказанным приемом из-за того, что устанавливаемые винт или гайка находятся в таком тесном месте, что даже пинцет не может проникнуть, то винт можно с помощью воска или какой-нибудь мастики наклеить на конец отвертки, а гайку закрепить в гнезде торцевого ключа (фиг. 6-25).

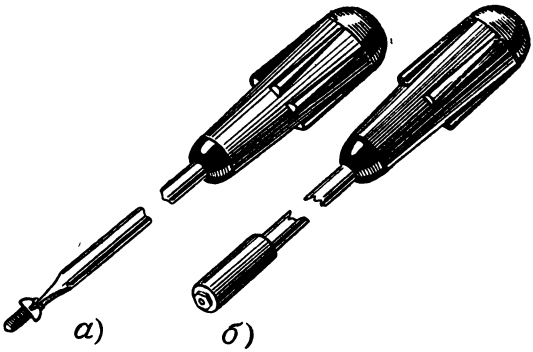
Такой простой выход из положения очень часто помогает в работе.

При установке винтов на окрашенной передней панели следует обращать внимание на удаление заусенца у винта с потайной головкой перед его установкой в зенкованное

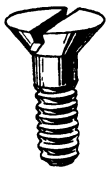


Фиг. 6-24. Применение пинцета с хомутиком.

отверстие (фиг. 6-26). Неудаленный заусенец при вращении винта в зенкованном отверстии снимает краску на панели вокруг головки винта и портит внешний вид прибора. Винты с потайной головкой, которыми крепятся многие детали



Фиг. 6-25. Временное крепление деталей на инструментах при помощи воска.
а—винта к отвертке; *б*—гайки к торцевому ключу.

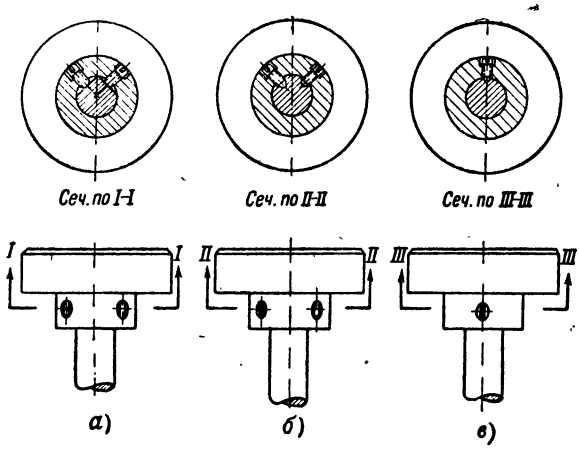


Фиг. 6-26. Винт шлицованный, с заусенцами.

и узлы на передней панели, не должны выступать из своих зенковок, головки должны быть одинакового диаметра и иметь шлицы в центре головки. Следует учитывать, что эти винты, помимо своего прямого назначения, выполняют еще и декоративную роль. Для того чтобы не были сорваны шлицы винтов, необходимо пользоваться отверткой, специально предназначенной для данного размера винта и правильно заточенной (фиг. 4-10,*б*, *д*). Гайки должны придерживаться и завертываться не плоскогубцами с насечкой или,

что еще хуже, кусачками, а торцевыми и боковыми ключами.

Одной из ответственных операций сборки является крепление ручек на осях органов управления. От прочности их крепления, а следовательно, несбиваемости, часто зависят точность показания прибора и удобство работ с ним. Крепление ручек производится несколькими способами. Одним из самых надежных способов крепления ручек является показанный на фиг. 6-27,*а*. Ручка крепится на оси при помощи двух стопорных винтов, расположенных под углом друг к



Фиг. 6-27. Способы крепления ручек.
а—ось имеет две лыски под углом; *б*—ось засверлена под винт; *в*—обычное крепление.

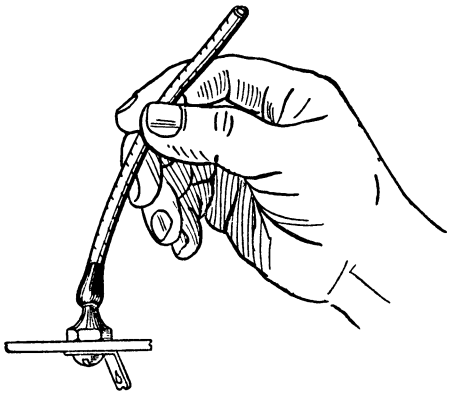
другу. Ось в местах касания винтов имеет две лыски, а стопорные винты имеют форму, показанную на фиг. 6-6,*б*. Иногда вместо лысок применяется засверловка оси на глубину 1—2 *мм* (фиг. 6-27,*б*). При этом стопорный винт имеет заостренный конец (фиг. 6-6,*а*).

Установка стопорных винтов на лыску или засверловку требует точного определения угла между плоскостью лыски или осью засверловки и поворачиваемой деталью органа управления (ползунка переключателя, ротора конденсатора и т. д.). Этот способ крепления применяется в ответственных случаях: для органов управления и осей, имеющих тугой ход, например многоплатных переключателей. Если детали имеют легкий ход оси, а также в случаях менее ответственных, применяется крепление ручек с помощью стопорения, показанного на фиг. 6-27,*в*.

Сборка радиоаппаратуры заканчивается закраской винтов и гаек. Для этого применяется эмалевая или нитрокраска, чаще всего серого цвета. Закрашивание производится с помощью маленькой мягкой кисточки, отрезка жесткого монтажного провода с колечком на конце (фиг. 6-28) или кусочка кембриковой трубки (фиг. 6-29). Закрашивать следует резьбовую часть винта, которая выходит из гайки. При этом следует обращать внимание на то, чтобы краска не стекала с гайки или винта на шасси и не размазывалась рядом с ними, пачкая установленные детали и узлы. Краска, попадая в резьбу винта и гайки, засыхает там и делает невозможным их самораскручивание в процессе эксплуатации или при испытании на тряску.

Изложенные выше указания при их выполнении помогут качественно и производительно выполнить работы по сборке прибора. В заключение следует еще раз напомнить, что в лаборатории и макетной мастерской монтажеры часто работают без предъявления своей работы контролеру ОТК. Поэтому тщательность сборки и качественное ее выполнение являются для них обязательным условием. Если допущены отступления от правил сборки: не будут подкладываться пружинные шайбы под головки винтов или под гайки там, где это необходимо, применяться винты несоответствующей длины и материала, недовинчиваться гайки и винты, не закрашиваться и допускаться многие другие отступления, то прибор при испытании на тряску или в эксплуатации быстро выйдет из строя. Поэтому, выполняя сборку прибора, необходимо отнестись к ней с полной ответственностью.

Фиг. 6-28. Проволочка с колечком для закрашивания винтов и гаек.



Фиг. 6-29. Закрашивание винтов и гаек при помощи изоляционной трубки.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ

7-1. ОБРАБОТКА МОНТАЖНЫХ ПРОВОДОВ

Под обработкой провода понимается его подготовка к монтажу. От правильной и аккуратной подготовки провода в большой степени зависят опрятный вид монтажа и безотказная работа прибора. Обработку проводов можно разбить на несколько этапов:

1) выпрямление проводов;
2) зачистка (снятие) изоляции с концов проводов;
3) закрепление изоляции на концах проводов;
4) залуживание концов проводов.

Все монтажные провода — голые, изолированные, одножильные, многожильные — выпускаются с кабельных заводов намотанными на катушки или в бухты. При разматывании с катушки или бухты, как бы аккуратно это ни производилось, провод мнется. Поэтому прежде всего провод нужно выпрямить. Одножильный, голый или изолированный провод марок МР, ПМВ и т. п. выпрямляется следующим образом. Размотанный с катушки или бухты провод режется кусачками на куски по 5—6 *м* или длиннее, в зависимости от размеров помещения, в котором эта операция производится. Количество таких кусков может быть взято до 10 шт. и более, смотря по тому, какое количество провода требуется для монтажа. После разрезки все куски провода следует одновременно, с одного конца, зажать в тиски (фиг. 7-1). Все свободные концы зажатых проводов нужно взять в левую руку, а правой рукой при помощи плоскогубцев или круглогубцев захватывать проводники, один за другим, и слегка вытягивать их до выпрямления. Сильно вытягивать провод не следует, так как его нетрудно оборвать, особенно при диаметре 0,8—1,0 *мм*. После вытягивания провод приобретает аккуратный внешний вид. Вытянутый таким образом провод разрезается кусачками на более короткие куски, которыми производятся отдельные (не жгутовые) соединения деталей схемы.

Выпрямлять описанным способом многожильные провода не рекомендуется, так как они не поддаются вытягиванию, а при попытке потянуть сильнее легко обрываются, особенно при сечениях 0,14—0,35 *мм*^{2}. Ввиду большой гибкости многожильных монтажных проводов их легко выпрямить проглаживанием тряпочкой, зажатой в руке, или прос-

то ладонью руки. Таким же способом выпрямляются перед зачисткой концы проводов жгутового монтажа.

Голый посеребренный или луженый одножильный провод после выпрямления может сразу поступать на монтаж. Изолированные одножильные и многожильные провода после выпрямления и нарезки на куски нужной длины должны пройти еще одну операцию. Эта операция заключается в освобождении конца проводника от изоляции и называется зачисткой провода. Зачистка провода — одна из самых ответственных работ. Самое главное в этой работе заключает-

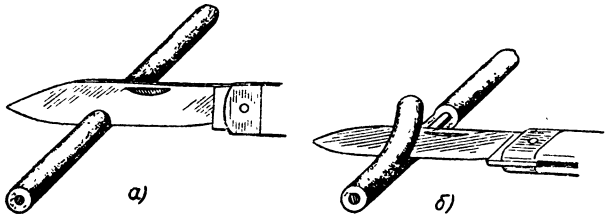
Фиг. 7-1. Концы монтажных проводов, зажатые в тиски для выпрямления.

ся в том, чтобы правильно снять изоляцию с провода, не повредив при этом его токоведущей жилы. Часто приходится наблюдать, как монтажер, зачищая провод, подрезает изоляцию ножом, держа его под прямым углом к проводу (фиг. 7-2,*а*). Так зачищать изоляцию ни в коем случае нельзя, так как при этом очень легко подрезать и токоведущую жилу, а подрезка жилы, даже самая незначительная, может привести к обламыванию ее во время эксплуатации радиоаппарата, что приведет к выходу его из строя. Особенно опасна подрезка жилы для одножильных проводов.

Наиболее правильным способом зачистки провода нужно считать обжигание изоляции, при котором изоляция на проводе подрезается накаленной проволокой. При этом совершенно исключается возможность повреждения жилы провода и во много раз сокращается затрата времени на его зачистку. На фиг. 7-3 изображено устройство простейшего приспособления для обжигания изоляции при зачистке провода при помощи накаленной током петли. Такое приспособ-

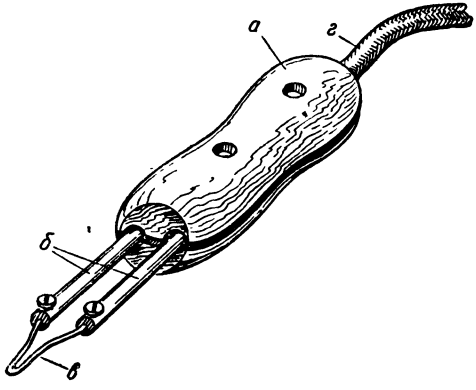
ление очень нетрудно изготовить как в условиях цеха, так и в лаборатории.

Для накаливания петли в таком приспособлении необходимо напряжение в 1,5—2 *в*. Такое напряжение можно получить от понижающего трансформатора, включаемого



Фиг. 7-2. Положение ножа при зачистке изоляции провода.
а — неправильное; *б* — правильное.

в сеть переменного тока 120—220 *в*. В первичную обмотку трансформатора ставится выключатель, дающий возможность снимать напряжение с петли, когда в нем нет надобности. Наиболее подходящим материалом для петли служит

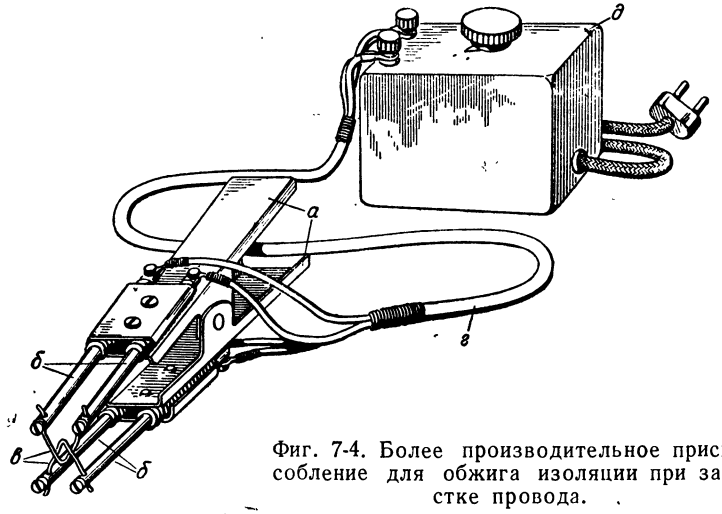


Фиг. 7-3. Простейшее приспособление для обжигания изоляции при зачистке провода.
а — ручка; *б* — токоподводящие стержни; *в* — петля, накаливаемая током; *г* — шнур к понижающему трансформатору.

достаточно прочная и имеющая большое удельное сопротивление проволока, лучше всего из нихрома или фехраля. Напряжение на петле следует подобрать таким образом, чтобы она накаливалась до темномалинового цвета, что нетрудно сделать подбором диаметра проволоки или размера

петли. Пользоваться таким приспособлением нужно следующим образом. Провод, с конца которого необходимо снять изоляцию, берется в левую руку, приспособление — в правую руку. В середину петли вставляется конец провода и накаленной петлей проводят по изоляции вокруг провода до тех пор, пока изоляция не будет прожжена до токоведущей жилы. После этого ненужный кусок изоляции легко снимается пальцами.

На фиг. 7-4 изображено второе, более сложное, но значительно более производительное приспособление для за-



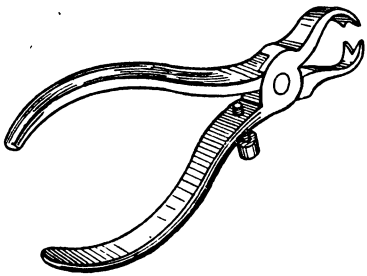
Фиг. 7-4. Более производительное приспособление для обжига изоляции при зачистке провода.

а — пружинные рукоятки; *б* — токоподводящие стержни; *в* — петли, накаливаемые током; *г* — шнур к понижающему трансформатору; *д* — трансформатор с регулировкой.

чистки монтажных проводников. Оно состоит из клещей, в которые вставляются две проволочные петли, накаливаемые током от понижающего трансформатора. Эти петли при сжимании рукояток клещей сходятся вплотную. При вставлении конца провода в щель между петлями и сжимании их изоляция провода равномерно обжигается вокруг токоведущей жилы в виде кольцевой прорези. Движением клещей «на себя» с проводника сбрасывается ненужная часть изоляции. Описанный способ обжигания изоляции можно применять только при работе с проводами марок МР, МРГ, МРГП, ПМВ, ПМВГ, ПМОВ, МГШВ, МГШД, МГШДО, БПВЛ, МГББЛ, ЛПРГС, ПВГ и др., в покрытии которых не содержится стекловолокно или асбест. При работе с про-

водами марок МЦБЛ, МЦШЛ, МЦСЛ, МГСЛ и МГВСЛ применять способ обжигания изоляции нельзя, так как у проводов этих марок изоляция состоит частично или полностью из стекловолокна. В таких случаях приходится пользоваться для зачистки ножом или простым приспособлением, изображенным на фиг. 7-5, обеспечивающим при небольшом навыке быструю зачистку и сохранность токоведущей жилы провода. Приспособление напоминает небольшие клещи, у которых губки в сжатом положении заходят одна за другую.

В торцах обеих губок сделаны выемки с остро заточенными краями. При сжатии рукояток приспособления губки сходятся, образуя отверстие с острыми краями для подрезания изоляции. На одной из рукояток имеется винт для регулирования диаметра режущего отверстия в губках. Перед подрезанием изоляции на проводе нужно отрегулировать диаметр отверстия так, чтобы его кромки резали только изоляцию, не доставая до токоведущей жилы. Подрезание изоляции производится следующим образом: в левую руку берется провод, с которого нужно снять изоляцию, а в правую руку — приспособление. Конец провода захватывается губками на длину, с которой нужно снять изоляцию. После этого рукоятки сжимаются, губки сходятся, прорезая острыми краями изоляцию провода; не разжимая рукояток, приспособление поворачивается вокруг провода и движением «на себя» подрезанный кусок изоляции снимается.

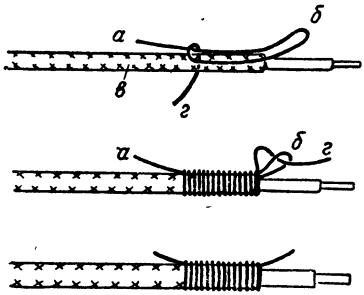


Фиг. 7-5. Клещи для зачистки изоляции провода.

Употреблять для подрезания изоляции нож следует только в исключительных случаях, когда нет более надежного приспособления и когда изоляция провода не позволяет применить способ обжигания. Подрезая изоляцию провода ножом, следует держать его наклонно по отношению к проводу под очень острым углом, как при очинке карандаша. При этом возможность повреждения жилы будет почти исключена. Правильный прием при зачистке изоляции провода ножом изображен на фиг. 7-2,*б*.

Зачищенный от изоляции конец провода не должен пре-

вышать 6—8 *мм*. Этой длины вполне достаточно для заводки и прочного закрепления провода на детали. Если сделать конец длиннее, то после закрепления его на детали будет оставаться излишек зачищенного провода и его придется откусывать кусачками, что при массовом выпуске радиоаппарата будет отнимать лишнее время у монтажера и удлинит время операции. Кроме того, «откушенный» лишний кончик провода может попасть в монтаж или деталь и вызвать в дальнейшем замыкание. У некоторых проводов, например марок МЦСЛ, МЦБЛ, МЦШЛ, МГББЛ, БПВЛ, ЛПРГС и др., верхняя оплетка состоит из хлопчатобумажной, шелковой или стекловолокнистой ткани, которая легко раскручивается и разлохмачивается. Поэтому после зачистки от изоляции провода этих марок приходится подвергать дополнительной операции. Она заключается в закреплении оплетки провода нитками. Закрепление оплетки на конце провода нитками называется «оклетневкой». Оклетневка делается шелковыми или хлопчатобумажными нитками.

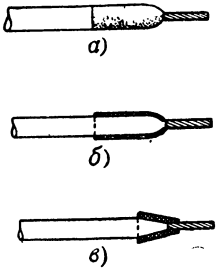


Фиг. 7-6. Последовательные приемы при заделке монтажных проводников.

На фиг. 7-6 показаны вид заделанного проводника и последовательные приемы его заделки. Провод берется в левую руку, нитка накладывается на провод по его длине коротким концом *а* в левую сторону, в правой стороне около зачищенного конца провода делается петля *б*. Нитка на 8—10 *мм* возвращается обратно к концу *а* и делается первый виток вокруг провода *в*. После этого кладутся вплотную друг к другу второй, третий и т. д. витки до края закрепляемой изоляции, причем, если изоляция не особенно толстая, следует сделать два-три витка на самой токоведущей жиле. Нитку следует класть виток к витку, не сильно натягивая, что при небольшой практике сделать нетрудно. Обмотав таким образом изоляцию провода, свободный конец нитки *г* продевается в петлю *б*, после чего следует потянуть конец нитки *а*. Петля *б* будет постепенно сокращаться и вместе с концом нитки *г* уйдет под намотанный слой ниток на проводе. Этим способом оба конца ниток будут надежно закреплены.

После этого следует отрезать ножницами оставшиеся лишние концы ниток у самой заделки. Слой ниток для предохранения от сползания нужно промазать жидким шеллаком или клеем БФ. Край изоляции, обмотанный нитками и проклеенный, будет надежно предохранен от разлохмачивания. Часто для такой обмотки применяют цветные нитки, что служит также для маркировки цепей, если провод имеет одноцветную изоляцию. Цветная маркировка проводов помогает производить без ошибок разводку и пайку концов многопроводных жгутов во время монтажа радиоаппаратуры, а также скорее находить нужные цепи при ее ремонте.

Для заделки проводов сечением до 2,5 *мм*^{2} применяют катушечные нитки № 20 или 30. При больших сечениях применяют нитки № 10 или 0. Способ закрепления края изоляции нитками, являясь надежным, вместе с тем достаточно трудоемок и не всегда применим. Поэтому часто заделку изоляции производят, проклеивая ее специальным быстро сохнущим нитролаком, шеллаком или клеем БФ.



Фиг. 7-7. Способы закрепления края изоляции проводов после зачистки.

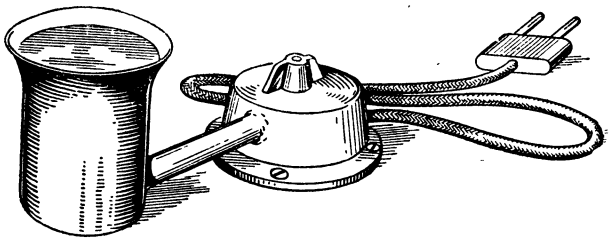
а — при помощи нитролака; *б* — при помощи капсюля из термопластического материала; *в* — при помощи пластмассового наконечника.

Так, например, провода марок МГШД и МГШДО ввиду их большой гибкости и малого сечения очень трудно и неудобно обматывать нитками. Изоляция таких проводов после зачистки промазывается при помощи кисточки на длине 5—7 *мм* шеллаком или клеем БФ. При залуживании конца токоведущей жилы паяльником или в ванночке с припоем провод нагревается, клей быстро высыхает и надежно закрепляет изоляцию.

Для удешевления заделки изоляции применяют специальные капсюли из термопластических материалов, а также наконечники из пластмассы. На фиг. 7-7 показаны способы закрепления изоляции при помощи нитролака, капсюля из термопластического материала и наконечника из пластмассы. Концы проводов марок МР, МРГ, ПМВ, ПМОВ, МГШВ, ПМВГ и ПВГ после зачистки можно не заделывать, так как верхний слой изоляции этих проводов состоит из вулканизированной резины (у проводов марок МР, МРГ, ПВГ) или пластмассы (у проводов марок ПМВ, ПМОВ, ПМВГ и МГШВ). Слой пластмассы или резины надежно держит

нижние слои хлопчатобумажной или шелковой изоляции и не дает ей раскручиваться и разлохмачиваться.

Каждый зачищенный провод, как одножильный, так и многожильный, перед пайкой на деталь следует обязательно пролудить паяльником или в ванночке с расплавленным припоем (фиг. 7-8). Залуженный конец многожильного провода гораздо легче продеть в отверстие лепестка детали, чем незалуженный, легче обжать на лепестке и пропаять. Некоторые многожильные провода, например марки ЛПРГС, имеют токоведущую жилу, скрученную из большого числа тонких нелуженых проволок. Конец такой жилы



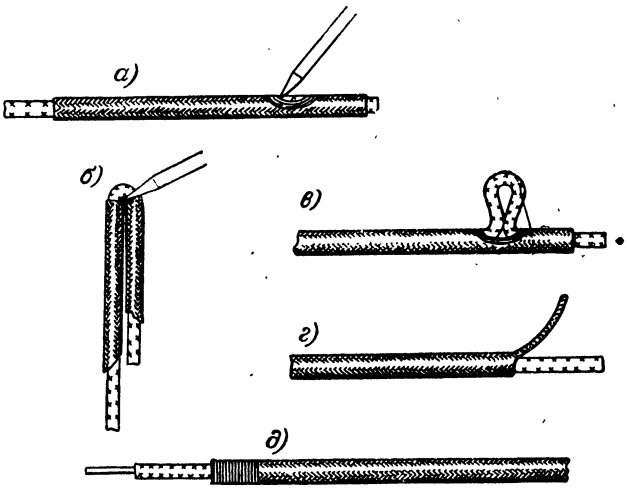
Фиг. 7-8. Ванночка для лужения концов проводников после зачистки.

нужно перед залуживанием расплести и тщательно очистить от окиси все проволочки при помощи шкурки или ножа. После этого их следует опять хорошо скрутить и пролудить паяльником.

Для прокладки некоторых цепей в радиоустройствах применяются провода экранированные, покрытые сверху металлическим чулком, чаще всего сплетенным из тонких медных луженых проволок. Эти провода описаны в гл. 2.

Перед прокладкой таких проводов в радиоаппарате требуется заделка краев металлического чулка и изоляции провода. Металлический чулок заделывается следующим образом. Ножницами или кусачками с конца провода снимается металлический чулок на длине 14—16 *мм* и аккуратно подрезается кругом, затем край его закрепляется бандажом из ниток. Иногда вместо ниток для закрепления края металлического чулка применяется тонкий одножильный посеребренный или луженый провод диаметром 0,25—0,5 *мм*. Металлический чулок и провод в месте намотки пропаивается паяльником (фиг. 7-9,*д*). Закрепить металлический чулок можно и другим способом.

Чулок с конца провода немного сдвигают к середине провода; при этом диаметр его увеличивается; отступив от края провода на 20—25 *мм*, в чулке пинцетом раздвигают отдельные проволоки и в образовавшееся отверстие вытягивают конец изолированного провода так, как показано на фиг. 7-9,*а*, *б*, *в*, *г*. Вытянув провод, металлический чулок следует опять натянуть, проглаживая его зажатой в руке тряпочкой уже от середины провода к концу. Полученный конец чулка может быть припаян к «земляному» лепестку на шасси прибора.



Фиг. 7-9. Заделка провода в металлическом чулке.
а, *б*, *в*, *г* — с выводом для заземления; *д* — без вывода для заземления при помощи проволочного бандажа.

Если с этого конца провода экран присоединять к корпусу прибора не нужно, отросток чулка скручивается и откусывается кусачками; оставшийся отросток пропаивается в торце. Такая заделка чулка не требует применения ниток или проволоки для обматывания и держит чулок очень прочно. Иногда экранировку провода приходится делать самому монтажеру; для этого на провод надевается плетеный металлический чулок (плетёнка). Прежде чем продевать провод в чулок, последний нужно натянуть на металлический пруток диаметром 3—4 *мм*. Чулок от этого расширяется, и после этого провод легко проходит в чулок. Продев провод, следует чулок натянуть на нем при помощи тряпочки, зажатой в руке, проводя ею по чулку от

середины провода к его концам. Заделывается край чулка так же, как описывалось выше. Если металлический чулок заделанного таким образом провода в дальнейшем нужно будет припаивать (заземлять), то для протяжки в него пригодны не все марки проводов. Можно применить в этом случае провода марок МРГП, МГББЛ, БПВЛ и провода с оплеткой из стекловолокна, так как их изоляция достаточно теплостойка.

Провода марок ПМВ, ПМВГ, МГШВ и других марок, изоляция которых состоит из пластмассы, в случае пайки чулка применять нельзя. Изоляция указанных марок проводов плавится при температуре 120—150°, во время пайки металлического чулка может возникнуть возможность замыкания цепи на «землю» и радиоаппарат выйдет из строя.

При заделке концов экранированного провода надо обращать внимание на то, чтобы от края металлического чулка до края изоляции провода, т. е. до токоведущей жилы, было не менее 5 *мм*. Нужно следить также за тем, чтобы отдельные жилки металлического чулка не торчали и не подходили близко к токоведущей жиле во избежание короткого замыкания или пробоя между токоведущей жилой и корпусом.

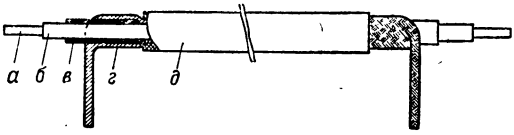
Для монтажа высокочастотных цепей, особенно часто встречающихся в профессиональной радиоаппаратуре, применяются специальные высокочастотные кабели различных марок. Подробное описание конструкции и электрические данные их приведены в гл. 2.

Перед укладкой и монтажем кабеля в блоке, так же как и при монтаже всякого экранированного провода, необходимо зачистить соответствующим образом его концы, т. е. освободить конец токопроводящей жилы от изоляции и закрепить край металлической оплетки.

Для кабеля марки РК-19, у которого диаметр токопроводящей жилы с изоляцией не превышает 3 *мм*, можно применить описанный в этой главе способ заделки провода в металлическом чулке с выводом экрана для «заземления» (фиг. 7-9,*а*, *б*, *в* и *г*), с той только разницей, что после вытягивания конца провода с изоляцией через отверстие в экране на него надевается небольшой кусочек электроизоляционной (эксцельсиоровой) трубки, который сдвигается через отверстие под экран, затем экран натягивается и обжимается, а вывод экрана залуживается.

После закрепления края экранирующей оплетки следует зачистить (освободить) конец токопроводящей жилы кабеля

от изоляции и залудить его. Эту операцию лучше всего производить методом обжигания, так как в этом случае исключается опасность подрезания токопроводящей жилы. Если же приспособления для обжигания нет, то можно воспользоваться монтажным ножом, но при этом изоляцию нужно подрезать очень осторожно кругом, не доходя 1—1,5 *мм* до

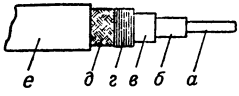


Фиг. 7-10. Заделка высокочастотного кабеля РК-19 с выводом для заземления.

а — токоведущая жила; *б* — полиэтиленовая изоляция; *в* — электроизоляционная трубка; *г* — экранирующая оплетка; *д* — верхняя хлорвиниловая оболочка.

токопроводящей жилы. Подрезанный кусок изоляции надо повернуть вокруг оси, после чего она легко снимается с конца жилы. Заделанный таким способом кабель показан на фиг. 7-10.

Электроизоляционная трубка необходима для предохранения полиэтиленовой изоляции, которой защищена токопроводящая жила кабеля, от плавления во время пайки вывода экрана на «землю».



Фиг. 7-11. Заделка высокочастотного кабеля без вывода для заземления при помощи проволочного бандажа.

а — токоведущая жила; *б* — полиэтиленовая изоляция; *в* — электроизоляционная трубка; *г* — бандаж из проволоки; *д* — экранирующая оплетка; *е* — верхняя хлорвиниловая оболочка.

Для кабелей других марок, у которых диаметр токопроводящей жилы с изоляцией больше 3 *мм*, описанный выше способ применить нельзя, так как конец кабеля невозможно вытянуть через отверстие в экране. Такие кабели заделываются следующим образом.

С конца кабеля на длине 30—35 *мм* срезается верхняя предохранительная хлорвиниловая оболочка и с помощью чертилки экранирующая оплетка расплетается на длину 20—25 *мм*. На освобожденный таким образом конец провода в полиэтиленовой изоляции надевается кусочек электроизоляционной трубки и сдвигается под экран. После этого экран натягивается, обжимается на трубке, а расплетенные жилки экрана собираются в одну сторону, туго скручиваются в жгут и пропаиваются. Конец жилы зачищается от изоляции так же, как и в первом случае.

Край экранирующей оплетки можно закрепить и другим способом: после освобождения конца кабеля от наружной предохранительной оболочки экранирующую оплетку несколько расширяют, сдвигая ее немного к середине кабеля, и подрезают ножницами до нужной длины. На конец полиэтиленовой изоляции также надевают кусочек электроизоляционной трубки и сдвигают его под экран. Экран немного натягивают, обжимают и обматывают его край тонким одножильным посеребренным или луженым проводом на длине 3—4 *мм* и пропаивают паяльником. Конец жилы зачищается от изоляции так же, как в первом и втором случаях. Во всех описанных способах заделки кабеля электроизоляционная трубка должна выступать из-под экрана на 2—3 *мм*. Этот способ заделки кабеля показан на фиг. 7-11.

7-2. РАЗДЕЛКА КАБЕЛЕЙ И РАЗЪЕМОВ

Радиоаппаратура профессионального назначения часто состоит из нескольких отдельных частей, называемых обычно блоками или упаковками. Например, приемо-передатчик обычно состоит из следующих упаковок: приемника, передатчика, упаковки питания и пульта управления.

Все перечисленные упаковки электрически соединяются между собой при помощи специальных кабелей. Кабели низкочастотные имеют на концах многоштырьковые штепсельные разъемы, а высокочастотные — одноштырьковые высокочастотные разъемы. Как те, так и другие состоят из кабельной и приборной частей и позволяют производить быстрое соединение и разъединение отдельных упаковок в различных случаях эксплуатации радиостанции. Эти разъемы часто называются фишками.

Следует заметить, что кабели для соединения отдельных упаковок часто индивидуально изготовляются вместе с образцами радиоаппаратуры. Для массовой радиоаппаратуры кабели изготовляются по чертежам для данного изделия в заготовительном (кабельном) цехе.

По конструкции низкочастотный кабель представляет собой определенный набор проводников, имеющих различные сечения и изоляцию, в зависимости от цепей, в которых эти провода должны работать. Чаще всего для этих целей применяются провода марки ЛПРГС, а для экранированных цепей — марки ЛПРГСЭ. Необходимые для такого кабеля проводники нужной марки, сечения и длины собираются вместе, выравниваются по длине, зажимаются одной стороной в тиски и несильно скручиваются вращением их

слева направо в жгут. Скрученный жгут по всей длине перевязывается нитками № 0 с шагом узлов 150—200 *мм*. Способ вязки описан в гл. 10. Провода, скрученные в жгут, будут более гибкими, чем прямые провода, что для кабеля особенно важно, так как жесткий и плохо гнущийся кабель неудобен в работе. Кроме того, прямые провода, помещенные в металлическую плетенку, при изгибании кабеля будут вытягиваться неравномерно, что может привести их к обрыву. Для предохранения кабеля от механических повреждений весь жгут заключается (протаскивается) в металлическую плетенку (экран, броню), которая является также и электрическим экраном. Каждый провод с обоих концов зачищается от изоляции на длину 8—10 *мм*, край изоляции заматывается ниткой № 30 и смазывается бакелитовым лаком или клеем БФ-2 для предохранения от разлохмачивания, а токопроводящая жила, состоящая из большого числа тонких нелуженых медных проволок, тщательно зачищается и залуживается. Вслед за этим на каждый конец провода надеваются заранее нарезанные кусочки электроизоляционной трубки длиной 10—12 *мм* или более в зависимости от конструкции гнезд или штырьков разъема.

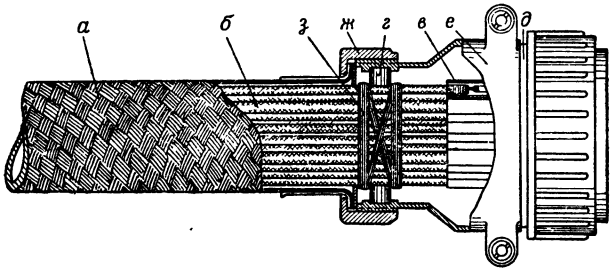
Заделанные таким образом концы проводов вставляются в отверстия соответствующих штырьков или гнезд штепсельного разъема (фишки) и запаиваются в такой последовательности, чтобы ранее припаянный провод не мешал пайке следующего. После припайки концов надетые ранее на провода кусочки электроизоляционной трубки сдвигаются пинцетом на штырек и гнездо таким образом, чтобы трубка закрывала все гнездо или штырек и начало изоляции провода, предохраняя их от замыкания. Затем на расстоянии 20—30 *мм* от штырьков (в зависимости от размера штепсельного разъема) между проводами, перпендикулярно им, вставляется специальный упор, изготовленный из изоляционного материала, текстолита или гетинакса, круглого сечения, различного диаметра и длины, что также зависит от размера штепсельного разъема, крепко закрепляется бандажом из ниток № 0 и проклеивается бакелитовым лаком или клеем БФ-2. Упор служит для предохранения проводов от обрыва в местах паек на штырьках или гнездах при натягивании кабеля во время работы.

После этих операций натягивается металлическая оплетка проглаживанием ее тряпкой от середины кабеля в сторону его концов. На упор и лицевое кольцо штепсельного разъема накладываются обе половинки патрубка и сверты-

ваются винтами. Затем на патрубки туго навертывается задняя гайка. Готовый кабель с помощью омметра проверяется на отсутствие обрыва проводов и замыканий их на металлическую оплетку. Общий вид заделки кабельной части штепсельного разъема приведен на фиг. 7-12.

Для соединения высокочастотных цепей различных упаковок применяются высокочастотные кабели типа РК и РД с заделанными на их концах специальными одно- и двухштырьковыми высокочастотными штепсельными разъемами.

Перед монтажем кабеля типа РК на штепсельный разъем его конец нужно заделать способом, описанным



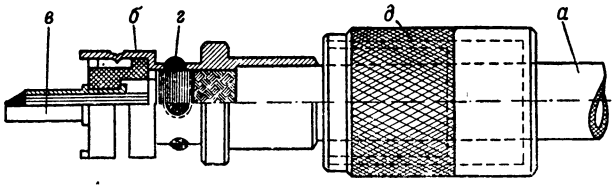
Фиг. 7-12. Заделка кабельной части штепсельного разъема.

а — экранирующая оплетка; *б* — провода кабеля; *в* — электроизоляционная трубка; *г* — упор; *д* — лицевое кольцо разъема; *е* — патрубок; *ж* — гайка задняя; *з* — бандаж из ниток.

в § 7-1. Край металлической оплетки кабеля обматывается тонким медным проводом, с той разницей, что между металлической оплеткой и полиэтиленовой изоляцией не ставится предохраняющая от перегрева электроизоляционная трубка. Трубка в данном случае несколько увеличивает диаметр кабеля в месте заделки, и он может не войти в патрубок разъема. Поэтому после обмотки края металлической оплетки проводом его следует пропаивать очень осторожно, не перегревая, иначе полиэтиленовая изоляция расплавится и кабель будет испорчен. После заделки края экрана с конца токопроводящей жилы снимается полиэтиленовая изоляция (способом, описанным в этой главе) и жила залуживается.

На заделанный таким образом кабель надевается специальная гайка (в случае применения прямого патрубка), либо зажимная втулка с резьбой (в случае применения углового патрубка). Затем кабель вставляется в прямой или угловой патрубок разъема, токопроводящая жила при этом

помещается в сквозное отверстие контактного штыря и пропаивается на нем. Заделанный край металлической оплетки припаивается к патрубку через четыре отверстия, имеющиеся в его шейке. Надетые ранее на кабель с прямым патруб-

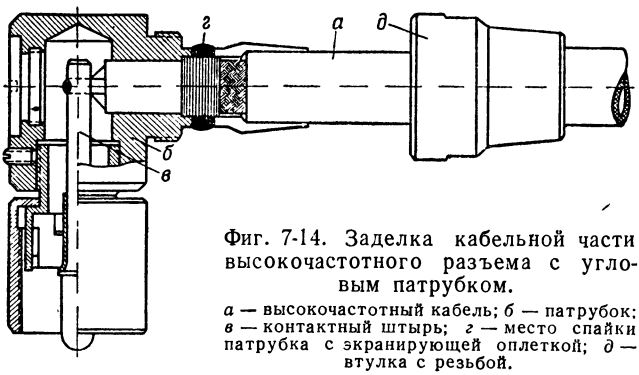


Фиг. 7-13. Заделка кабельной части высокочастотного разъема с прямым патрубком.

а — высокочастотный кабель; *б* — патрубок; *в* — контактный штырь; *г* — место спайки патрубка с экранирующей оплеткой; *д* — гайка.

ком специальная гайка, а на кабель с угловым патрубком зажимная втулка сдвигаются на патрубок и завинчиваются.

Общий вид двух вариантов заделки кабельной части высокочастотных разъемов показан на фиг. 7-13 и 7-14. За-



Фиг. 7-14. Заделка кабельной части высокочастотного разъема с угловым патрубком.

а — высокочастотный кабель; *б* — патрубок; *в* — контактный штырь; *г* — место спайки патрубка с экранирующей оплеткой; *д* — втулка с резьбой.

делка кабеля типа РД производится аналогично описанному выше, с той разницей, что высокочастотный разъем имеет два контактных штыря для двух изолированных друг от друга жил.

Монтаж приборной части штепсельных разъемов описан в гл. 9.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПАЙКИ

8-1. ПРИПОИ И ФЛЮСЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

Процесс пайки при монтаже радиоаппаратуры состоит в выполнении неразъемных токопроводящих соединений двух или нескольких проводников с деталями электрической схемы монтируемого прибора. Такое соединение проводников и деталей производится в горячем состоянии при помощи расплавленного припоя. Припоями называются сплавы, применяемые в качестве вещества, прочно соединяющего спаиваемые детали и проводники друг с другом.

Сплавом металлов называется смесь нескольких металлов, полученная путем смешивания их в жидком, расплавленном виде. При смешивании металлов происходит растворение одного металла в другом. Поэтому каждый сплав представляет собой два (или более) растворенных друг в друге металла.

Для получения сплава из металлов с различной температурой плавления обычно сначала расплавляют самый тугоплавкий металл, входящий в данный сплав, а затем добавляют в него остальные металлы, имеющие более низкую температуру плавления. Следует заметить, что температура плавления сплава всегда ниже температуры плавления наиболее тугоплавкого металла, входящего в сплав. Получение сплава возможно и другим путем. Если расплавить металл с наименьшей температурой плавления, а затем погрузить в него более тугоплавкий металл, то последний также растворится в нем, образуя сплав. Разница между первым и вторым способами получения сплавов заключается в том, что процесс образования сплава во втором случае происходит во много раз медленнее, чем в первом.

В качестве примера можно привести следующее явление: при продолжительной работе паяльника на его рабочей части, в месте соприкосновения с припоем, всегда образуются глубокие раковины. Это происходит вследствие описанного выше растворения меди стержня паяльника в припое. Таким образом, в припой, которым была произведена пайка, кроме основных составных частей олова и свинца, еще прибавилась, хотя и в незначительном количестве, медь от паяльника. Процесс пайки основан на втором способе приготовления сплавов, так как припой наносится на детали

в расплавленном виде и всегда имеет более низкую температуру плавления, чем спаиваемые детали.

Во время пайки припой смачивает поверхности спаиваемых деталей и, частично растворяя их, образует прослойку промежуточного сплава. Качество пайки зависит от скорости растворения спаиваемых металлов в припое. Чем больше скорость растворения спаиваемых деталей в припое, тем лучше (прочнее) пайка.

В расплавленном состоянии припой должен быть настолько жидким, чтобы он мог легко заполнять зазоры между проводами и деталями, что обеспечивает прочность пайки.

Припои, применяющиеся в радиопромышленности для пайки монтажа радиоаппаратуры, обычно являются так называемыми мягкими, леглоплавкими. Температура плавления их сравнительно невысока — не более 250°. Эти припои применяются не только для пайки монтажа радиоаппаратуры, но везде, где от пайки не требуется большой прочности. Например, мягкие припои применяются при спаивании экранов, кожухов, пластин переменных конденсаторов и во многих других случаях. В производстве радиоаппаратуры наряду с легкоплавкими припоями применяются тугоплавкие, твердые припои. Эти припои известны под названиями медно-цинкового (латунного) или серебряного. Медно-цинковый, или латунный, припой применяется в случаях пайки латуни, меди, бронзы, стали и чугуна, когда от припоя требуется обеспечение высокой прочности места спайки. Серебряный припой применяется в случаях, когда необходимо создать прочную пайку, обладающую очень небольшим переходным электрическим сопротивлением, например в случаях пайки шунтов к стрелочным приборам на большие токи, при изготовлении точных сопротивлений и т. д.

Твердые, тугоплавкие припои для пайки при монтаже радиоаппаратуры не применяются из-за их высокой температуры плавления. Температура плавления этих припоев доходит до 850°, и поэтому пайка этими припоями производится с помощью газовой горелки или паяльной лампы.

Мягкие припои изготовляются, в основном, из свинца, имеющего температуру плавления 327° С, и олова с температурой плавления 232° С.

К легкоплавким припоям, применяющимся для пайки при монтаже радиоаппаратуры, относятся припои оловянно-свинцовые, известные под маркой ПОС, что расшифровывается следующим образом: П — припой, О — оловянный,

С — свинцовый. Цифра, стоящая рядом с маркой припоя, означает процент весового содержания олова в припое. Остальное количество до 100% весового содержания припоя приходится на долю свинца и других металлов. Олово в чистом виде для пайки монтажа радиоаппаратуры не употребляется, так как оно дорого и недостаточно хорошо растекается и заполняет зазоры спаиваемых проводов и деталей. Для увеличения текучести олова его сплавляют со свинцом, который не только сообщает олову нужную текучесть, но и удешевляет стоимость припоя.

Легкоплавкие оловянно-свинцовые припои подразделяются по их химическому составу на ряд марок. Ниже приводятся краткие характеристики этих припоев.

Припой висмутовый содержит: олова — 16%, висмута — 52%, свинца — 32%; температура плавления 94°; обладает большой хрупкостью; применяется для пайки деталей небольших размеров в случаях, когда от пайки не требуется большой прочности и важно понизить температуру нагрева спаиваемых деталей. Добавлением 10—12% кадмия температура плавления понижается до 60—70°.

Припой оловянно-свинцовый марки ПОС-90 содержит: олова — 90%, сурьмы — 0,15%, свинца — около 10%; температура плавления 220°; применяется в производстве медицинских аппаратов и для пайки при изготовлении пищевой посуды.

Припой оловянно-свинцовый марки ПОС-60 содержит: олова — 60%, сурьмы — 0,8÷1%, свинца — около 40%; температура плавления 183°; применяется в электроприборостроении и тех случаях, когда требуется быстрое застывание припоя; начало застывания 183°.

Припой оловянно-свинцовый марки ПОС-40 содержит: олова — 40%, сурьмы — 1,5÷2%, свинца — около 58%; температура плавления 210°; применяется для пайки телефонной и радиоаппаратуры.

Припой оловянно-свинцовый марки ПОС-30 содержит: олова — 30%, сурьмы — 1,5÷2%, свинца — около 68%; температура плавления 240°; применяется для пайки электрической и радиоаппаратуры широкого применения.

Припой оловянно-свинцовый марки ПОС-18 содержит: олова — 18%, сурьмы — 2÷2,5%, свинца — около 80%; температура плавления 250°; применяется для пайки свинца, например свинцовых ванн, лужения железа перед пайкой.

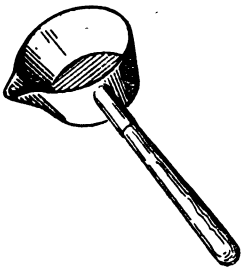
Во все перечисленные припои сурьма прибавляется для увеличения их прочности.

В настоящее время на предприятиях радиопромышленности применяются в основном припои марок ПОС-30 и ПОС-40. Припои этих марок обладают достаточной текучестью и сравнительно дешевы. Приготовление припоя производится путем смешивания олова, свинца и других металлов в расплавленном состоянии в соответствующих весовых количествах.

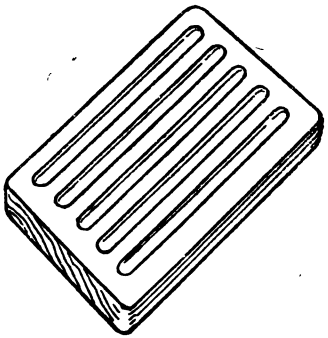
Припои обычно предприятиями-потребителями не изготовляются, так как из-за возможного несоблюдения технологии приготовления припоев могут быть значительные потери дорогостоящего олова. Поэтому все необходимые припои поставляются в централизованном порядке в виде прямоугольных слитков («чушек») весом около 20 *кг*. На предприятиях-потребителях получаемый припой плавится и разливается на тонкие полоски или стержни для более удобного пользования им. В случае, если почему-либо возникнет необходимость приготовления припоя, ниже даются указания о том, как это правильно сделать. Прежде чем приступить к расплавлению и смешиванию олова, свинца и других входящих в состав припоя металлов, их необходимо нарубить на куски, так как они доставляются на предприятия в виде прямоугольных слитков, расплавить которые часто бывает трудно. После размельчения слитков их отвешивают на весах в количествах, соответствующих марке припоя. Приготовление припоя производится следующим образом: в специальной электропечи или тигле вначале расплавляется свинец и к нему небольшими количествами добавляется олово, причем каждая порция олова опускается в расплавленный свинец не раньше, чем расплавится предыдущая (для уменьшения «угара» олова), до тех пор, пока все отвешенное олово не будет расплавлено. Затем в тигель кладутся другие заранее отвешенные порции металлов, входящих в состав данного сплава. После этого для равномерного распределения всех металлов в сплаве рекомендуется его тщательно размешать. Никогда не следует начинать с расплавления олова раньше свинца, так как олово в расплавленном виде быстро окисляется и выгорает. Кроме того, так как температура плавления олова ниже температуры плавления свинца, это вызывает перегрев олова и еще больше увеличивает его «угар».

После перемешивания расплавленный припой разливается в виде тонких полосок для более удобного пользо-

вания им во время пайки. Разливка припоя производится с помощью металлического ковша (фиг. 8-1), через который выливается припой. Разливка припоя может производиться на чистый лист железа, чугунную или мраморную доску. Место разлива припоя должно находиться вблизи места его плавления, для того чтобы припой за время его переноски к месту разлива не остывал. Ковш наклоняется над доской или листом, и из него выливается тонкая струя расплавленного припоя. Перемещая ковш вдоль доски, получают на ней длинную палочку припоя, которая после остывания режется на более короткие куски. Ввиду того что такой способ разливки



Фиг. 8-1. Ковш для разливки припоя.



Фиг. 8-2. Форма для разливки припоя.

припоя не обеспечивает получения палочек равномерной толщины, часто применяют отливку припоя в специальную форму, показанную на фиг. 8-2. Форма может быть изготовлена из чугуна, стали и в крайнем случае из дерева, лучше всего — из дуба.

Для ускорения приготовления палочек следует иметь несколько, примерно 3—4, форм для разлива. При разливе припоя в последнюю форму в первой форме припой успевает остыть, и она освобождается для дальнейшего разлива.

Прутковый припой можно изготовить также следующим образом: из тонкого железа (0,3—0,5 *мм*) сгибают прямоугольную коробочку, в одном из углов которой, у самого дна, сверлится отверстие диаметром 1—5 *мм*. В коробку закладывают куски припоя и плавят его; при этом угол коробки с отверстием приподнимают так, чтобы отверстие находилось выше уровня расплавленного металла. Затем приподнятую коробку опускают на гладкую холодную плиту отверстием вперед и быстро передвигают по плите по направлению

к себе. На плите остается застывшая в виде тонкой полоски струя припоя. За счет неравномерности разлива полоска получается неодинаковой толщины. Равномерность разлива достигается практическим путем. Если ковш с припоем перемещать медленно, то пруток припоя будет толще, чем пруток, получающийся при более быстром перемещении ковша. При работе с расплавленным припоем рабочему следует соблюдать осторожность, чтобы не получить ожогов. Как правило, рабочий, производящий разлив припоя, должен надевать брезентовый фартук, рукавицы; его обувь не должна иметь изъянов.

Наряду с применением различных марок припоев при пайке используются также различные флюсы. Флюсами называют вещества, которые служат для удаления во время пайки окисей спаиваемых металлов, образующихся при нагреве, а также для предохранения очищенных перед пайкой металлов от окисления. Флюсы по своему действию на металлы делятся на химически активные (кислотные) и химически неактивные (бескислотные). При монтаже радиоаппаратуры чаще всего применяют в качестве флюса канифоль Канифоль относится к флюсам химически мало активным и может применяться только при условии, если детали приготовлены к пайке, т. е. зачищены или залужены. При температуре 150° С канифоль обладает свойством растворять окислы меди. Ценным свойством канифоли является то, что применение ее в пайке не влечет за собой разъедания металла и появления ржавчины или зелени, что бывает при использовании химически активных флюсов.

Канифоль приготовляется из сосновой смолы на специальных предприятиях. В монтажной практике в основном применяется прозрачная чистая кусковая канифоль светло-желтого цвета. Такая канифоль дает меньше дыма, чем канифоль красновато-бурого цвета; пайка получается чище и легче промывается. Кроме кусковой канифоли, применяется канифоль в жидком виде, растворенная в спирте. С растворением канифоли в спирте ее флюсующее действие несколько увеличивается, и поэтому жидкую канифоль следует применять возможно шире. В качестве растворителей канифоли применяется денатурированный или метиловый спирт. На две весовые части спирта берется одна часть канифоли. Приготовляется жидкая канифоль следующим образом. Кусковая канифоль размельчается в порошок, небольшими порциями засыпается в баночку со спиртом и тщательно размешивается до полного растворения. При пере-

рывах в работе посуду, в которой хранится растворенная канифоль, следует закрывать во избежание испарения спирта и загустения раствора. Загустевший раствор может быть разведен добавлением в него спирта. Более подробно о применении канифоли во время пайки говорится в § 8-4.

К химически активным флюсам относятся: соляная кислота, хлористый цинк, нашатырь, бура и др. Первые три названных флюса применяются при пайке мягкими припоями. Бура применяется при пайке твердым припоем, в данной книге не рассматриваемой.

Химически активные флюсы также применяются при производстве радиоаппаратуры, но только в тех случаях, когда место пайки может быть тщательно промыто и освобождено от остатков флюса. Если на детали после пайки остался химически активный флюс, то она через некоторое время покроется ржавчиной, «зеленью» и т. д.

Для пайки проводов при монтаже электрической схемы прибора применение химически активных (кислотных) флюсов категорически запрещается. При пайке химически активными флюсами (например, раствором хлористого цинка) под действием высокой температуры паяльника они испаряются и разбрызгиваются в виде мельчайших капелек. Поэтому пайку с кислотными флюсами желательно производить на отдельном рабочем месте, а не там, где производится монтаж радиоаппаратуры, во избежание попадания флюса на детали монтируемого прибора.

В практике работы монтажера-универсала приходится паять различные детали, изготовленные из стали, оцинкованного железа, латуни и т. д. с применением кислотных флюсов. Поэтому монтажеру-универсалу необходимо уметь обращаться с кислотными флюсами и в случае надобности уметь их приготовлять. Наиболее распространенным флюсом, применяемым в таких случаях, является хлористый цинк. Хлористый цинк выпускается химической промышленностью в виде кристаллов белого цвета. При применении его в пайке он растворяется в воде до нужной крепости — чаще всего одна часть (по весу) хлористого цинка на четыре части воды. Если хлористого цинка на данном предприятии нет, то его раствор можно приготовить следующим образом. Прежде всего нужно приготовить раствор соляной кислоты. Техническая дымящая соляная кислота обладает большой крепостью, и поэтому ее следует разбавить водой.

Разбавлять кислоту нужно путем прибавления ее в воду (но не наоборот) небольшими порциями до тех пор, пока

раствор кислоты не перестанет «дымить», т. е. выделять пары в виде белого дыма. Эту операцию следует производить в вытяжном шкафу, в котором будут отсасываться выделяющиеся вредные пары. За неимением вытяжного шкафа разбавление соляной кислоты нужно производить на открытом воздухе. В разбавленную и хорошо размешанную кислоту следует опустить кусочки или стружки цинка. Цинк в соляной кислоте растворяется, выделяя при этом пузырьки водорода. Когда прекратится выделение пузырьков и в жидкости останется нерастворенный цинк, то можно считать, что вместо раствора кислоты образовался раствор хлористого цинка. Чтобы растворение цинка в кислоте происходило быстрее, надо применять мелкие кусочки или стружки цинка.

При пайке цинковых или оцинкованных деталей применение хлористого цинка не дает нужного результата, так как хлористый цинк не действует на цинк. В этом случае рекомендуется применять в качестве флюса раствор соляной кислоты. Ввиду того что жидкие кислотные флюсы часто неудобны в обращении вследствие того что они при пайке выделяют большое количество вредных для здоровья паров, в радиопромышленности нашел применение еще один вид флюса — паяльный жир. Паяльный жир более удобен в работе, хотя и слабее очищает место пайки. В состав паяльного жира входят следующие материалы: паста ГОИ-54 78%, цинк хлористый 10%, масло трансформаторное или вазелиновое 10%, вода 2%. В случае отсутствия пасты ГОИ-54 ее можно заменить сплавом, состоящим из церезина светложелтого цвета 75% и трансформаторного масла 25%. Все материалы, входящие в состав паяльного жира, берутся по весу. Приготовляется паяльный жир следующим образом: отмеренное количество воды вливается в фарфоровую ступку, туда же опускается заранее взвешенный хлористый цинк в виде порошка и тщательно растирается с водой. После этого добавляется отмеренное количество вазелинового или трансформаторного масла и так же растирается с раствором хлористого цинка до образования эмульсии. В образовавшуюся эмульсию мелкими порциями при тщательном растворении вводится паста ГОИ-54 и размешивается до образования однородной массы, после чего паяльный жир готов к применению. Паяльный жир следует хранить в стеклянной посуде.

Промежуточное место между органическими флюсами, в частности канифолью, и активными кислотными флюсами,

хлористым цинком, паяльным жиром и др., занимает паяльный лак-флюс марки ЛТИ, разработанный Ленинградским ордена Трудового Красного Знамени технологическим институтом. Паяльный лак-флюс ЛТИ состоит из спиртового раствора канифоли, органической активной добавки и ингибидора (замедлителя) коррозии. Этот флюс по своим антикоррозийным свойствам ближе подходит к органическим бескислотным флюсам, а по своей активности в ряде случаев не уступает кислотным флюсам. Лак-флюс ЛТИ хорошо растворяет пленку окиси на металле, способствует облуживанию и затеканию припоя в зазоры спаиваемых деталей. С помощью указанного флюса успешно производится пайка мягкими сплавами марок ПОС: стали, красной меди, латуни, бронзы, серебра и др. Хорошие результаты дает применение при пайке припоями с низким содержанием олова, как, например, ПОС-5, ПОС-10. При пайке паяльным лаком не обязательны предварительное залуживание и тщательная зачистка поверхности детали. Достаточно снаружи очистить спаиваемое место от грязи растворителем — бензином или спиртом. Оставшийся после пайки флюс можно не промывать. В случае, если изделие будет эксплуатироваться в тяжелых, в смысле коррозии, условиях, то после пайки необходимо удалить остатки флюса с помощью тряпочки или марли, намоченной в денатурированном спирте, бензине или другом растворителе.

При применении кислотных флюсов залуживание паяльника обычно производится не канифолью, а нашатырем. Для залуживания проводят рабочим концом нагретого паяльника по куску нашатыря и по палочке припоя до тех пор, пока припой не растечется ровным слоем по концу паяльника.

Следует обратить особое внимание на один из наиболее совершенных видов припоя — так называемый трубчатый припой. Этот припой изготовляется в виде трубочки из припоя той или иной марки, заполненной канифолью, служащей в качестве флюса.

Способ приготовления трубчатого припоя описан в упомянутой выше книге [Л. 1].

8-2. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ К ПАЙКЕ

Для того чтобы хорошо выполнить пайку схемы прибора, необходимо спаиваемые детали и проводники соответствующим образом подготовить. Подготовка деталей к пайке состоит из их выпрямления, зачистки и лужения. При про-

изводстве деталей радиоаппаратуры их выводные лепестки, как правило, лудятся или серебрятся для облегчения пайки. Провода, предназначенные для монтажа электро- и радиоаппаратуры, обычно выпускаются с лужеными жилами. Однако в ряде случаев приходится перед монтажем подвергать и эти детали лужению, для того чтобы ускорить пайку и улучшить качество монтажа. Лужением называется процесс нанесения тонкого слоя чистого олова или припоя на соответствующее место детали или провода. Если спаиваемые детали или провода хорошо залужены, они будут спаены легко и прочно. В практике монтажа радиоаппаратуры встречаются случаи, когда проводник, заведенный на лепесток и запаянный, внешне не вызывает никаких сомнений в прочности пайки, но если проводник покачать, оказывается, что он в припое «шатается». Это происходит потому, что монтажер не подготовил к пайке проводник, не залудил его, и поэтому припой пристал к одной спаиваемой части соединения и не пристал к другой. Когда в монтаж попадает проводник с потемневшими от времени серебрением или полудой, монтажер должен обязательно зачистить и залудить его и только после этого заводить на лепесток или контакт той или иной детали прибора. Лепесток или контакт детали прибора также должен быть предварительно залужен, если полуда покрылась темным налетом. После такой подготовки можно быть уверенным в том, что пайка получится прочной.

Промышленностью выпускаются конденсаторы типа КБГМ, КСО, КТК и др. с жесткими залуженными выводами. Для лужения выводов конденсаторов на заводах-изготовителях обычно применяется припой с большим содержанием свинца, поэтому полуда на выводах конденсатора быстро окисляется, темнеет и не поддается пайке без предварительной зачистки и залуживания.

Сопротивления типа ВС выпускаются промышленностью с посеребренными ленточными выводами, которые обычно не требуют предварительного залуживания. Но если серебряное покрытие выводов сопротивлений от длительного хранения или других причин потемнело или покрылось желтым налетом, то их необходимо зачистить и залудить. Зачистку выводов деталей и проводников следует производить непосредственно перед подготовкой их к пайке. Если зачистка проводников и выводов деталей производилась ранее (например, за день), то можно с уверенностью сказать, что зачищенные места окислятся и лужение их без дополнительной зачистки будет затруднено.

Подготовка деталей к пайке обычно производится перед началом монтажа прибора. Допустим, монтажер получил в монтаж прибор вместе с комплектом сопротивлений, конденсаторов и другими монтажными деталями, входящими в него. Прежде чем приступить к монтажу, необходимо все выводы деталей выпрямить и зачистить. Зачистка производится ножом в направлении от корпуса конденсатора или сопротивления. Выводы деталей, поддающиеся залуживанию без зачистки, зачищать не следует. Когда выводы деталей выпрямлены и те, которые нужно, зачищены, следует их залудить. Лужение производится при помощи паяльника или в специальной ванночке с расплавленным припоем. Внешний вид такой ванночки показан на фиг. 7-8.

Лужение паяльником производится следующим образом: горячий паяльник опускают в канифоль, а затем, прикасаясь к припою, расплавляют его. После этого на рабочей части паяльника оказывается небольшое количество припоя, который вместе с канифолью, ранее взятой, переносится к месту лужения. Прикасаясь плоской частью паяльника к проводнику, выводу сопротивления или конденсатора, разогревают его, после чего припой с паяльника растекается по поверхности залуживаемого места. Для того чтобы деталь покрывалась припоем равномерно, следует ее поворачивать. При залуживании необходимо следить за тем, чтобы на паяльнике было достаточное количество припоя и флюса.

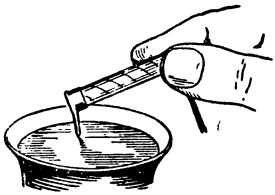
Если монтажер пользуется жидкой канифолью, т. е. канифолью, растворенной в спирте, то залуживание паяльником производится так же, как и в предыдущем примере, с той лишь разницей, что вывод залуживаемой детали или конец монтажного провода предварительно опускаются в баночку с жидкой канифолью, после чего прикасаются паяльником с припоем к месту лужения.

При больших количествах деталей их лужение целесообразно производить в ванночке. Этот способ лужения дает значительную экономию времени. Лужение в ванночке производится следующим образом: монтажер располагает ванночку с расплавленным припоем и баночку с жидкой канифолью таким образом, чтобы имелась возможность правой рукой опустить залуживаемую часть детали в баночку с жидкой канифолью, а затем в ванночку с расплавленным припоем. Когда деталь прогреется и покроется припоем, она извлекается из ванночки и резким движением руки встряхивается или протирается тряпочкой, взятой в левую руку. Это делается для того, чтобы снять лишний припой и облегчить

заводку выводов детали на соответствующие контакты в схеме прибора.

Если залуживаемые детали имеют отверстия для прохода монтажных проводов или выводов деталей, следует обращать внимание на то, чтобы эти отверстия не были залиты припоем, что достигается встряхиванием или снятием незастывшего припоя.

Выводы сопротивлений и конденсаторов следует опускать в ванночку с расплавленным припоем, не доводя 8—10 *мм* до их корпуса (фиг. 8-3). Это необходимо соблюдать для того, чтобы избежать перегрева деталей и связанного с этим изменения их электрических величин.



Фиг. 8-3. Положение деталей при их залуживании в ванночке.

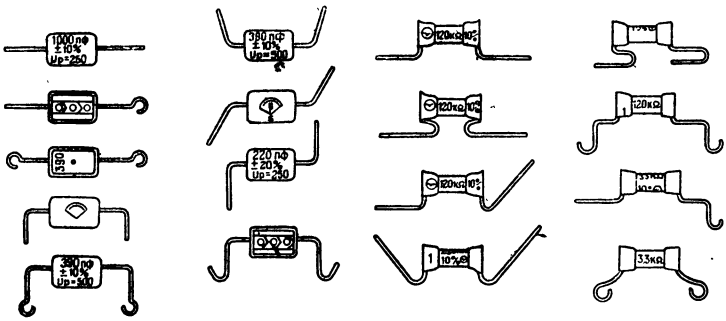
Расплавленный в ванночке припой, подвергаясь воздействию кислорода воздуха, покрывается пленкой окиси, загрязняющей детали при их лужении. Для того чтобы уменьшить окисление припоя, рекомендуется насыпать поверх припоя слой толченого древесного угля толщиной 3—5 *мм*. При этом уменьшится расход припоя (как говорят, его «угар») и качество лужения будет выше.

При частом пользовании и большом количестве залуживаемых деталей пользование ванночкой не безвредно для здоровья монтажера. Свинцовые пары, выделяемые расплавленным припоем, вредно влияют на дыхательные пути работающих, поэтому пользование ванночкой допустимо только в специальном помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией. Возможно оборудование рабочего места для указанных работ в вытяжном шкафу.

При подготовке к монтажу конденсаторов типа КДК и КТК следует учитывать хрупкость указанных деталей и выпрямление выводов производить осторожно. При неаккуратном обращении с выводами во время выпрямления их легко можно оторвать от слоя серебра, нанесенного на керамическое основание конденсатора, и тем самым привести последний в негодность. Залуживание выводов указанных конденсаторов также следует производить без перегрева конденсатора. При чрезмерном перегреве вывод конденсатора отвалится вследствие расплавления припоя, что вызовет неисправимый брак. Сказанное особенно следует учитывать при пайке конденсаторов типа КДК.

После подготовки деталей к пайке, как указано в § 8-2, нужно их подготовить для надежного механического закрепления на лепестке или контакте монтируемого прибора. Эта работа состоит в том, чтобы придать выводным проводам деталей нужную конфигурацию, направление и длину. На фиг. 8-4 показаны некоторые примеры подготовки деталей для механического закрепления.

Если монтажеру поручен монтаж прибора в четыре-пять ламп с образца, полностью смонтированного, расположение деталей которого необходимо в точности воспризвести, он может заготовку деталей производить сразу на весь прибор,



Фиг. 8-4. Примеры подготовки деталей к механическому закреплению.
слева — конденсаторы; справа — сопротивления.

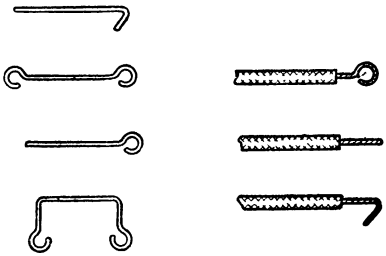
разложив заготовленные детали на своем рабочем месте (или в «кассе») в порядке их будущего закрепления. Для прибора с большим количеством ламп работу по заготовке деталей нужно разбить на несколько частей, покаскадно.

Одновременно с заготовкой деталей иногда производится заготовка монтажных проводов. Например, из одножильного посеребренного провода марки ММ диаметром 1—2 *мм* делаются перемычки для соединения контактов переключателей, клемм и т. д. На фиг. 8-5 показаны примеры нескольких видов перемычек.

Если монтажеру заранее известны количество и длина монтажных проводников, которые ему понадобятся для монтажа прибора, он может их подготовить, т. е. отрезать, зачистить и залудить с обоих концов. Особенно это касается высокочастотных кабелей марок РК и РД, обладающих легкоплавкой полиэтиленовой изоляцией. Эти кабели, как

правило, следует предварительно залуживать, причем это относится как к жиле, так и к экранирующей оболочке. Когда кабель еще не уложен в шасси, его жилу можно легко залудить, не повредив при этом изоляции. После предварительного залуживания заведенная на контакт или лепесток жила кабеля значительно быстрее запаивается, требуя меньшего времени для прогревания, в результате чего изоляция кабеля не плавится. Запаивание кабеля указанных марок в незалуженном состоянии ведет к дополнительному перегреву жилы, что влечет за собой расплавление и порчу изоляции.

Очень целесообразно предварительно залуживать перед монтажем также высокочастотные фишки, ламповые панели и т. п., собранные на полистироле, несмотря на то, что они очень часто бывают посеребрены. При залуживании проводов и деталей с легкоплавкой изоляцией в примерах, указанных выше, следует охлаждать их с помощью тряпочки, намоченной в воде.



Фиг. 8-5. Примеры заготовки перемычек и проводов.

слева — перемычки из провода марки ММ; справа — монтажные провода в изоляции.

В дополнение к вышесказанному о подготовке деталей и проводников к пайке необходимо рекомендовать применение способа пооперационной подготовки. Выпрямление, зачистка и лужение выводов деталей подразделяются на три самостоятельные операции.

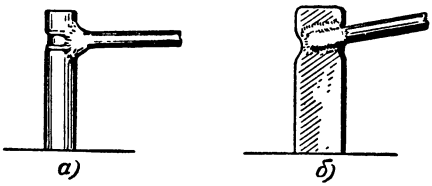
Первой операцией является выпрямление выводов сопротивлений и конденсаторов, во время которой монтажер не должен отвлекаться на другие операции до тех пор, пока ее полностью не закончит. После этого можно переходить ко второй и третьей операциям, зачистке и лужению выводов, выполняя каждую операцию до конца и не отвлекаясь на последующую.

Так же следует поступать и во время заготовки монтажных проводников, когда их заготовка предполагается в большом количестве. Работа подразделяется также на три основные операции: нарезка, зачистка и лужение; четвертой операцией может быть выгибание на залуженном конце проводника колечка или крючка для механического закрепления его на контакте или лепестке детали.

Описанная подготовка деталей к монтажу прибора с 8—10 лампами занимает не более 4 час. Монтажер, подготовив таким образом детали к монтажу, не отвлекается на подготовку к пайке каждой отдельной детали и все свое внимание обращает на качественное выполнение монтажа.

8-3. МЕХАНИЧЕСКОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ ПЕРЕД ПАЙКОЙ И ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ С ПАЙКОЙ

У аппаратуры, которая в эксплуатации подвергается тряске, механическое закрепление проводников перед пайкой совершенно необходимо. Если проводник не закреплен на выводном лепестке или контакте той или иной детали, а припаян «внакладку» или «встык», то при тряске он может отвалиться из-за малой твердости припоя (фиг. 8-6). При пайке «встык» часто отламывается припой, даже если он хорошо пристал как к проводнику, так и к контакту детали. Если же проводник соответствующим образом закреплен на контакте и хорошо пропаян припоем, то соединение будет механически прочным. В этом случае припой служит только для обеспечения электропроводности между спаиваемыми деталями, а прочность пайки зависит от их закрепления на контакте.

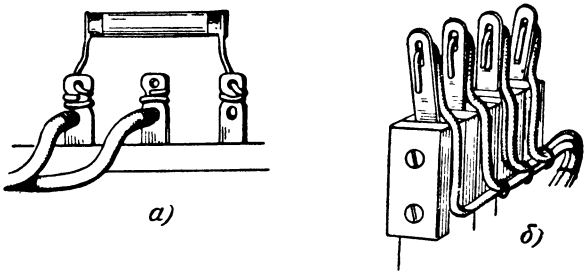


Фиг. 8-6. Образцы неправильной пайки.
а — „встык"; *б* — „внакладку".

У подавляющего большинства радиодеталей, употребляемых при монтаже аппаратуры (ламповые панели, контурные катушки, различные виды трансформаторов и т. д.) конструкцией предусматриваются специальные выводные контакты, выполненные в виде лепестков, круглых проволочных или точеных контактов. В лепестках, кроме того, предусматриваются одно или два отверстия небольшого диаметра. При пайке проводника к такому лепестку следует конец проводника продеть в одно из отверстий при помощи плоскогубцев или пинцета, обогнуть его вокруг лепестка и крепко обжать на нем. Лишний конец провода, если потребуется, откусывается кусачками, и только после этого производится пайка. В случае, если на такой лепесток нужно завести не один, а несколько проводников (3—4), следует каждый из них в отдельности просунуть в отверстие лепе-

стка, обогнуть вокруг него и крепко обжать. Только после того как все проводники будут заведены и хорошо обжаты (закреплены) на лепестке, можно их пропаять.

На фиг. 8-7 указаны способы закрепления проводников на контактах.

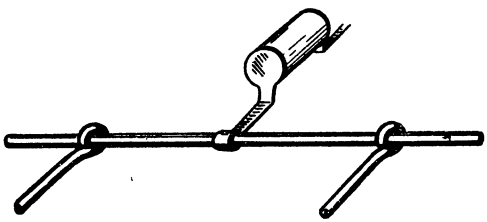


Фиг. 8-7. Способы закрепления проводников на лепестках и контактах.

а — провод просунут в отверстие лепестка и обогнут; *б* — провод просунут в отверстие лепестка и уложен вдоль него.

Следует заметить, что различные способы закрепления проводников на контактах применяются в зависимости от требований, предъявляемых к прочности монтажа.

При монтаже прибора, подвергаемого тряске, следует применить способ, указанный на фиг. 8-7,*а*. Если монтируе-

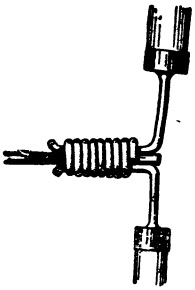


Фиг. 8-8. Пайки провода или вывода к заземляющей шине.

мый прибор в работе будет установлен неподвижно и не будет подвергаться тряске, можно применить способ, указанный на фиг. 8-7,*б*.

При заводке и пайке концов на земляную шину, сделанную из толстого посеребренного провода, никогда не следует провод паять встык или внакладку. Нужно обязательно провод обвернуть один раз вокруг шины, обжать на ней

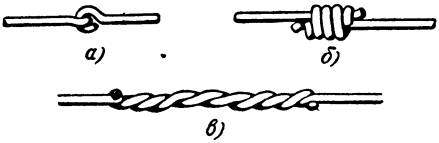
и только после этого пропаять (фиг. 8-8). Если провод имеет диаметр такой же, как и шина, то на его конце нужно согнуть полукольцо приблизительно такого же диаметра, как у провода шины, после чего надеть его на шину, обжать пинцетом или плоскогубцами и пропаять.



Фиг. 8-9. Соединение нескольких деталей на проводнике при помощи муфточки.

Если к шине в одной точке нужно припаять несколько проводников или выводов деталей (сопротивлений, конденсаторов), то очень удобно пользоваться муфточкой, изготовленной из голого монтажного посеребренного провода марки ММ диаметром 0,5—0,8 *мм*. Такая муфточка надевается на провод или шину, в нее закладываются проводники и пропаиваются (фиг. 8-9). Иногда для припаивания нескольких проводников в одной точке можно воспользоваться монтируемым в схему блокировочным конденсатором, например типа КБГМ, причем можно обойтись без дополнительной опорной точки, если усилие, прикладываемое к выводу конденсатора КБГМ, невелико (фиг. 8-10).

Фиг. 8-10. Использование вывода конденсатора КБГМ в качестве опорной точки.



Фиг. 8-11. Соединения, применяемые при монтаже.

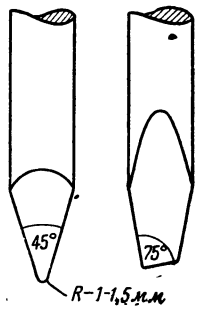
а — удлинение вывода детали; *б* — соединение проводов при помощи муфточки; *в* — скрутка монтажных проводов.

На фиг. 8-11 показаны различные виды соединений, чаще всего применяемые в монтаже радиоаппаратуры.

8-4. ПАЙКА ПРОВОДОВ И ДЕТАЛЕЙ

В современной радиоаппаратуре соединение монтажных проводов с деталями прибора производится в основном при помощи пайки. Правильно выполненная пайка — залог безотказной работы прибора в любых эксплуатационных условиях, поэтому на качество пайки во время монтажа следует обращать особое внимание.

После подготовки деталей и проводников к пайке и механического закрепления их на контактах деталей можно приступить к пайке. Прежде чем начать пайку, следует обратить внимание на то, чтобы паяльник был нагрет до температуры плавления припоя, которым будет производиться пайка. Рабочая часть паяльника должна быть залужена и иметь ровную поверхность. Если паяльник еще не применялся для пайки, то его рабочая часть должна иметь форму, показанную на фиг. 8-12. Это нужно для того, чтобы припой мог легче стекать в спаиваемое место. Для того чтобы рабочая часть паяльника была более стойкой к образованию раковин, рекомендуется стержень паяльника отковать или, как говорят, «оттянуть». Отковывание производится слесарным 300—400-граммовым молотком на наковальне, или массивной чугунной или стальной плите в холодном или горячем состоянии.



Фиг. 8-12. Правильная запиловка рабочей части паяльника.

Если после опиловки рабочей части паяльника драчевым напильником на ней остались глубокие следы обработки, их рекомендуется удалить с помощью личного напильника. Когда рабочая часть паяльника аккуратно запилена, она дольше сохраняется от образования на ней раковин, затрудняющих стекание припоя и замедляющих процесс пайки.

После запиловки паяльника его рабочую часть следует залудить. Это делается следующим образом: паяльник включается в электросеть и как только он нагреется до температуры плавления канифоли, его рабочую часть следует приложить к куску канифоли и покрыть слоем канифоли для предохранения запиленной части паяльника от окисления. Во время нагрева паяльника его рабочую часть следует покрывать канифолью несколько раз, так как она частично стекает и выгорает.

Следует обращать внимание на недопустимость перегрева паяльника перед очисткой его канифолью, так как канифоль лучше всего растворяет окислы меди при температуре 150° С. Когда паяльник нагреется до температуры плавления припоя, следует приложить плоскость рабочей части паяльника к прутку припоя, и если она не покрыта слоем окиси, припой распределяется на ней тонким слоем. Если

припой пристал к рабочей части паяльника не везде, нужно ее очистить от окиси опусканием в канифоль. Полуда предохранит паяльник от окисления на все время работы до следующей запиловки. Следующие запиловки паяльника нужно производить тогда, когда на рабочей части паяльника появятся раковины. Раковины образуются в результате длительного нагрева, во время которого медь паяльника растворяется в припое.

В случае, если монтажер, невнимательно отнесется к процессу залуживания паяльника после запиловки и во-время не опустит в канифоль его рабочую часть, то она окислится, покроется темносиним налетом и не будет поддаваться залуживанию.

Для того чтобы залудить перегретый паяльник, необходимо его остудить, вновь запилить, после этого нагреть и во-время залудить.

После подготовки паяльника к пайке паяльник остается включенным в электрическую сеть и находится в течение всего времени работы с ним в горячем состояний. От того что паяльник будет в горячем состоянии, на его рабочей части образуется нагар, который необходимо время от времени счищать. Не снятый во-время с паяльника нагар загрязняет пайку и затрудняет плавление припоя на паяльнике. Паяльник, как говорят, «не берет» припоя. Нагар с паяльника можно снимать тряпочкой или путем опускания рабочей части паяльника в канифоль, что чаще всего и делается. Способ очистки рабочей части паяльника от нагара канифолью преследует и другую цель, так как одновременно с этим на паяльнике остается канифоль в виде мелких кипящих капелек, которая будет способствовать растеканию припоя по рабочей части паяльника во время пайки.

Следует обращать внимание еще на то, что во время работы паяльника на его неработающей части образуется окалина, которую время от времени надо снимать.

Во-время неснятая окалина с поверхности стержня паяльника, осыпаясь, загрязняет канифоль и монтируемый прибор. Рекомендуется иметь два куска канифоли: первый для очистки паяльника, а второй для производства самой пайки. В этом случае проникновение с канифолью нагара и окалины к месту пайки почти исключено, пайка получается чистая и ровная.

Процесс пайки заключается в том, что при помощи заранее залуженного паяльника расплавленный припой переносится на место пайки, которое предварительно покры-

вается при помощи кисточки разведенной в спирту канифолью. Канифоль на место пайки можно наносить и при помощи паяльника, для чего перед пайкой им касаются куска канифоли и быстро вместе с припоем переносят капельки расплавленной канифоли на место пайки. Количество припоя, достаточное для производства пайки, определяется опытным путем.

Если паяльником взято недостаточное для данной пайки количество припоя, то припой в спаиваемое место добавляется при помощи паяльника тем же способом.

Очень удобным является применение для пайки трубчатого припоя (см. параграф о припоях). Употребление трубчатого припоя, как об этом уже говорилось, ускоряет пайку, и пайка с ним более экономична по расходованию припоя и канифоли.

Особенно эффективна пайка трубчатым припоем в случае шаблонированного монтажа на предприятиях радиопромышленности при массовом выпуске радиоаппаратуры. Пайка производится следующим образом: в шасси прибора укладывается предварительно связанный жгут и концы его заводятся на соответствующие контакты и лепестки деталей. Левой рукой берут конец трубчатого припоя, сматываемый с катушки, укрепленной над рабочим местом, и одновременно с паяльником, находящимся в правой руке, подносят его к спаиваемому месту. Паяльником разогреваются как место пайки, так и трубчатый припой, расплавляемый в нужном количестве. Таким образом, запаиваются концы всех проводников, предварительно заведенных на лепестки и контакты деталей прибора.

Такой же способ запаивания монтажа следует рекомендовать в случае применения пруткового припоя, с той лишь разницей, что места спаивания проводников монтажа с деталями прибора необходимо смазать жидкой канифолью. Смазывать жидкой канифолью спаиваемые места нужно маленькой мягкой кисточкой, избегая слишком обильного смазывания.

Например, при слишком обильном смазывании лепестков ламповой панели жидкая канифоль может затечь в гнезда ламповой панели, чем создаст на ее внутренней части изоляционную пленку, которая может нарушить контакт между штырьком цоколя лампы и гнездом ламповой панели и этим затруднить электрическую регулировку прибора. Поэтому смазывать жидкой канифолью места спаивания нужно тонким слоем, которого бывает вполне достаточно, и

следить, чтобы канифоль никуда не растекалась от места пайки.

В случае, если на данном предприятии нет трубчатого припоя, можно применять тонкие прутки припоя, покрытые спиртовым раствором канифоли и просушенные. Если места паек хорошо залужены, тонкого слоя канифоли на поверхности прутка припоя будет вполне достаточно для надежной пайки. Этот способ был предложен новатором одного из радиозаводов т. Захаровой и оказался весьма удобным в массовом производстве.

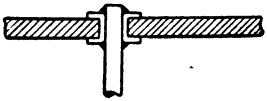
Монтажер должен иметь в виду, что при выполнении пайки необходимо место пайки хорошо прогреть. Если монтажер недостаточно прогреет пайку, она получится непрочной, как говорят «примороженной», и в процессе эксплуатации прибора отвалится. Спаиваемое место должно быть прогрето паяльником до температуры плавления припоя; только в этом случае припой хорошо соединится со спаиваемыми проводами и деталями. В момент прогрева паяльником спаиваемого места паяльник нужно держать на одном месте и слегка покачивать до тех пор, пока припой и канифоль не стекут в место пайки. После этого можно переместить паяльник по месту пайки для облегчения растекания припоя в зазоры спаиваемых проводов и деталей. Следует стремиться делать пайку экономично, т. е. с наименьшей затратой припоя, обеспечив при этом достаточную прочность соединения. Не следует спаиваемое место заливать большим количеством припоя; это не сообщает дополнительной прочности пайке и ведет только к ненужному расходованию припоя. Пайка должна быть выполнена так, чтобы из-под припоя были видны контуры заведенных проводников на контакте или лепестке детали, для того чтобы можно было проверить: правильно ли заведены проводники, не запаяны ли проводники, не пропущенные через отверстия лепестка и не обжатые вокруг него. Это очень важно для контроля паек работниками отдела технического контроля.

Пайки проводников, не пропущенных сквозь отверстие лепестка, называют пайками «внакладку» или «встык». Эти пайки следует считать неправильными и непрочными и их необходимо браковать.

Выполняя пайку, монтажер должен следить за тем, чтобы припой залил проводники, заведенные на лепесток и контакт детали с обеих сторон, проник в зазоры между проводниками и полностью залил отверстие лепестка. В практике монтажа радиоаппаратуры монтажер может встретиться со

случаями пайки к нанесенному на керамическую или пластмассовую деталь гальваническим способом слою красной меди. Таким способом изготовляются, например, контурные катушки, в которых проволока заменена гальванически нанесенным слоем меди, или целая часть схемы прибора, выполненная так называемым «печатным» способом.

К таким деталям и к монтажу, выполненному «печатным» способом, пайка монтажных проводов, сопротивлений и конденсаторов производится обычным паяльником. В качестве припоя может быть использован как легкоплавкий припой, например кадмиевый, так и припой марок ПОС-40. Флюсом служит канифоль. Температура паяльника должна соответствовать температуре плавления припоя, которым производится пайка. При работе с такими деталями место пайки следует залудить, если нанесенный слой меди не облужен и не посеребрен гальваническим способом, завести конец монтажного провода, вывод конденсатора или спротивления в отверстие, предназначаемое для пайки. Так как стенки отверстий также покрыты слоем меди, то просунутые в них выводы деталей или монтажные провода могут быть надежно припаяны. В этом случае отверстия являются как бы опорными точками для механического закрепления выводов деталей и проводов, предохраняющими слой меди от отслаивания во время монтажа и эксплуатации прибора.



Фиг. 8-13. Пример пайки провода в отверстии к „печатному" монтажу.

На фиг. 8-13 показан описанный пример пайки провода в отверстии. В тех редких случаях, когда необходимо произвести припайку монтажных проводов между отверстиями, например при подгонке отвода от катушки, выполненной печатным способом, допускается пайка «внакладку».

Следует учитывать при этом, что нанесенный слой меди при неаккуратном обращении отслаивается. Отслаивание может произойти, если пайка производится паяльником, остро заточенным или обгоревшим, имеющим раковины и другие неровности. Таким паяльником легко можно зацепить край металлопокрытия и этим вызвать его отслаивание. При отпайке проводника от нанесенного слоя монтажеру также следует быть осторожным, так как если пайка не прогрета и монтажер преждевременно потянет отпаиваемый проводник, то вместе с проводником легко можно оторвать слой меди, и деталь придет в негодность. К пай-

кам, требующим особого внимания, следует отнести пайки деталей с полистироловой изоляцией и кабелей с полиэтиленовой изоляцией ввиду малой теплостойкости изоляции. Такие пайки следует производить возможно быстрее, не давая прогреться контакту детали настолько, чтобы расплавился полистирол или полиэтилен. Рекомендуется охлаждать деталь или кабель около места пайки тряпочкой, смоченной в воде.

Следует еще упомянуть о промывке паек. Выполнив пайку, монтажер должен ее промыть, т. е. удалить с поверхности пайки и вокруг нее остатки канифоли и ее паров, оседающих в виде белого налета. Промывка производится кисточкой или чаще всего тряпочкой, намотанной на губки пинцета, смоченной в растворителе — спирте или скипидаре. После промывки пайка приобретает чистый и блестящий вид. При промывке паек следует иметь в виду, что лакокрасочные покрытия некоторых деталей, например сопротивлений типа ВС и конденсаторов типа КБГМ, а в особенности их маркировки, могут быть растворены и смыты. Могут быть повреждены также полированные детали из полистирола. Поэтому, применяя растворители, надо в каждом отдельном случае проверять, не приносят ли они вред деталям прибора. Денатурированный спирт на покрытие деталей обычно не действует, и его можно рекомендовать для промывки паек.

В дополнение к сказанному следует добавить, что качественная пайка может быть выполнена только при условии поддержания соответствующего температурного режима паяльника. Паяльник должен быть так нагрет, чтобы он нагревал припой до его температуры плавления. Если паяльник перегревает припой, пайка получается темной, шероховатой, припой на рабочей части паяльника плохо держится, скатывается, канифоль быстро сгорает. Рабочая часть паяльника покрывается большим количеством нагара. Перегрев паяльника практически определяется тем, что при опускании паяльника в канифоль она быстро плавится, разбрызгиваясь с шипением, и выделяет большое количество синего дыма. Канифоль очень быстро из светложелтой и прозрачной превращается в черную и становится негодной к употреблению. Если паяльник недогрет, им трудно расплавить припой и спаиваемое место требуется длительное время прогревать; пайка при этом получается непрочной и на работу тратится много времени. Канифоль в этом случае покрывает плотным слоем рабочую часть паяльника и на спа-

иваемое место ее попадает слишком много. Нормальным температурным режимом паяльника следует считать такой, при котором припой быстро плавится, но не скатывается с рабочей части паяльника. Канифоль сгорает не мгновенно, а остается на рабочей части паяльника в виде кипящих капелек. Количество припоя и канифоли на данную пайку при нормальной температуре паяльника легко регулируется паяльником. Требуемый температурный режим паяльника подбирается практическим путем посредством регулировки напряжения, подаваемого на паяльник.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

МОНТАЖ РАДИОАППАРАТУРЫ

9-1. МОНТАЖ АППАРАТУРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

К аппаратуре профессионального назначения предъявляются следующие основные требования: во-первых, аппаратура должна быть особенно прочной, так как она может работать в условиях тряски. Во-вторых, аппаратура должна быть устойчива к изменению температуры в больших пределах. В-третьих, аппаратура должна быть соответствующим образом защищена от проникновения влаги. Поэтому конструкция профессиональной аппаратуры и ее монтаж также во многом отличаются от конструкции и монтажа аппаратуры массового назначения. Прежде чем приступить к монтажу какого-либо вида аппаратуры профессионального назначения, монтажер должен ясно себе представить, в каких условиях будет работать прибор, к монтажу которого он приступает. Особенно это следует помнить монтажеру, выполняющему монтаж не макета прибора, а первого образца изделия или небольшой «головной» партии. Различные подходы к выполнению макета и головного образца объясняются тем, что макет в большинстве случаев не подвергается испытаниям на тряску и климатическим воздействиям, а служит лишь для лабораторной отработки схемы.

Приступая к монтажу образца изделия, монтажер должен помнить, что после того как образец будет отрегулирован по электрическим параметрам, он поступит на всевозможные испытания: в камеры холода, тепла и влаги и на различные виды тряски (ударную и вибрационную). Если благополучный исход испытаний в климатических камерах от

монтажера зависит в меньшей степени, чем от расчета параметров схемы и конструкции изделия и его деталей, то результат испытания на тряску в основном зависит от качества крепления деталей и монтажа. Очень часто при тряске прибор выходит из строя из-за обламывания какого-либо из проводов или выводов деталей.

Ниже излагаются основные соображения, которые следует учитывать при монтаже профессиональной аппаратуры. Следует заметить, что изложенный материал в значительной своей части может быть полезен при монтаже массовой аппаратуры (радиовещательные приемники, телевизоры, усилители и т. д.).

При изготовлении макетов или образцов радиоаппаратуры монтажеру часто выдается только принципиальная схема, по которой он выполняет монтаж. Перед началом монтажа рекомендуется подготовить схему для более удобного пользования ею. Часто бывает, что схема содержит только нумерацию деталей, а все остальные данные, как, например: величина, тип и мощность сопротивлений, емкость и тип конденсаторов и т. д., находятся в спецификации. Спецификация помещается или на том же листе, рядом со схемой, или прилагается к ней на отдельных листах. Такой схемой пользоваться неудобно, так как для того, чтобы узнать величину той или иной детали, приходится ее отыскивать в спецификации и отвлекаться от схемы, что будет замедлять работу по монтажу прибора.

Поэтому, получив схему для монтажа, следует, руководствуясь спецификацией, около условного обозначения каждой детали карандашом проставить необходимые дополнительные данные для выполнения монтажа. Эту разметку деталей на схеме следует сделать внимательно, так как, если при этом будут допущены ошибки, то этим будет затруднена регулировка прибора и затрачено дополнительное время для отыскания и исправления ошибки. После разметки на схеме данных деталей рекомендуется с помощью справочника проставить около обозначений ламп нумерацию штырьков, если на схеме этих данных нет.

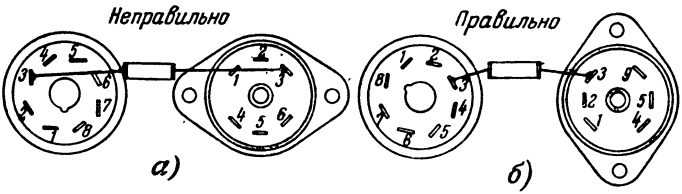
Если в монтируемом приборе на некоторые цепи нужно обратить особое внимание, например, сделать монтаж особенно коротким и жестким, свить провода и т. д., то такие цепи выделяются цветным карандашом. Определять специфику монтажа прибора следует с помощью инженера, разрабатывающего данный прибор, если монтажер не сможет решить эту задачу самостоятельно. В случае монтажа

прибора с большим количеством коммутационных проводов нужно их провести на схеме разноцветными проводами, тогда работа по монтажу будет значительно облегчена и возможность ошибки исключена. Если требуется выполнить монтаж некоторых цепей прибора проводами разных цветов, то около обозначений проводов на схеме делаются надписи с указанием цвета проводника. Одновременно выясняется, какими маркой и сечением нужно производить монтаж прибора.

В случае монтажа прибора с большим количеством коммутационных цепей, подходящих ко всем каскадам, нужно пользоваться всей схемой в развернутом виде, тогда схему для удобства работы следует развесить на стене или на куске фанеры, если вблизи стола нет стены. Для более удобного прослеживания соединительных линий на схеме очень удобно пользоваться указкой, которую нетрудно сделать из стального или латунного прутка диаметром 3—4 *мм*. Если прибор монтируется по схеме, в которой отсутствуют коммутационные цепи, то схему не обязательно развертывать всю, как в предыдущем примере, а лучше аккуратно складывать с таким расчетом, чтобы перед глазами монтажера была небольшая часть схемы, примерно в два-три каскада. После монтажа этой части схемы она складывается так, что другая ее часть выделяется, и т. д. Такой способ полезен тем, что внимание работающего сосредоточивается только на одной части схемы, по которой в данный момент ведется монтаж, другие части схемы его не отвлекают, что способствует более качественному и продуктивному выполнению работы.

Часто то или другое изделие (шасси, блок) поступает на монтаж из сборки с установленными крупными деталями: трансформаторами, фишками и т. д., размещенными на шасси конструктором при конструировании изделия. Размещение же мелких деталей, как то: сопротивлений типа ВС, конденсаторов постоянной емкости типа КСО или КБГМ, лежит на обязанности монтажера. Прежде чем начинать пайку схемы, монтажер должен продумать размещение конденсаторов, сопротивлений и соединительных проводов между деталями. Чем лучше он это сделает, тем меньше ему придется делать переделок в процессе монтажа и тем лучше и красивее будет выглядеть изделие. Кроме того, следует помнить, что по изготовленному образцу может производиться выпуск изделий в цехе в больших количествах. Поэтому чем лучше будет с технологической сторо-

ны сделан монтаж образца, тем легче и дешевле будет изготовляться тот или иной прибор. Необходимо выбрать наиболее правильное расположение ножек ламповых панелей по отношению к другим деталям, стараясь, чтобы анодные и сеточные концы были как можно короче (фиг. 9-1,*б*). Для этого часто приходится поворачивать ламповые панели и другие детали на соответствующий угол. Ламповые панели, имеющие крепление при помощи пружинного кольца, представляют в этом отношении значительные преимущества, так как позволяют производить поворот панели через каждые 45°. Ламповые панели с креплением при помощи двух винтов дают возможность производить поворот только



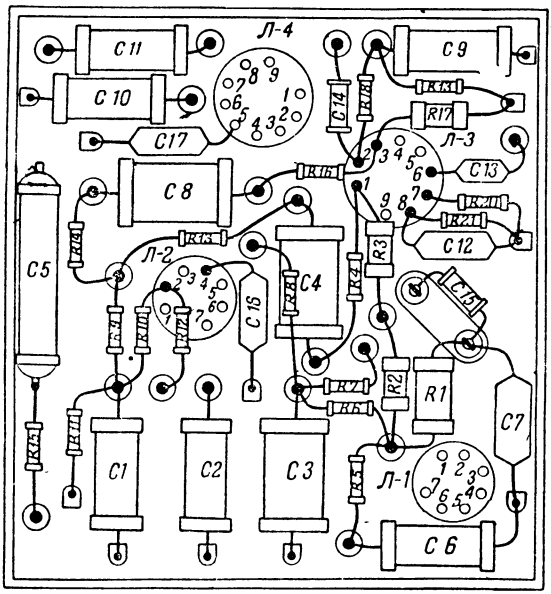
Фиг. 9-1. Взаимное расположение ламповой панели и контура при монтаже прибора.
а — неправильное; *б* — правильное.

на 180°. Поэтому целесообразно при изготовлении первого образца не сверлить на шасси крепежных отверстий (если применяются ламповые панели с креплением в двух точках). Разложив с внутренней стороны шасси ламповые панели, следует найти такое их расположение, при котором монтажные соединения получаются короче. После этого нетрудно, заметив направление «ключей», произвести сверление отверстий в шасси и крепление ламповых панелей. При монтаже аппаратуры профессионального назначения особое внимание обращается на надежность крепления как проводников, так и всех деталей схемы как крупных, так и мелких.

При размещении мелких деталей монтажер должен помнить, что каждая из деталей схемы может выйти из строя как во время регулировки, так и при эксплуатации прибора. Поэтому нужно устанавливать детали так, чтобы обеспечивалась возможность беспрепятственной замены поврежденной детали.

Чтобы наиболее правильно и целесообразно выполнить задачу размещения опорных точек, лепестков, а вместе

с ними и всех сопротивлений, конденсаторов и других мелких деталей схемы на шасси, лучше всего сначала разместить их на бумаге. Для этого на листе миллиметровой бумаги вычерчивается в масштабе 1 : 1 шасси или блок со всеми крупными деталями и узлами радиоприбора, который предстоит монтировать. На этом чертеже и производят размещение остальных «навесных» деталей, очерчивая все со-



Фиг. 9-2. Примерный чертеж расположения монтажных деталей, выполняемый для правильного их размещения перед началом монтажа.

противления, конденсаторы, опорные точки и лепестки в натуральную величину. При этом нужно располагать детали так, чтобы они находились в непосредственной близости от основных крупных узлов схемы, и вместе с тем стараться заполнить шасси деталями равномерно, не создавая слишком большой скученности их в одном месте шасси и пустых, свободных мест — в другом (фиг. 9-2).

После размещения всех деталей получается чертеж монтажа, с которого переносятся на шасси все размеры и намечаются места, где нужно сверлить отверстия под опорные точки и лепестки. Кроме того, по нему в дальнейшем

легко можно будет сделать полную монтажную схему, а на первое время этот чертеж облегчит процесс монтажа.

В дальнейшем, по окончании монтажа, наладки и регулировки такого образца, все неучтенные опорные точки, лепестки и различные скобки для крепления проводов отражаются в чертежах. При изготовлении последующей партии изделия эти детали будут устанавливаться при сборке прибора до начала монтажа.

В зависимости от конструкции радиоаппарата или его отдельных блоков изменяется и вид монтажа. Под видом монтажа подразумевается способ размещения на шасси мелких монтажных деталей: сопротивлений, конденсаторов, дросселей и т. д.

В практике монтажных работ применяется несколько способов размещения деталей.

Первый способ — так называемый планочный монтаж, когда все мелкие детали схемы размещаются на отдельных монтажных планках.

Второй способ — беспланочный; в этом случае детали схемы размещаются на специальных опорных точках и лепестках крупных деталей, жестко укрепленных на шасси или панели.

Третий способ — смешанный, при котором применяются первый и второй способы вместе, т. е. детали размещаются как на монтажных планках, так и на опорных точках и лепестках крупных деталей.

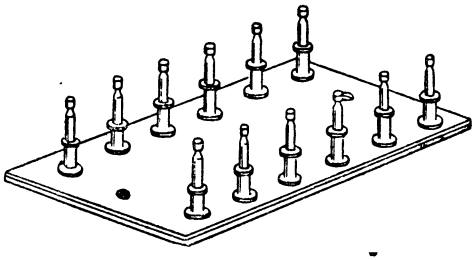
Ниже более подробно рассматриваются все три способа монтажа, их достоинства и недостатки.

Монтажные планки обладают рядом преимуществ. Во-первых, они дают возможность значительно повысить прочность крепления деталей и надежность монтажа. Во-вторых, монтажные планки при их умелом размещении сокращают длину соединительных проводников и упрощают монтаж, что повышает его компактность. В-третьих, применение монтажных планок позволяет производить монтаж отдельных частей схемы на заготовительных участках сборочных цехов, что уменьшает трудоемкость монтажных работ на сборочной линии.

Монтажная планка по своему виду представляет собой полоску, изготовленную из изоляционного материала, текстолита или гетинакса, толщиной 1,5—2 *мм* с отверстиями по краям, в которых укреплены штырьки или лепестки (фиг. 9-3).

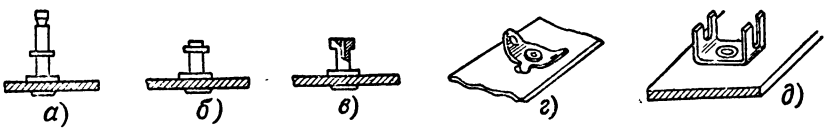
Иногда монтажные планки изготовляются из пластмассы, в этом случае штырьки или лепестки запрессовываются в тело планки.

Если монтажные планки изготовляются из текстолита или гетинакса, то перед развальцовкой штырьков или заклепок, крепящих лепестки, планка соответствующим образом



Фиг. 9-3. Монтажная планка со штырьками.

пропитывается бакелитовым лаком и хорошо просушивается, что улучшает ее электроизоляционные свойства. Штырьки изготовляются (точатся) из прутковой латуни и имеют различные размеры и виды: с одной или двумя проточками, с одной проточкой и отверстием в центре и др. (фиг. 9-4,*а*, *б*, *в*).



Фиг. 9-4. Конструкция штырьков и лепестков, применяемых на монтажных планках.

а — штырек с двумя проточками; *б* — штырек с одной проточкой; *в* — штырек с одной проточкой и сквозным отверстием; *г* — лепесток с двумя отверстиями; *д* — лепесток с двумя пазами.

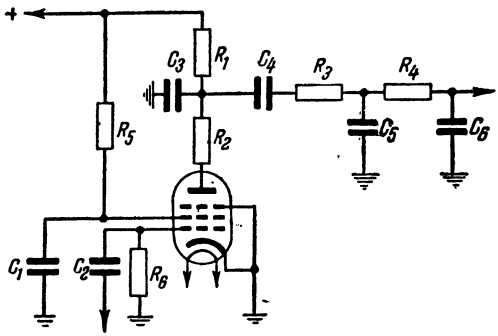
Лепестки изготовляются из листовой латуни различных размеров и видов (фиг. 9-4,*г*, *д*).

Для предохранения от окисления штырьки и лепестки серебрятся или лудятся.

Монтажер должен внимательно продумать расположение мелких деталей (сопротивлений, конденсаторов) на монтажных планках. Прежде чем производить пайку сопротивлений и конденсаторов на монтажной планке, следует сделать несколько эскизов на бумаге, для того чтобы найти

правильное, наивыгоднейшее расположение деталей. Составляя такой эскиз, следует располагать сопротивления и конденсаторы так, чтобы они занимали минимальное количество штырьков монтажной планки, что позволяет сократить ее размер.

Размещая детали на планках, следует разносить дальше друг от друга сопротивления и конденсаторы, а также провода анодных и сеточных цепей. Это правило может не соблюдаться только для переходных конденсаторов, которые соединяют анодную цепь предыдущего каскада с сеточной цепью последующего. Количество планок будет зависеть от



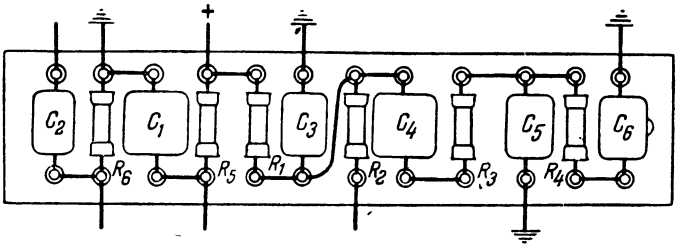
Фиг. 9-5. Часть схемы прибора.

количества мелких деталей (сопротивлений и конденсаторов). Планки следует размещать на шасси таким образом, чтобы провода от деталей, расположенных на них, к соответствующим деталям схемы были по возможности короче, особенно концы к сеточным и анодным лепесткам ламповой панели.

Следует помнить, что не всегда можно выносить мелкие детали (сопротивления и конденсаторы) на планки. В высокочастотных частях аппаратуры сопротивления и конденсаторы следует располагать как можно ближе к ламповым панелям, к конденсаторам переменной емкости и т. д.

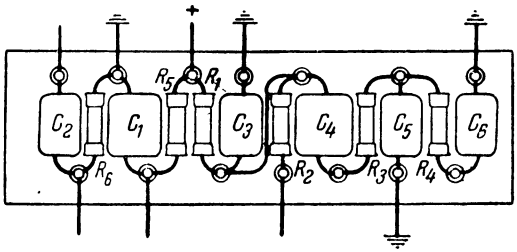
Для примера разберем расположение сопротивлений и конденсаторов схемы, приведенной на фиг. 9-5. Покажем, как можно расположить все сопротивления и конденсаторы, входящие в эту схему, на монтажной планке. На фиг. 9-6 показан один из вариантов расположения деталей схемы. При таком расположении всех сопротивлений и конденсаторов потребовалась бы большая планка, имеющая по 12 штырьков на каждой стороне. Эти же детали можно рас-

положить на монтажной планке, имеющей гораздо меньшие размеры. Расположить их следует, как показано на фиг. 9-7. Как видно из фигуры, все сопротивления и конденсаторы удалось расположить на планке, имеющей всего по семь штырьков на каждой стороне. Это дало экономию 10 штырьков и намного сократило габариты планки.



Фиг. 9-6. Расположение и монтаж деталей схемы фиг. 9-5 на планке.

Указанный на фиг. 9-7 второй вариант не является предельным. Можно найти третий вариант размещения этих же деталей, который по сравнению со вторым вариантом, если и не даст экономии штырьков, все же сократит размер монтажной планки по длине. Для этого нужно конден-



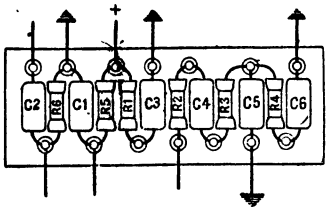
Фиг. 9-7. Вариант расположения и монтажа деталей схемы фиг. 9-5, требующий планки с меньшим количеством контактов.

саторы C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 и C_6 расположить на планке вертикально («на ребро»; фиг. 9-8). Это даст возможность уменьшить расстояние между штырьками, сдвинув их в одну сторону, сократив, таким образом, длину планки на 10—15 *мм*.

В этом варианте монтаж получился более компактным; концы, идущие к ламповой панели, также получились гораздо короче, чем в первом и втором случаях. Правда,

более скученное расположение деталей несколько затруднит смену деталей в процессе регулировки радиоаппарата и при ремонте во время его эксплуатации, но с этим приходится мириться, учитывая в первую очередь экономию материалов, а также места, занимаемого монтажной планкой на шасси. Монтаж начинается с механического закрепления всех необходимых перемычек и проводов для заземления, надежно обжимаемых на контактах.

После установки перемычек производится механическое закрепление проводов, соединяющих монтажную планку с другими деталями и узлами прибора, а также сопротивлений и конденсаторов. Механическое закрепление указанных деталей и проводов нужно начинать с одного из крайних контактов, слева направо. После закрепления провода, сопротивления или конденсатора на одном из первых контактов производится пайка соединения. После пайки на свободный конец провода навешивается «бирка», на которой отмечается, к какой детали или узлу данный провод должен быть присоединен. После закрепления и пайки на первом контакте производится механическое закрепление проводов и деталей на следующих контактах той же стороны монтажной планки. После окончания монтажа на контактах одной стороны монтажной планки последняя поворачивается незапаянными контактами и описанная выше операция повторяется.



Фиг. 9-8. Третий вариант расположения деталей, дающий возможность уменьшить длину монтажной планки.

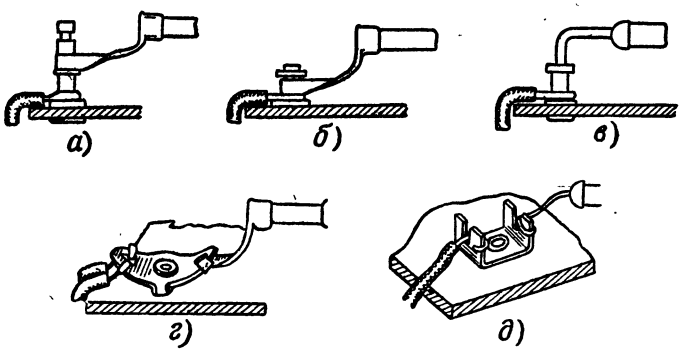
Существует определенное правило расположения и пайки проводов и выводов деталей к штырькам и лепесткам монтажных планок (фиг. 9-9).

На штырек, имеющий две проточки (фиг. 9-4,*а*), всегда следует провод припаивать на нижнюю проточку, а выводы сопротивлений или конденсаторов — на верхнюю проточку так, как показано на фиг. 9-9,*а*. Если сделать наоборот, т. е. провод припаять вверху, а деталь — внизу, то замена детали будет затруднена. Кроме того, при этом можно легко повредить изоляцию провода. На штырек, имеющий одну проточку (фиг. 9-4,*б*), следует паять сначала провод, опустив его в самый низ проточки, а затем уже выводы деталей (фиг. 9-9,*б*).

В случае, если на планке вместо штырька приклепан лепесток, имеющий на своих концах отверстия или пазы (фиг. 9-4,*г*, *д*), то в одно отверстие или паз следует заводить и паять провод, а в другие — выводы сопротивлений или конденсаторов (фиг. 9-9,*г*, *д*).

После запайки на всех контактах монтажной планки проверяется правильность монтажа по схеме или эскизу монтажа, пайки промываются и производятся укладка и вязка в жгут монтажных проводов.

Укладка проводов начинается с того, что каждый провод в соответствии с обозначением на его бирке изгибается и



Фиг. 9-9. Правила закрепления проводов и выводов деталей на штырьках и лепестках монтажных планок.

а — на штырьке с двумя проточками; *б* — на штырьке с одной проточкой; *в* — на штырьке с одной проточкой и сквозным отверстием; *г*, *д* — на лепестках с двумя отверстиями и двумя пазами.

направляется в ту сторону прибора, где расположена деталь или узел, к которым данный провод должен быть присоединен. Когда все провода таким образом будут разобраны и направлены в соответствующие стороны, их нужно в нескольких местах подвязывать нитками, чтобы они к моменту монтажа в прибор не были спутаны.

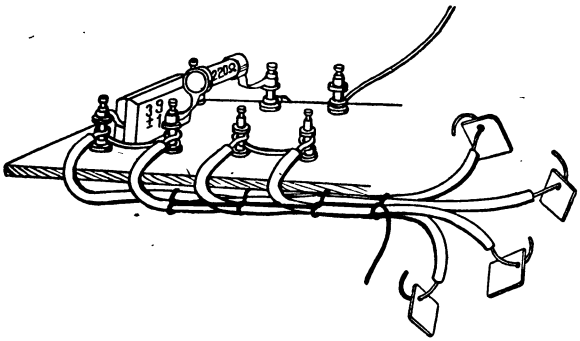
Если по ходу монтажа выясняется, что провода монтажной планки должны быть увязаны с другими проводами монтажа прибора, то отдельно вязку проводов монтажной планки делать не нужно, так как они уложатся и увяжутся одновременно с проводами общего жгута прибора.

В том случае, когда провода монтажной планки не должны быть связаны с другими проводами монтажа прибора, укладка и вязка проводов монтажной планки делаются отдельно. На фиг. 9-10 показаны укладка и вязка

проводов монтажной планки. После вязки проводов планка устанавливается в прибор для дальнейшего монтажа.

Несмотря на все вышеуказанные преимущества, монтажные планки имеют и ряд недостатков. Основной из них заключается в том, что они занимают слишком много места при горизонтальном размещении на шасси или требуют глубокого поддона при вертикальном размещении.

Применение монтажа с размещением деталей на монтажных планках можно рекомендовать для радиоаппаратуры, габариты шасси или блоков которой не так жестко ограни-



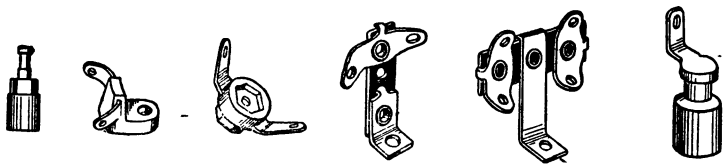
Фиг. 9-10. Монтаж, укладка и вязка в жгут проводов монтажной планки.

чены размерами, но где предъявляются повышенные требования к прочности монтажа.

В тех случаях, когда габариты шасси или блока радиоаппаратуры ограничены и не позволяют применить монтажные планки, монтаж делается по второму способу, т. е. мелкие детали схемы, сопротивления ВС, МЛТ, конденсаторы КБГИ, КСО, КТК, КДК и т. д. размещаются в висячем положении, как бы растягиваются в воздухе между специальными опорными точками или лепестками ламповых панелей, фильтров промежуточной частоты, различных контуров, трансформаторов и т. п. Для производства монтажа этого вида изготовляются опорные точки нескольких типов (фиг. 9-11). Опорная точка представляет собой латунный штырек или лепесток, укрепленный на подставке или планке из изоляционного материала: пластмассы, текстолита, гетинакса или керамики. Подставка или планка в свою очередь имеют металлическую втулку с резьбой или угольник, при помощи которых опорная точка винтом крепится к шасси.

Примером монтажа по второму способу является монтаж автомобильного приемника, предназначенного для автомашины «Зим». Приемник представляет собой шестиламповый супергетеродин; его принципиальная схема приведена на фиг. 9-12 (см. вклейку).

Конструктивно приемник выполнен на шасси, которое крепится в кожухе, имеющем две крышки; на одной из них, передней, укрепляется динамик. В верхней части кожуха и передней крышки помещается наличник с укрепленным на нем кнопочным механизмом настройки приемника.



Фиг. 9-11. Конструкции опорных точек, применяемых для закрепления и пайки на них выводов деталей.

На фиг. 9-13 (см. вклейку) приводится чертеж шасси приемника с установленными на нем крупными узлами (вид со стороны монтажа). На чертеже также изображены провода, о прокладке которых будет сказано ниже.

Шасси приемника изготовлено из листового железа толщиной 1,5 *мм* и имеют плоскую конструкцию размером 221 × 205 *мм*. С трех сторон шасси имеет небольшие борта, высотой 10 *мм*, с резьбовыми отверстиями для крепления шасси к кожуху. С четвертой стороны борт имеет высоту 1,5—2 *мм* и служит для придания жесткости этой стороне шасси.

В центре шасси с небольшим смещением вверх и влево имеется прямоугольное окно размером 57 × 80 *мм*, в которое входит магнитная система динамика. На шасси размещены все крупные детали и узлы приемника: ламповые панели, контуры коротковолновых диапазонов, фильтры промежуточной частоты, конденсаторы типа КБГ-$М_1$, выходной трансформатор, подстроечные конденсаторы. Ламповые панели применены керамические, октального типа, с пружинящим кольцом для крепления панели на шасси. Панели такого типа описаны в гл. 3.

Все крупные вышеперечисленные детали приемника расположены с одной стороны шасси, их точки крепления и

лепестки через специальные отверстия выводятся на другую сторону. Эта сторона шасси, окруженная с трех сторон небольшими бортами, называется монтажным поддоном, на котором в дальнейшем будет производиться весь электрический монтаж, т. е. проложены провода, расположены сопротивления и конденсаторы и запаяны согласно принципиальной схеме.

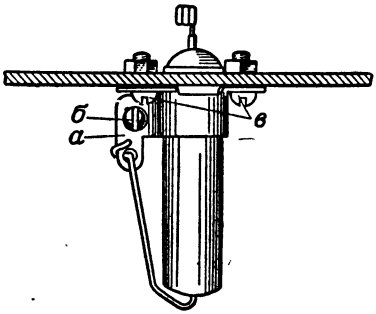
Внимательное рассмотрение фиг. 9-13 показывает, что применить при монтаже шасси монтажные планки, учитывая их сравнительно большой размер, не удается, так как установить их в горизонтальном положении мешает отсутствие свободного места между крупными деталями схемы, а вертикально установить не позволяет конус держателя диффузора динамика, близко подходящий к тем же деталям. Таким образом, монтаж шасси можно будет делать только вторым способом.

Приступая к монтажу, необходимо учитывать, что шасси приемника имеет сравнительно небольшие размеры, а количество мелких деталей, которые следует разместить на нем, значительно. В связи с этим необходимо особенно строго соблюдать последовательность монтажа, прокладывая и размещая в первую очередь те провода и детали, которые позже проложить и разместить будет затруднительно. Начать следует с прокладки всех «земляных» проводов, т. е. соединить проводом согласно принципиальной схеме все элементы схемы, имеющие соединение с «землей».

Под словом «земля» подразумевается корпус шасси. Для таких соединений обычно применяется медный монтажный провод ММ (см. гл. 2), посеребренный, диаметром 0,8—1 *мм*. Так, у ламповых панелей лампы $Л_1$ (6К4) высокой частоты, $Л_2$ (6А7) смесителя, $Л_3$ (6К4) первого усилителя промежуточной частоты и $Л_4$ (6Г2) детектора и первого усилителя низкой частоты нужно соединить проводом первые лепестки, считая от ключа по часовой стрелке, с ближайшим к соответствующей ламповой панели «земляным» лепестком, укрепленным на шасси. На первую ножку у этих ламп выведен их баллон, а в стеклянных лампах — внутренний экран. У ламповой панели выходной лампы $Л_5$ (6П6С) следует соединить с «земляным» лепестком второй лепесток, соединяемый со второй ножкой лампы (один из концов нити накала). Кроме того, из схемы видно, что один конец вторичной обмотки выходного трансформатора заземлен. Для этого соединяем проводом вывод № 3 на планке выходного трансформатора с «земляным» лепестком.

Следующая операция состоит в соединении вывода «корпус» блокировочных конденсаторов КБГ-$М_1$ (в анодных, сеточных и катодных цепях): C_{12}, C_{13}, C_{15}, C_{16}, C_{31}, C_{32}, C_{33}, C_{37}, C_{38}, C_{39}, C_{44} и C_{45} с землей. Для этого вывод, идущий от корпуса конденсатора, сгибается вниз с небольшим радиусом в месте сгиба и укладывается вдоль корпуса конденсатора, конец провода заводится в отверстие в хвосте хомутика, крепящего конденсатор на шасси, и опаивается припоем.

Способ установки и закрепления этих конденсаторов на шасси приемника показан на фиг. 9-14.



Фиг. 9-14. Способ установки конденсаторов типа КБГ-$М_1$ в вертикальном положении.

а — хомутик с лепестком для заземления; *б* — зажимной винт; *в* — крепежные винты.

После пайки блокировочных конденсаторов следует приступить к прокладке и монтажу цепей, требующих экранировки. Как видно из схемы, такими цепями являются: провода, идущие к регулятору чувствительности R_{13}, один провод к регулятору тембра R_{18} и три провода к регулятору громкости R_{27}. Все три регулятора находятся вне шасси и вынесены на механизм настройки, являющийся отдельным узлом приемника. Как уже было сказано, механизм настройки и его монтаж нами не рассматриваются. Для прокладки экранированных цепей можно применить провод марки БПВЛЭ. Токи, идущие по этим цепям, незначительны, поэтому можно взять провод сечением 0,35 *мм*². Способ и правила концевой заделки экрана и изоляции на таких проводах описаны в гл. 7 настоящей книги.

К регулятору чувствительности прокладывается один провод от шестого лепестка ламповой панели $Л_3$ (экранная сетка лампы 6К4), второй — от расположенной около этой ламповой панели опорной точки *9*, на которую в дальнейшем будет заведена цепь «плюс» высокого напряжения. Оба провода, концы которых заведены и закреплены на соответствующих лепестках, укладываются рядом друг с другом с правой стороны шасси. Металлическую оплетку проводов следует запаять на «земляные» лепестки, установленные на шасси, т. е. заземлить экраны проводов.

На регулятор тембра пойдет один провод, от опорной точки *16*. Между нею и шестым лепестком ламповой панели $Л_4$ (анод лампы 6Г2) позднее будет установлен конденсатор C_{43}. Из проводов, идущих от регулятора громкости, первый идет от третьего лепестка ламповой панели $Л_4$ (катод 6Г2), а второй — от опорной точки *12*. На эту опорную точку при монтаже деталей будут помещены сопротивления R_{25}, R_{26} и конденсатор C_{50}. Третий провод пойдет от опорной точки *11* на движок регулятора громкости. Между этой опорной точкой и вторым лепестком ламповой панели $Л_4$ (управляющая сетка лампы 6Г2) в дальнейшем будет установлен конденсатор C_{51}. После заводки и закрепления концов этих проводов на лепестках все четыре провода собираются вместе, прокладываются вдоль стенки отсека блока питания на левую сторону и через отверстие пропускаются на другую сторону шасси. Металлическую оплетку проводов нужно также опаять на «земляные» лепестки. Вторые концы экранированных проводов, идущих к регуляторам, расположенным на механизме настройки, оставляются свободными и окончательно запаиваются при сопряжении шасси с механизмом настройки. Таким же способом прокладываются и остальные экранированные провода.

Прежде чем приступить к прокладке и монтажу проводов цепей накала ламп, следует правильно выбрать сечение провода. Из схемы видно, что наибольший ток накала (порядка 2,5 *а*) будет при работе от 6-вольтового аккумулятора, так как в этом случае все нити накала ламп соединяются параллельно и тогда неправильно выбранное сечение провода может привести к большому падению напряжения в этих цепях. Подробнее о выборе необходимого сечения проводов для цепей накала излагается в гл. 2. По этим соображениям для монтажа цепей накала в приемнике применен провод сечением 0,5 *мм*^{2} марки МР. Прокладку и монтаж проводов накала следует начать от проходных конденсаторов C_{67} и C_{77}, через которые напряжение накала подается от блока питания. Так, первый провод заводится и закрепляется на вывод конденсатора C_{67}, прокладывается на шасси и закрепляется на восьмом лепестке ламповой панели $Л_4$. Второй провод с этого лепестка прокладывается на второй лепесток ламповой панели $Л_3$, от которого прокладывается третий провод ко второму лепестку ламповой панели $Л_2$. Четвертый провод таким же образом прокладывается на второй лепесток ламповой панели $Л_1$. Таким же образом

по принципиальной схеме прокладываются и монтируются провода второго плеча накала ламп.

После того как все провода накала ламп уложены и закреплены на соответствующих лепестках, можно приступать к их пайке. Для монтажа всех остальных цепей приемника (анодных, сеточных, катодных) можно применить провод меньшего сечения: МР 0,35 *мм*², так как текущий по этим цепям ток незначителен. Следующими цепями, к монтажу которых можно перейти, являются цепи высокого напряжения. Таких цепей две: первая — до фильтра, с вывода электролитического конденсатора C_{78} через отверстие в стенке отсека блока питания и отверстие в шасси, прокладывается проводом к лепестку № 2 (на планке выходного трансформатора), куда выведен один из концов первичной обмотки выходного трансформатора $Тр_1$. Вторая цепь — после фильтра, с вывода электролитического конденсатора C_{79} через второе отверстие в стенке отсека блока питания, прокладывается проводом к одному из лепестков держателей предохранителя.

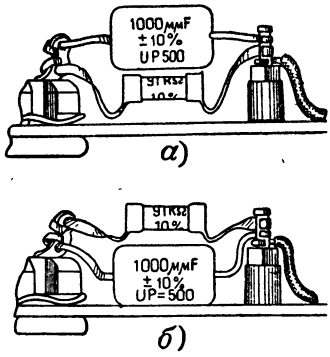
Со второго лепестка держателя предохранителя цепь высокого напряжения разводится на соответствующие опорные точки *13*, *9*, *1*. Концы проводов на опорных точках следует закрепить, но их пайки не производить, так как в дальнейшем на них будут устанавливаться сопротивления R_1, R_3, R_{10}, R_{11}, R_{12}, R_{15}, R_{16}. На провода, проходящие через отверстия в экране блока питания и шасси, необходимо надеть небольшие кусочки электроизоляционной трубки для предохранения от повреждения изоляции провода в этих местах. Таким же образом следует прокладывать и монтировать провода всех остальных цепей приемника, причем сначала нужно прокладывать провода, имеющие большую длину, и укладывать их вниз, а более короткие во вторую очередь и укладывать их сверху.

Так, например, провода, соединяющие выводы фильтров промежуточной частоты с анодами и сетками ламп $Л_2$, $Л_3$ и $Л_4$, монтируются в самую последнюю очередь и прокладываются по кратчайшему пути. Кроме того, всегда следует помнить, что после заводки и закрепления какого-либо провода на лепестке, пайку можно производить только в том случае, если позже к этому лепестку ничего больше не будет подводиться.

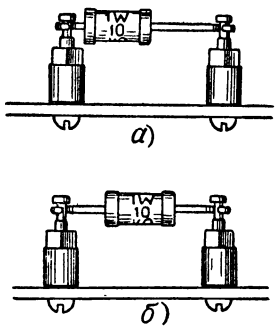
В тех же случаях, когда кроме провода на лепесток будет еще заводиться вывод сопротивления или конденсатора, пайка не производится, так как в отверстия лепестка, зали-

тые припоем, невозможно будет завести выводы других деталей. Только по окончании прокладки и монтажа всех необходимых проводов можно будет приступать к размещению и монтажу сопротивлений и конденсаторов. Монтаж их следует начинать от первой лампы приемника, постепенно переходя к последней, или же, наоборот, от последней лампы к первой.

Не следует начинать монтаж с середины схемы, так как в этом случае можно легко пропустить какое-либо сопротив-



Фиг. 9-15. Монтаж конденсатора и сопротивления при размещении их друг над другом.
а — неправильно; *б* — правильно.



Фиг. 9-16. Размещение детали между двумя опорными точками.
а — неправильное; *б* — правильное.

ление или конденсатор или запаять их не в то место схемы. Не следует также забывать о некоторых обязательных правилах при установке и монтаже сопротивлений и конденсаторов:

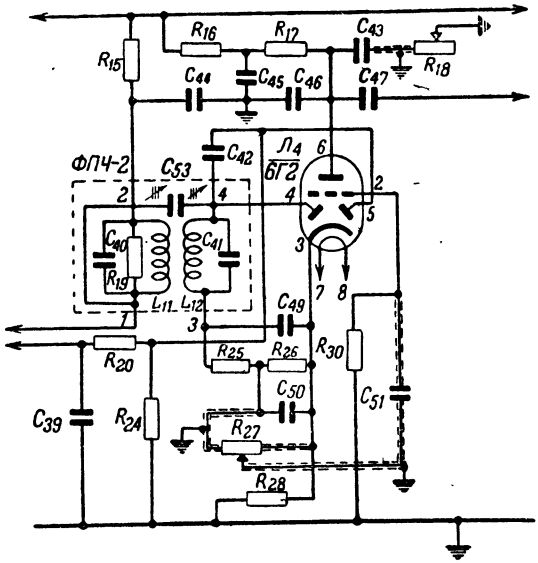
1. В том случае, когда невозможно разместить сопротивления и конденсаторы типа КСО рядом из-за недостатка места на шасси или по условиям работы схемы, приходится размещать их один над другим. При этом конденсатор необходимо располагать внизу, стараясь положить его ребром на поверхность шасси.

Сопротивление нужно устанавливать над конденсатором, потому что расположенное внизу, близко к шасси, оно может замкнуться на «землю». Конденсатор, опрессованный пластмассой, таких замыканий не боится.

Кроме того, вследствие сравнительно большой массы, конденсатор, установленный на выводах в висячем положе-

нии без опоры на плоскость шасси, может легко обломить выводы во время тряски (фиг. 9-15).

2. Монтаж сопротивлений и конденсаторов следует производить в определенной последовательности, и в случае установки двух или трех деталей одна над другой всегда нужно в первую очередь монтировать ту, которая должна стоять внизу. Если же сначала установить и замонтировать верхние детали, то последующий монтаж нижней детали будет затруднен.



Фиг. 9-17. Часть принципиальной схемы автомобильного приемника.

3. Сопротивление или конденсатор, монтируемые между какими-либо двумя точками, нужно располагать в центре между ними, с тем чтобы оба вывода их имели одинаковую длину (фиг. 9-16).

4. Необходимо располагать и монтировать детали так, чтобы была возможность читать их номинал и допуск. Для примера более подробно разберем размещение и монтаж сопротивлений и конденсаторов, непосредственно относящихся к небольшому участку схемы того же приемника: лампа $Л_4$ (6Г2) и $ФПЧ_2$. Эта часть схемы наиболее характерна ввиду большого количества деталей по сравнению с другими частями схемы и приводится на фиг. 9-17.

Монтаж начинается с конденсатора C_{49} типа КСО-2 емкостью 100 *мкмкф*. Конденсатор ставится ребром на шасси между ламповой панелью и фильтром промежуточной частоты и один из его выводов заводится в проволочное кольцо третьего вывода фильтра промежуточной частоты. Второй вывод конденсатора заводится в нижнее отверстие третьего лепестка ламповой панели $Л_4$, куда уже ранее был заведен конец экранированного провода, идущего на регулятор громкости.

После этого надежно закрепляются выводы конденсатора, лишние концы предварительно обкусываются, но не запаиваются, потому что в эти точки в дальнейшем будут заводиться выводы других деталей. Затем монтируется конденсатор C_{42} такого же типа емкостью 330 *мкмкф*, идущий с четвертого вывода фильтра промежуточной частоты на пятый лепесток ламповой панели.

Конденсатор ставится на ребро рядом с фильтром промежуточной частоты, один из выводов закрепляется и запаивается на четвертом выводе фильтра промежуточной частоты, а второй его вывод закрепляется, без пайки, на пятом лепестке ламповой панели. После этого размещаются и монтируются конденсаторы C_{43} и C_{46}, первый типа КСО-5 емкостью 4 700 *мкмкф*, второй типа КСО-2 емкостью 100 *мкмкф*. Согласно схеме один из выводов каждого конденсатора заводится в нижнее отверстие шестого лепестка ламповой панели. Оба конденсатора ставятся ребром на шасси рядом друг с другом: с левой стороны конденсатор C_{43}, а справа — конденсатор C_{46}.

Второй вывод конденсатора C_{46} заводится на лепесток «земля», закрепляется и запаивается, а второй вывод конденсатора C_{43} заводится на опорную точку *16* и также закрепляется и запаивается. С этой опорной точки экранированный провод идет на регулятор тембра. Выводы конденсаторов на лепестке ламповой панели опаивать не нужно, так как сюда будет заводиться вывод сопротивления R_{17}, затем устанавливается и монтируется последний конденсатор C_{51} типа КСО-5 емкостью 10 тыс. *мкмкф*. Этот конденсатор, так же как и предыдущие, устанавливается на ребро рядом с ламповой панелью. Первый вывод конденсатора закрепляется и запаивается на опорной точке *11*, куда ранее был заведен экранированный провод, идущий на регулятор громкости.

Второй вывод конденсатора заводится в нижнее отверстие второго лепестка ламповой панели $Л_4$ и закрепляется

на нем. В верхнее отверстие этого же лепестка заводится ленточный вывод сопротивления R_{30} типа ВС 0,25 *вт*, 2,2 *мом*, закрепляется и запаивается. Второй вывод сопротивления заводится и закрепляется без пайки на лепестке «земля». При этом сопротивление размещается над ламповой панелью, параллельно корпусу конденсатора C_{51}.

После монтажа этого сопротивления можно переходить к размещению и монтажу сопротивления и конденсатора, идущих с третьего лепестка ламповой панели $Л_4$. Первое сопротивление R_{28} типа ВС 0,25 *вт*, 3,9 *ком* размещается над ламповой панелью, рядом с сопротивлением R_{30}. Один вывод сопротивления R_{28} заводится на третий лепесток ламповой панели, второй вывод, идущий на «землю», заводится на лепесток «земля», куда был заведен вывод сопротивления R_{30}. Вывод закрепляется и запаивается. Второе сопротивление R_{26} типа ВС 0,25 *вт*, 1 *мгом* одним выводом заводится также на третий лепесток ламповой панели $Л_4$, а вторым на опорную точку *12*. Параллельно этому сопротивлению на те же точки помещается конденсатор C_{50} типа КТК, емкостью 47 *мкмкф*. Выводы сопротивлений и конденсатора на лепестке ламповой панели закрепляются и запаиваются.

На опорной точке *12*, где были закреплены выводы сопротивления R_{26} и конденсатора C_{50}, закрепляется и запаивается вывод сопротивления R_{25} такого же типа и той же мощности, но имеющего сопротивление 33 *ком*. Сопротивление размещается рядом с сопротивлениями R_{26} с его правой стороны. Второй вывод сопротивления R_{25} заводится и закрепляется на третьем выводе фильтра промежуточной частоты, куда уже заведен вывод конденсатора C_{49}.

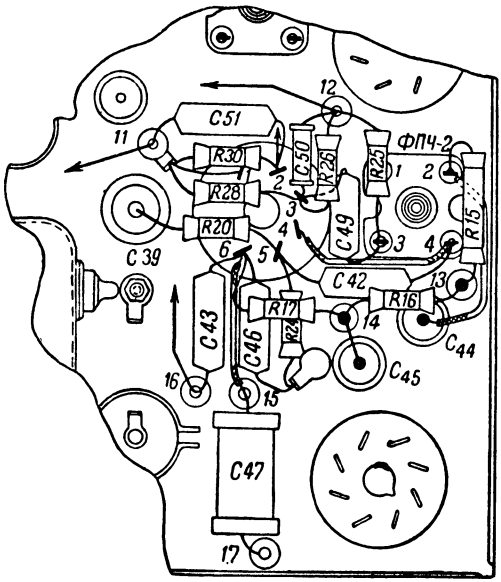
После этого производится пайка. Точно таким же образом размещаются и монтируются в соответствующих местах все остальные сопротивления (R_{24}, R_{20}, R_{17}, R_{16}, R_{15}) и конденсатор C_{47} (типа КБГ-И-200-0,05). Зазор между каждым из сопротивлений R_{30}, R_{28} и R_{20}, помещенными над ламповой панелью, и ее лепестками, должен быть не менее 2—3 *мм* во избежание замыканий.

Практика эксплуатации смонтированных таким образом приемников показывает, что их монтаж гарантирует нормальную работу устройства в течение длительного времени в условиях значительных тряски и вибрации.

Монтажная схема описанного выше участка схемы приведена на фиг. 9-18.

Третий, смешанный способ монтажа, при котором детали располагаются как на монтажных планках, так и на опор-

ных точках и лепестках крупных узлов, применяется в тех случаях, когда габариты шасси или блока не позволяют применить достаточного для размещения всех деталей количества планок или когда из-за конструктивных причин монтажные планки оказываются удаленными от крупных узлов схемы на слишком большое расстояние, что вызывает нежелательное удлинение проводов.



Фиг. 9-18. Монтажная схема части принципиальной схемы приемника, приведенной на фиг. 9-17.

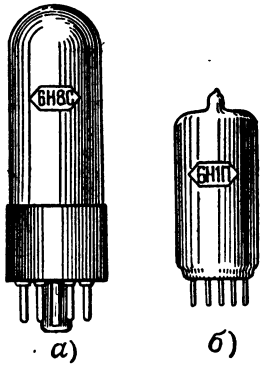
В таких случаях на монтажных планках размещают только детали, относящиеся к цепям постоянного тока или низкой частоты, а все остальные детали размещают непосредственно около основных узлов, на опорных точках и лепестках ламповых панелей и крупных деталей. Подробно этот способ монтажа не рассматривается, так как в нем одновременно применяется первый и второй способы, о которых подробно говорилось выше.

9-2. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА НЕКОТОРЫХ УЗЛОВ АППАРАТУРЫ

Описанные в § 9-1 примеры иллюстрируют основные способы монтажа радиоаппаратуры, последовательность прокладки проводов, размещения деталей на шасси и их пайки.

Практика монтажных работ этим не ограничивается, так как в современной радиоаппаратуре применяется огромное количество различных деталей и узлов, требующих иногда индивидуального подхода в процессе монтажа. Не имея возможности в настоящей книге описать все случаи и правила монтажа различных деталей и узлов, считаем необходимым остановиться на правилах и особенностях монтажа, наиболее часто встречающихся деталей и узлов, а также показать решение некоторых вопросов, с которыми монтажеру приходится при этом сталкиваться.

За последнее время при разработке и производстве радиоаппаратуры как профессионального, так и массового назначения, находят все большее применение электронные лампы новой конструкции, так называемые пальчиковые. Преимущество этих ламп заключается в том, что они значительно лучше по своим электрическим параметрам и имеют гораздо меньшие габариты, чем радиолампы с октальным цоколем, что очень важно при конструировании современной радиоаппаратуры.



Фиг. 9-19. Сравнительные размеры электронных ламп.
а — с октальным цоколем; *б* — пальчикового типа.

Достаточно для примера указать, что пальчиковая лампа типа 6Н1П по своим габаритам в 2 раза меньше равноценной по своим параметрам лампы 6Н8С с октальным цоколем (фиг. 9-19). Уменьшение габаритов электронных ламп в свою очередь вызвало уменьшение габаритов ламповых панелей. Кроме того, промышленность выпускает целый ряд малогабаритных деталей: сопротивления типа МЛТ, конденсаторы типа КСО-1 и т. д. Применение при конструировании малогабаритных ламп и деталей дает возможность значительно уменьшить размеры шасси, блока, а также общие габариты радиоаппаратов.

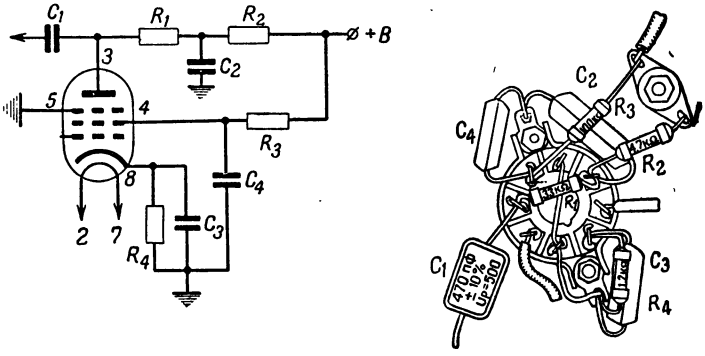
Монтаж радиоаппаратуры на пальчиковых лампах несколько отличается от монтажа на старых лампах.

При монтаже описанного выше приемника применены ламповые панели октального типа (под лампы с октальным цоколем), лепестки которых имеют достаточный размер и прочность, что давало возможность размещать и монтировать непосредственно на них такие крупные детали, как, на-

пример, конденсаторы типа КСО-5 и сопротивления типа ВС мощностью 1 и 2 *вт*. Кроме того, имеющиеся в каждом лепестке два отверстия позволяли заводить на него сравнительно большое количество выводов деталей и проводов.

Иногда не все лепестки восьмиштырьковой ламповой панели используются для соединения схемы с электродами лампы. Ряд ламп, например 6С2С и др., имеет на цоколе меньше восьми рабочих штырьков. В этом случае свободные лепестки можно использовать как опорные точки.

Пример расположения деталей схемы непосредственно на ламповой панели показан на фиг. 9-20. Здесь показана



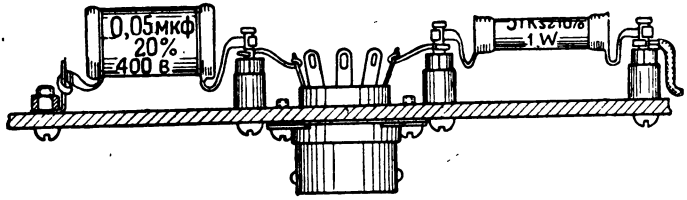
Фиг. 9-20. Расположение деталей схемы непосредственно на ламповой панели октального типа.

часть схемы усилительной ступени, детали которой смонтированы непосредственно на лепестках ламповой панели. Проводник, подающий напряжение от выпрямителя на лампу, припаивается к четвертому лепестку ламповой панели.

Размещение и монтаж крупных деталей в радиоаппаратуре на пальчиковых лампах вести указанным выше способом нельзя, так как у «пальчиковых» ламповых панелей, как семи-, так и девятиштырьковых благодаря их небольшому размеру лепестки имеют облегченную конструкцию. Они изготовлены из более тонкого материала, имеют гораздо меньшие размеры по длине и ширине и одно отверстие для заводки проводов и выводов деталей. Крупная деталь, закрепленная в висячем положении на таком лепестке, может легко его обломить при тряске во время эксплуатации радиоаппарата. Поэтому в тех случаях, когда к такому лепестку необходимо подвести большой конденсатор, сопротивление или несколько проводов и деталей, следует ставить

промежуточную опорную точку между лепестком и этими деталями (фиг. 9-21).

На шасси в непосредственной близости от соответствующего лепестка ламповой панели ставится опорная точка и соединяется с ним короткой перемычкой из голого провода 0,5—0,8 *мм*. Если проводов и деталей, которые нужно замонтировать, много, то часть проводов заводится на лепесток, а все остальные вместе с выводами деталей закрепляются на опорной точке. Такое размещение и монтаж проводов и деталей вызывают некоторый дополнительный расход опорных точек, но обеспечивают достаточную прочность монтажа. Не следует также применять для монтажа ламповых панелей провод большого сечения, так как в



Фиг. 9-21. Способ размещения большого сопротивления и конденсатора при монтаже прибора на пальчиковых лампах.

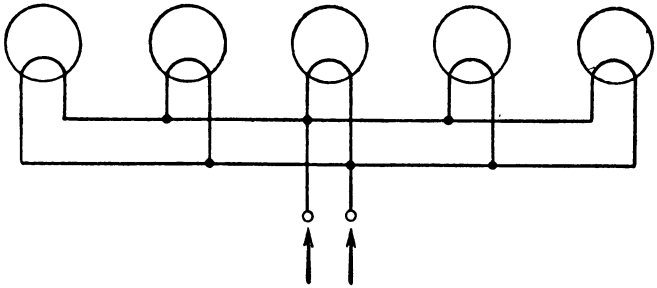
отверстие лепестка такие провода могут не пройти, а закрепление залуженных концов провода вокруг лепестка может привести к его поломке, а также сильно увеличит размер лепестка по ширине, что может вызвать замыкание на соседний лепесток.

Наиболее подходящим для этих целей является провод сечением 0,35 *мм*², но при этом нельзя заводить на лепесток более трех проводов. В случае необходимости закрепления на лепестке вместе с проводами и выводов мелких деталей (например, сопротивлений типа МЛТ), непосредственное крепление которых на лепестках допускается, можно как исключение завести два провода и два вывода деталей.

Монтаж проводов сечением больше 0,35 *мм*² можно делать только в случае необходимости, например при монтаже цепей накала в случае их параллельного соединения. Но даже и в этом случае можно добиться некоторого уменьшения сечения провода, особенно в приборах с большим количеством ламп, если накальную обмотку трансформатора питания подключить не в конце линии накала, а в середине ее.

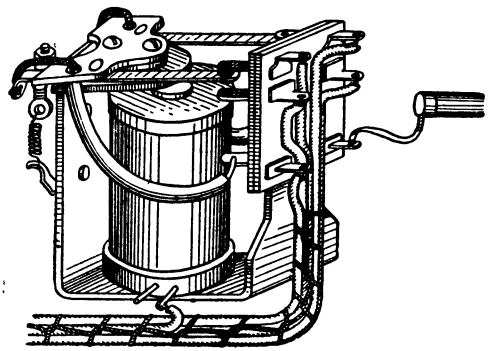
На фиг. 9-22 показана схема питания нитей накала прибора, имеющего пять ламп, где включение накальной обмотки сделано в середине линии.

При больших токах накала и значительных расстояниях между лампами указанные соображения следует учитывать.



Фиг. 9-22. Правильное включение проводов накала в многоламповых схемах.

Этими же правилами следует руководствоваться при монтаже тех узлов и деталей радиоаппаратуры, у которых выводные лепестки изготовлены из тонкого материала и имеют небольшие размеры. В первую очередь это относится



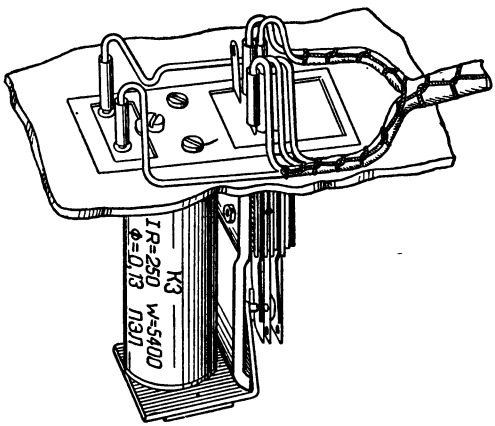
Фиг. 9-23. Сильноточное реле и его монтаж.

к монтажу различных реле, которые можно разбить на две группы: специальные реле (антенные, сильноточные и т. д.) и реле телефонного типа.

У реле первого типа (фиг. 9-23) выводы контактов и контактных пружин достаточно прочны, так как изготовлены из толстого материала, что объясняется большим то-

ком, проходящим через эти контакты. Поэтому монтаж таких реле можно, а иногда и необходимо делать проводом большого сечения. Кроме того, достаточная прочность выводов позволяет монтировать детали (сопротивления, конденсаторы) в случае необходимости непосредственно на них (фиг. 9-23).

У реле телефонного типа (фиг. 9-24), например: РС-13, 10-Б, РСМ-1, РСМ-2 и т. д., выводы изготовлены из тонкого материала, толщиной 0,1—0,15 *мм*, и расположены на небольшом расстоянии друг от друга. Из-за небольшой проч-



Фиг. 9-24. Реле телефонного типа (РС-13) и пример его монтажа.

ности таких выводов монтаж реле этого типа следует производить осторожно, проводом сечением не более 0,35 *мм*². На каждый вывод рекомендуется заводить по одному проводу, а для предохранения от замыкания одного вывода на другой в местах паек следует на всю длину вывода надеть кусочек электроизоляционной трубки (фиг. 9-24).

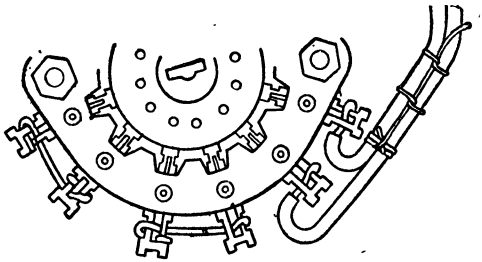
Во избежание перекоса выводов реле провода, идущие от них к схеме, должны иметь небольшой припуск в виде петли (фиг. 9-24). Вешать какие-либо детали на выводы таких реле не допускается.

Монтаж переключателей, особенно многоплатных, а также многоконтактных монтажных планок и других сложных узлов, к которым подходит большое количество проводов, входящих в конструкцию монтируемого прибора, как правило, следует производить вне прибора. Монтаж этих деталей

внутри прибора в большинстве случаев бывает очень затруднителен, поэтому они снимаются с передней панели или шасси прибора и монтируются отдельно, после чего вместе с проводами монтажа устанавливаются на место.

Перед тем как начать монтаж перечисленных узлов, рекомендуется производить подготовку монтажных проводов, как указано в гл. 7.

Монтаж переключателя надо начинать с механического закрепления перемычек на лепестках в соответствии со схемой или эскизом монтажа. Закрепив перемычки, монтажер переходит к следующей операции — закреплению проводов,



Фиг. 9-25. Закрепление перемычек и проводов на плате переключателя.

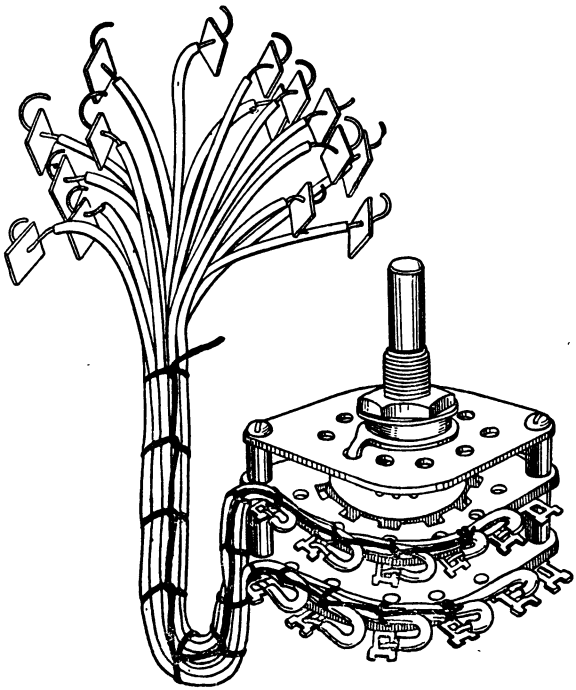
отходящих от переключателя к другим деталям и узлам прибора. На фиг. 9-25 показан пример механического закрепления перемычек и проводов на лепестке переключателя.

После закрепления и плотного обжатия плоскогубцами провода на лепестке производится пайка. Пайка проводов производится по мере их закрепления на лепестках переключателя. Одновременно с пайкой тщательно проверяется по схеме или эскизу монтажа правильность сделанного соединения. На противоположном, свободном конце провода рекомендуется навешивать бирку с обозначением на ней схемного номера узла и номера контакта, к которым провод должен быть присоединен.

Если каждый провод, припаянный к лепестку переключателя, отмечен биркой, в дальнейшем не придется затрачивать время на прозвонку и отыскание нужного провода для его присоединения к соответствующей детали или узлу монтируемого прибора. Закончив присоединение проводов к лепесткам переключателя и отметив их бирками, можно переходить к укладке и вязке проводов в жгут.

Укладку и вязку проводов нужно производить сначала на каждой плате (галете) переключателя, направляя их к стягивающим переключатель шпилькам. После укладки и вязки проводов на каждой плате (галете) переключателя они укладываются и увязываются в общий жгут.

Для удобства укладки и вязки проводов на переключателе рекомендуется его зажать за ось в тиски, установлен-



Фиг. 9-26. Укладка и вязка монтажных проводов на многоплатном переключателе.

ные на рабочем месте, в этом случае переключатель не нужно держать, освобождаются обе руки и работа значительно ускоряется. Для того чтобы для ремонта или других надобностей переключатель легко мог быть снят, необходимо предусмотреть шлейф (запас) жгута. На фиг. 9-26 показана укладка и вязка в жгут монтажных проводов на переключателе.

Дальнейшая укладка и вязка проводов могут производиться непосредственно в приборе. В тех случаях, когда про-

вода переключателя не вяжутся с другими монтажными проводами, они могут быть уложены, согнуты и связаны в жгут отдельно от прибора. После окончания монтажа переключателя необходимо промыть все пайки, проверить правильность фиксации и наличие соединения между подвижными и неподвижными контактами. Только после такой проверки переключатель можно устанавливать в прибор для дальнейшего монтажа.

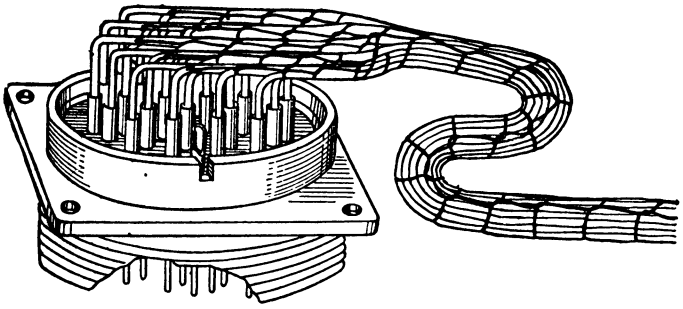
Штепсельный разъем, устанавливаемый на блоке, называется приборным штепсельным разъемом и является ответной частью кабельного разъема. Приборный штепсельный разъем представляет собой две круглые платы из изоляционного материала (обычно из пластмассы), в которых закреплены штырьки или гнезда. С одной стороны (со стороны пайки проводов) у штырьков и гнезд с торца просверлены глухие отверстия для заводки проводов и сделаны специальные срезы для удобства пайки провода.

Платы со штырьками или гнездами помещаются в патрубок и крепятся в нем пружинным кольцом. Кроме того, патрубок служит для крепления разъема на блоке и соединения с кабельным разъемом. Такие разъемы имеют от 2 до 48 и более штырьков или гнезд, и применение того или иного разъема зависит от количества коммутационных цепей, которые нужно подать на другой блок. Монтаж приборного штепсельного разъема с большим количеством штырьков или гнезд лучше всего делать вне прибора, так как это ускоряет работу и дает возможность избежать порчи изоляции во время пайки.

Распаивать провода на штырьках или гнездах следует по порядку, с таким расчетом, чтобы ранее припаянный провод не мешал пайке следующего. Для предохранения от различных замыканий между штырьками или гнездами после пайки провода нужно на штырек и часть провода надеть кусочек электроизоляционной трубки. После распайки всех необходимых проводов они собираются по рядам, связываются нитками на отдельные «косички», а затем на некотором расстоянии от разъема собираются все вместе в один жгут и также вяжутся нитками (фиг. 9-27). Смонтированный таким образом разъем помещается в блок, жгут укладывается, крепится скобками, и отдельные провода разводятся к соответствующим деталям. В месте крепления разъема на блоке или передней панели радиоаппарата из проводов необходимо сделать петлю (шлейф), чтобы в случае необходимости была возможность, отвернув крепящие

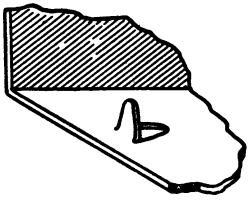
винты, снять разъем, немного отодвинув его от блока, и произвести нужный осмотр паек или сделать какую-либо перепайку.

При монтаже многоламповых аппаратов большое количество деталей приходится соединять (запаивать) с землей (корпусом).



Фиг. 9-27. Вид одного из типов приборного штепсельного разъема и пример его монтажа.

Существуют различные способы такого заземления. Наиболее удобными и надежными для этих целей являются специальные «высечки» на шасси (фиг. 9-28), которые должны быть предусмотрены при конструировании аппарата. К предварительно залуженным высечкам на шасси, изготовленном из стали, латуни или красной меди, можно легко и надежно припаять провод или вывод детали.

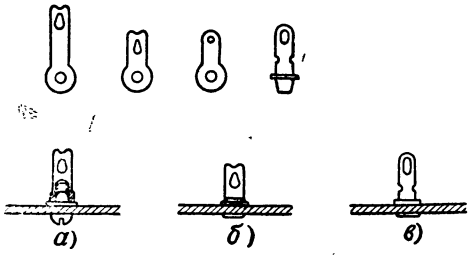


Фиг. 9-28. Высечка в шасси для заземления вывода детали или провода.

Для шасси, изготовленных из алюминия, который очень трудно поддается пайке, в последнее время находит применение гальваническое покрытие всего шасси оловянисто-свинцовой смесью. Такое покрытие позволяет производить на высечках алюминиевого шасси пайку обычным паяльником, припоем ПОС-30 или ПОС-40 так же легко, как на шасси из стали, латуни или красной меди. В тех случаях, когда на шасси высечки сделать нельзя, ставятся специальные лепестки на винтах или заклепках (фиг. 9-29).

Если в монтируемом приборе применяются ламповые панели с креплением винтами или заклепками, то их кре-

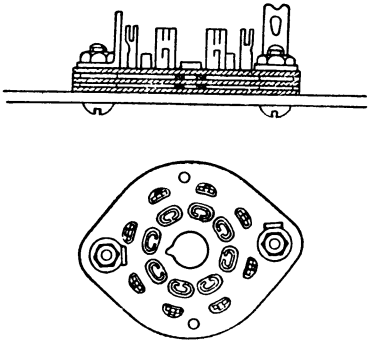
пежные винты или заклепки можно использовать для одновременного крепления заземляющих лепестков, как показано на фиг. 9-30.



Фиг. 9-29. Типы лепестков для заземления провода или вывода детали и способ их установки.

а — при помощи винта и гайки; *б* — при помощи заклепки; *в* — при помощи вытяжной заклепки.

Если по каким-либо причинам, например из-за большого количества деталей, подлежащих заземлению, сделать много высечек или поставить нужное количество лепестков затруднительно, то можно применить так называемую «земляную» шину. Для этого необходимо поставить на шасси несколько лепестков, соединив их между собой толстым голым посеребренным проводом диаметром 1,5—2 *мм*, на который следует заводить и паять выводы всех деталей, заземляемых по схеме. Установка такой шины показана на фиг. 9-31.

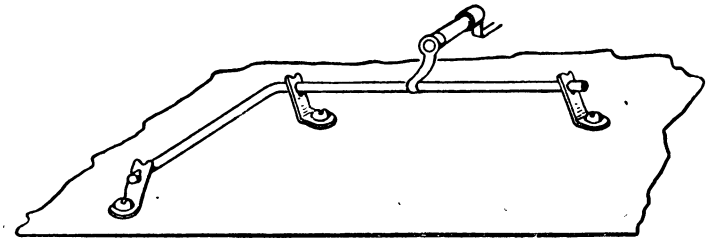


Фиг. 9-30. Крепление лепестков для заземления одновременно с креплением ламповой панели.

В случае монтажа керамических и воздушных подстроечных конденсаторов, у которых по схеме один из выводов заземляется, следует, как правило, заземлять тот вывод, который соединяется с подвижной частью — ротором. Это необходимо потому, что если заземлить не ротор, а статор конденсатора, то ротор будет под напряжением и при подстройке металлической отверткой может произойти случай-

ное замыкание на корпус прибора. Будет сказываться также влияние инструмента и руки оператора на настройку прибора, что затруднит его регулировку. При монтаже конденсаторов типа КТК в тех случаях, когда они по схеме заземляются, следует заземлять их внешнюю обкладку. Вывод внешней обкладки помечается краской на корпусе конденсатора.

Перед прокладкой монтажных проводов нужно внимательно просмотреть схему и выделить в ней так называемые коммутационные провода и провода питания, т. е. провода,



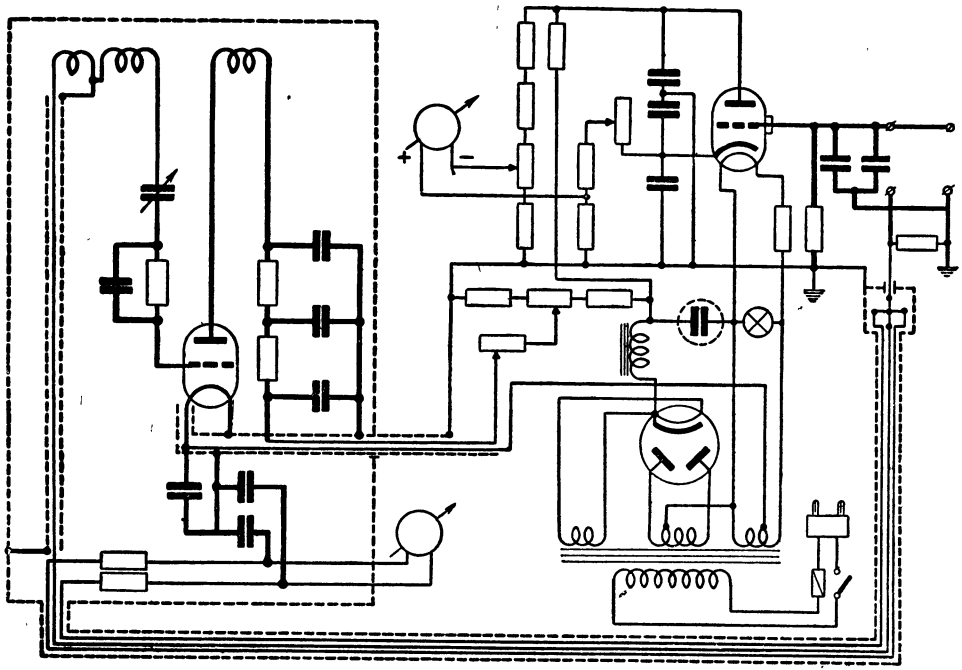
Фиг. 9-31. Установка и монтаж шины для заземления выводов деталей и проводов схемы.

при помощи которых производятся подача анодного напряжения и напряжения накала ламп, контроль рабочих режимов, а также дистанционное управление прибором. Такие провода обычно выводятся наружу из прибора специальными разъемами, при помощи которых данный блок соединяется с другими. Внутри блока все эти провода следует уложить и завязать в жгут. Вообще нужно все провода, какие можно, стараться шаблонировать, так как это облегчает и улучшает качество монтажа, особенно при массовом выпуске изделий. Шаблонированный монтаж подробно описывается в гл. 10.

На фиг. 9-32 приводится для примера схема прибора, на которой указано, в каких частях схемы следует применять тот или иной вид монтажа.

9-3. МОНТАЖ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

Монтаж измерительной аппаратуры отличается некоторыми особенностями, на которых следует остановиться подробнее. При монтаже измерительной аппаратуры монтажер может в основном руководствоваться соображениями, приведенными в § 9-1.



Фиг. 9-32. Принципиальная схема прибора.

Толстыми линиями обозначены высокочастотные цепи. Тонкими линиями обозначена часть схемы, выполненная шаблонированным монтажем.

Следует обратить внимание на то, чтобы измерительный прибор, особенно переносного типа, был подан на монтаж прочно собранным. Это значит, что все детали должны быть надежно укреплены на шасси или панели и ни в коем случае не сдвигались под влиянием тряски и других внешних воздействий. Прочно собранный прибор можно будет прочно смонтировать, и при всякого рода перемещениях и толчках во время транспортировки он будет сохранять свои рабочие параметры и градуировку. Сказанное относится в особенности к измерительным приборам, работающим на высокой частоте. Нарушение градуировки такого прибора может произойти вследствие сдвига монтажного проводника, вызванного смещением детали, входящей в колебательный контур, или недостаточной жесткостью монтажных проводников. Необходимо учитывать, что измерительная аппаратура предназначается для испытания различной аппаратуры, в том числе и профессиональной. Поэтому требования, предъявляемые к измерительной аппаратуре в отношении устойчивости во времени ее показателей, должны быть значительно выше.

По этим соображениям монтаж высокочастотных цепей в измерительной аппаратуре производится голым медным посеребренным проводом марки ММ диаметром 1,5—2 *мм*. Монтажные провода следует прокладывать по кратчайшим путям, так как при этом значительно повышается жесткость монтажа.

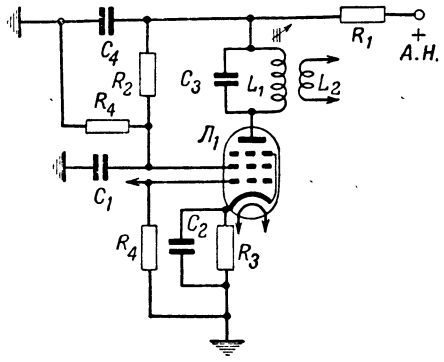
При монтаже деталей высокочастотной части схемы особое внимание следует обращать на правильность установки развязывающих фильтров и в особенности блокировочных конденсаторов. Чем выше частота, на которой работает прибор, тем большее значение это имеет. Поясним сказанное примером.

На фиг. 9-33 показана схема высокочастотной ступени. Детали R_1, R_2, R_3, R_4 и C_4 могут быть смонтированы на монтажной планке и размещены вдали от ламповой панели. Конденсаторы C_1 и C_2 должны быть смонтированы на самой ламповой панельке, а их выводы, идущие на лепестки ламповой панели и на «землю» (шасси или корпус прибора), должны быть возможно короче.

В некоторых случаях для уменьшения индуктивности монтажных проводников применяют не круглые, а плоские проводники — так называемые шины.

Вопросы монтажа прибора, работающего на высокой частоте, часто не могут быть решены только монтажером,

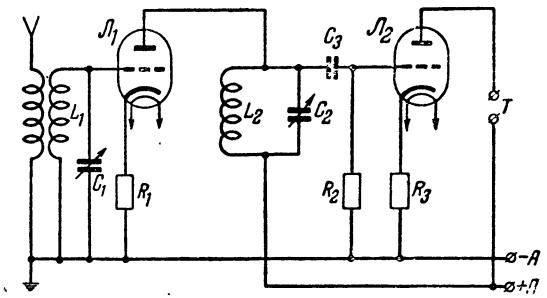
а требуют согласованной работы конструктора и монтажера. Если размещение деталей прибора плохо скомпоновано с точки зрения сокращения длины монтажных проводников, то можно заранее сказать, что такой прибор будет работать плохо и никаким «продумыванием» монтажа его работу нельзя будет улучшить.



Фиг. 9-33. Схема высокочастотной ступени.

Применение «прямоугольно - параллельной» системы прокладки проводов не рекомендуется, так как монтаж, выполненный таким способом, имеет значительно бо́льшие паразитные индуктивности и емкости, вредно влияющие на работу прибора. Кроме того, жесткость монтажа, выполненного по прямоугольно-параллельной системе, также значительно понижается.

На фиг. 9-34 изображена схема двухлампового прибора, а на фиг. 9-35 и фиг. 9-36 приведены для сравнения части



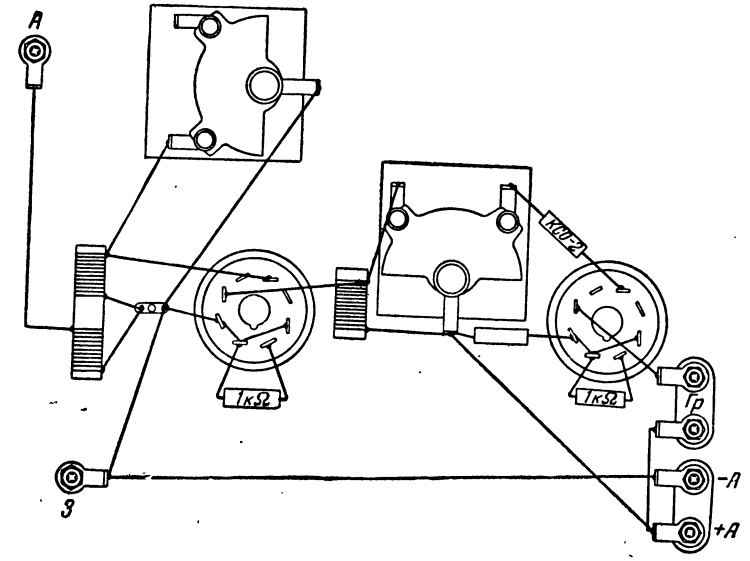
Фиг. 9-34. Схема двухлампового прибора.

монтажных схем прибора, выполненные методом прокладки проводов по кратчайшим путям и по прямоугольно-параллельной системе.

Мелкие монтажные детали следует устанавливать или на монтажных планках, или на опорных точках. В этом слу-

чае монтажные провода будут установлены жестко и их перемещение устранено.

Монтаж низкочастотной части схемы, а также цепей питания можно производить, применяя гибкие многожильные проводники. Провода, по которым подводится напряжение звуковой частоты (например, 1 000 *гц* для модуляции в генераторах стандартного сигнала), следует скрутить между собой для устранения «наводок» с этих проводов на другие



Фиг. 9-35. Вариант монтажа схемы фиг. 9-34, выполненный методом прокладки проводов по кратчайшим путям.

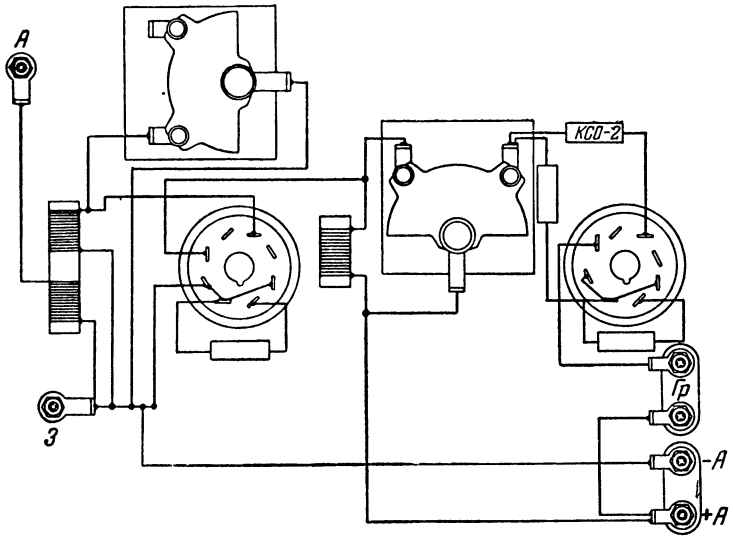
цепи прибора. Часто цепи, несущие звуковую частоту, прокладываются не двумя проводами, а одним проводом, но этот провод заключается в экран из металлического чулка (плетенки). В этом случае чулок обычно заземляется на одном из концов, а иногда и с обоих концов.

В других случаях монтажа проводник в экране может быть заземлен с обоих концов. Иногда по схеме нельзя заземлять металлическую оплетку провода. В этом случае поверх металлического чулка надевается линоксиновый чулок соответствующего диаметра.

В гл. 2 «Проводниковые и изоляционные материалы» приводятся марки экранированных проводов, которые могут быть использованы для указанных целей.

Если необходимо между отдельными частями (или отдельными блоками) схемы прибора прокладывать провода для подачи высокочастотного напряжения, то применяют специальные высокочастотные кабели марок РК и РД. Более подробные сведения об этих кабелях даны в гл. 2.

При монтаже цепей питания, а также низкочастотной части схемы весьма целесообразно применить шаблонированный монтаж, описанный в гл. 10.



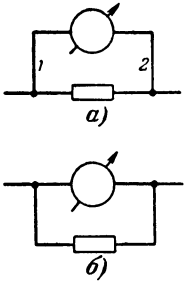
Фиг. 9-36. Вариант монтажа схемы фиг. 9-34, выполненный прямоугольно-параллельным способом.

Применение шаблонированного монтажа в измерительной аппаратуре обеспечивает одну и ту же длину соединительных проводников, т. е. одно и то же их электрическое сопротивление для разных экземпляров. Иногда однородность сопротивления монтажа в измерительных приборах имеет решающее значение, уменьшая время, необходимое на регулировку прибора при его выпуске.

При раскладке монтажных проводов в цепях с внешними шунтами к стрелочным измерительным приборам постоянного тока следует обращать внимание на то, чтобы к сопротивлению шунта не прибавлялось сопротивление соединительных проводов. На фиг. 9-37 показаны правильный и неправильный монтажи шунта в схеме прибора. Следует заметить, что проводники *1* и *2* (фиг. 9-37) часто прилагают-

ся к амперметру вместе с шунтом и их длина не должна изменяться во избежание дополнительной погрешности измерения.

К измерительной аппаратуре относятся также установки для испытания деталей и материалов на электрическую прочность — так называемые «пробивные» установки. При монтаже этих установок также вполне целесообразно применение шаблонированного монтажа, так как обычно такие установки работают на переменном токе промышленной частоты или постоянном токе. При раскладке монтажных проводников и их вязке в жгут не следует завязывать вместе провода низковольтных и высоковольтных цепей, так как пробой изоляции чаще всего может произойти в цепи высокого напряжения; поэтому совместная прокладка различных цепей усложняет и удорожает возможный ремонт таких установок. Высоковольтные цепи внутри установки обычно монтируются голым жестким медным проводом диаметром не менее 2 *мм*, на который надевается линоксиновая трубка. Крепление монтажных проводников в высоковольтных цепях производится на специальных опорных точках, рассчитанных на рабочее напряжение цепи, или на изоляторах деталей схемы, например конденсаторах фильтра. Провода высокого напряжения, выходящие наружу из установки, берутся обычно марки ПВГ или ПВЛ-2. Иногда применяются провода марки ПВЛЭ-2, имеющие оплетку из медной луженой проволоки. В этом случае металлическая оплетка соединяется с корпусом установки и заземляется вместе с ним. Заземление металлической оплетки проводов высоковольтных цепей предохраняет близко расположенные провода и детали в цепях низкого напряжения от попадания на них высокого напряжения в случае пробоя изоляции.



Фиг. 9-37. Пример монтажа шунта в схеме прибора.
а — правильно;
б — неправильно.

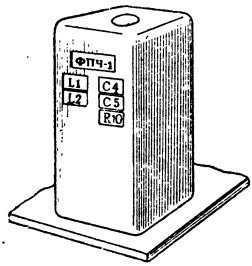
Эта предосторожность обязательно должна быть соблюдена во избежание поражения электрическим током работающих на установке.

9-4. МАРКИРОВКА ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ

После полной сборки и монтажа радиоаппарата профессионального назначения или измерительного прибора смонтированное шасси или каждый из блоков отдельно (если

устройство состоит из нескольких блоков) перед контролем монтажа и регулировкой проходят операцию, называемую маркировкой.

Маркировка заключается в том, что на каждый узел и деталь радиоаппарата наносится их обозначение в соответствии с принципиальной схемой. Маркировка облегчает отыскание по принципиальной схеме нужной детали или узла радиоаппарата при его регулировке, эксплуатации и особенно при ремонте, когда требуется быстро найти и исправить повреждение. Способы нанесения маркировки описаны ниже.



Фиг. 9-38. Пример нанесения маркировочных номеров на узел, состоящий из нескольких элементов.

Согласно условным буквенным обозначениям элементов схемы, приведенным в гл. 1, на конденсаторах пишется буква С, на сопротивлениях буква R и т. д., а также порядковый номер детали или узла по принципиальной схеме, например С1, С2 или R1, R2 и т. д.

На некоторые узлы, например ламповые панели, нанести номер трудно, поэтому маркировочный номер наносится около ламповой панели, со стороны ламп, на шасси прибора. На сложных узлах, состоящих из нескольких электрических элементов схемы и закрытых металлическим экраном, кроме условного буквенного и порядкового цифрового обозначения этого узла, например ФПЧ-1 (фильтр промежуточной частоты—первый), наносятся буквенные обозначения и номера всех деталей (катушек, конденсаторов, сопротивлений), из которых состоит данный узел. Маркировочные номера наносятся на одной из стенок экрана, доступных для чтения (фиг. 9-38).

В тех случаях, когда радиоаппарат состоит из одного блока, порядковые номера его деталям и узлам присваиваются, начиная с единицы, в пределах всех изображенных на схеме элементов, имеющих одинаковое буквенное обозначение, например R1, R2, R3 и т. д.; С1, С2, С3 и т. д.; ФПЧ-1, ФПЧ-2, ФПЧ-3 и т. д. Для радиоаппаратов состоящих из нескольких блоков, порядковые номера элементам схемы присваиваются в пределах данного блока, указывая после буквенного обозначения элемента номер блока радиоаппарата и через тире порядковый номер элемента в данном блоке, например:

для блока № 1

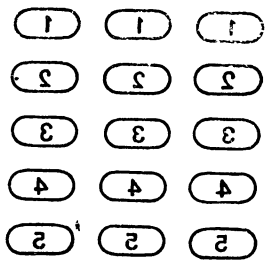
R1—1,	R1—2,	R1—3	и т. д.
C1—1,	C1—2,	C1—3	и т. д.
L1—1,	L1—2,	L1—3	и т. д.

для блока № 2

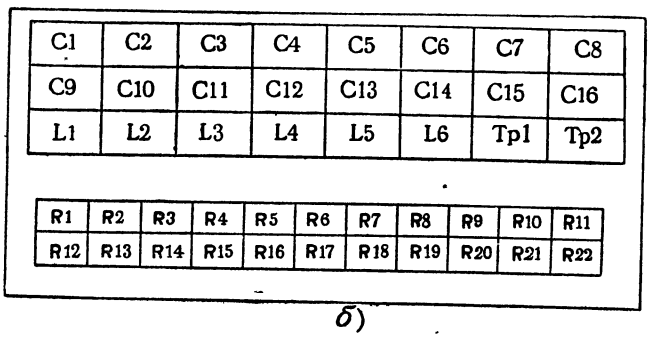
R2—1,	R2—2,	R2—3	и т. д.
C2—1,	C2—2,	C2—3	и т. д.
L2—1,	L2—2,	L2—3	и т. д.

Для нанесения маркировочных обозначений существует несколько способов в зависимости от масштаба производства и размера деталей. На изделиях, выпускаемых в очень небольших количествах и состоящих из крупных деталей и узлов, маркировочный номер может наноситься обычным пером черной тушью. После высыхания туши нанесенный номер покрывается защитным слоем прозрачного цапон-лака.

Для изделий, выпускаемых партиями 10—20 шт., применяются другие способы маркировки, при которых все детали и узлы, как крупные, так и мелкие, маркируются спе-



а)



б)

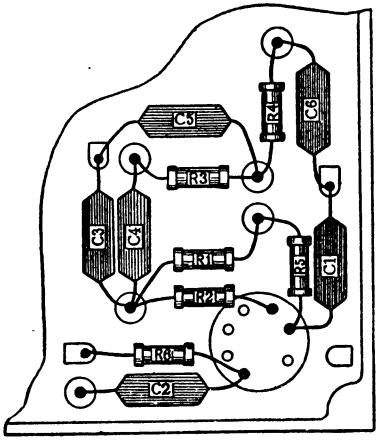
Фиг. 9-39. Виды маркировочных ярлычков.

а — знаки, наносимые переводным способом; *б* — знаки, отпечатанные типографским способом.

циальными бумажными ярлычками. Такие ярлычки бывают двух типов (фиг. 9-39).

Ярлычки первого типа изготовляются наподобие обычных детских переводных картинок, но вместо картинок на листы бумаги нанесены нужные знаки. Такой способ пере-

вода знаков с бумаги на детали называется декалькоманией и производится следующим образом: из листа вырезаются нужные знаки, смачиваются водой и накладываются на деталь. Верхний слой бумаги удаляется, и на детали остается цветной знак. Для предохранения от стирания нанесенный знак покрывается слоем прозрачного цапонлака.



Фиг. 9-40. Пример правильного нанесения маркировочных номеров на детали смонтированного прибора.

Ярлычки второго типа изготовляются из бумаги, на которую нанесены знаки, отпечатанные типографским способом или в крайнем случае на пишущей машинке с мелким шрифтом. Такие ярлычки аккуратно наклеиваются клеем БФ-2 на каждую деталь и узел так, чтобы можно было их прочитать с какой-либо одной стороны (например со стороны передней панели) и с правой стороны от нее (фиг. 9-40).

Ввиду большой трудоемкости описанные способы маркировки радиоаппаратуры, выпускаемой в больших количествах, непригодны, и поэтому применяется другой, более дешевый и производительный способ. Этот способ заключается в том, что детали и узлы до их монтажа маркируются при помощи печатного станка, подобного станочку, применяемому для обозначения электрических величин и допусков на сопротивлениях МЛТ, ВС. Применение такого станочка экономит много времени и труда.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

ЖГУТОВОЙ ШАБЛОНИРОВАННЫЙ МОНТАЖ

10-1. ШАБЛОНИРОВАНИЕ ЖГУТОВОГО МОНТАЖА

Сложность схем современных радиоустройств, нередко связанных с применением автоматики и приборов дистанционного управления, неизбежно вызывает большое количество проводников, соединяющих между собой детали схемы, а стремление конструкторов придать монтажу компакт-

ность и удобство в эксплуатации привело к применению так называемого жгутового монтажа.

Что представляет собой жгутовой монтаж, видно из следующего.

В приборе, имеющем большое количество соединений, целый ряд проводов может быть сгруппирован вместе в виде жгута. При этом подбор проводов, объединенных в один общий жгут, производится таким образом, чтобы их электрическое взаимодействие (связь) не влияло на работу схемы. Сгруппированные в общий жгут провода скрепляются нитками и располагаются в приборе. В зависимости от схемы, сложности монтажа и конструкции прибора число отдельных жгутов может колебаться от одного до 10 и более.

Большое значение имеет правильный выбор места и направления прокладки (трассы) основных жгутов и их ответвлений в приборе. От этого зависят сохранность и надежность монтажа в эксплуатации, удобство при регулировке и настройке деталей схемы, а также экономия в расходовании монтажного провода. От основного жгута отходят ответвления к отдельным или сгруппированным вместе деталям. Ответвления в свою очередь разбиваются на отдельные провода, подходящие к контактам или выводам деталей. Монтажный жгут по внешнему виду напоминает ветвистое растение. Жгутовой монтаж выполняется монтажными изолированными проводами, марки которых соответствуют техническим условиям на данный монтаж.

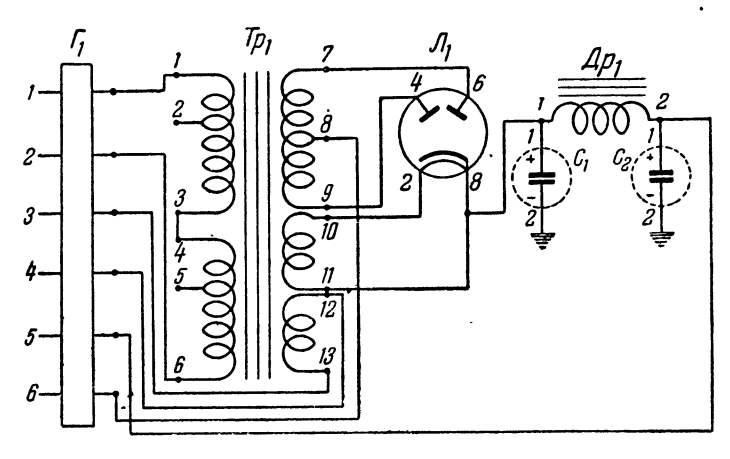
В тех случаях, когда прибор в эксплуатации подвергается вибрации или тряске, жгутовой монтаж выполняется многожильным гибким проводом и тщательно закрепляется на приборе. Многожильными проводами производится также подводка к деталям, которые могут сниматься для регулировки и настройки. Для защиты от механических повреждений жгутовой монтаж иногда предохраняется специальной оплеткой.

Одним из преимуществ жгутового монтажа является возможность его выполнения на специальных шаблонах, чему и посвящена настоящая глава.

О выгодах применения этого типа монтажа было сказано в начале книги, и мы не будем на этом более останавливаться; скажем только, что применение его возможно во всех типах радиоаппаратуры и целесообразно не только при крупносерийном производстве, но и при монтаже отдельных экземпляров. Технологи монтажных цехов и участков должны применять шаблонированный монтаж всюду, где только

возможно. Шаблонированный монтаж применяется не только на заводах с хорошо поставленным производством, но и в отдельных монтажных группах или бригадах строительно-монтажных организаций, которым нередко приходится сталкиваться с монтажем коммутационных, сигнальных и подобных устройств на строительных объектах.

Сущность шаблонированного монтажа заключается в том, что весь монтаж (или часть его) какого-либо прибора прокладывается не непосредственно на данном приборе, а на заранее подготовленном шаблоне. Шаблон в большинстве



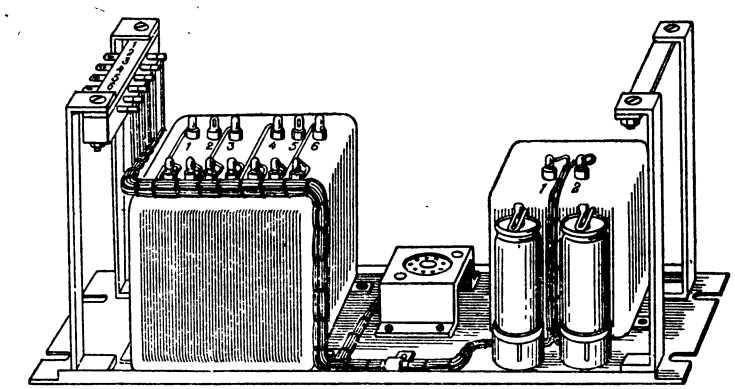
Фиг. 10-1. Принципиальная схема блока питания.

случаев представляет собой деревянную доску, на которой набиты в определенном порядке стальные шпильки. На таком шаблоне укладываются в соответствии со схемой провода. Этот процесс называется «раскладкой». После окончания раскладки провода особым образом скрепляются, «сшиваются» нитками. Готовый жгут или, как его иногда называют, «кросс» или «коса» снимается с шаблона, затем производятся зачистка, заделка и лужение концов, а также в случае необходимости защитная оплетка монтажа. После того как проделаны указанные операции, готовый жгут вкладывается в прибор и производится припайка его концов к соответствующим деталям.

Для того чтобы уяснить процесс шаблонирования монтажа и проследить все этапы его, проделаем несложный монтаж блока питания, принципиальная схема которого

дана на фиг. 10-1. Этот блок представляет собой двухполупериодный ламповый выпрямитель с фильтром, состоящим из двух конденсаторов и дросселя низкой частоты. Внешний вид этого блока питания показан на фиг. 10-2.

Блок собран на плоской панели. С обоих боков панели имеются стойки, на которые крепится кожух, предохраняющий блок от пыли и случайных замыканий. На левой стороне панели на двух стойках укреплена планка с выводными контактами. Эти контакты предназначены для включения блока в сеть и для соединения с другими блоками. Выводная планка или, как мы будем ее называть, «гребенка»

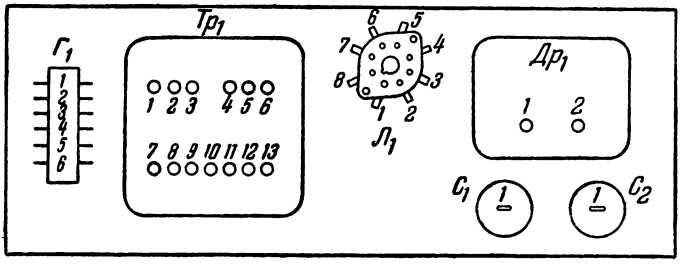


Фиг. 10-2. Собранный и замонтированный блок питания.

сделана из изоляционной пластмассы с запрессованными в ней контактами. Гребенка обозначена на схеме фиг. 10-1 значком $Г_1$. Силовой трансформатор заключен в кожух, в верхней части которого имеются отверстия для прохода выводных контактов от обмоток. Трансформатор обозначен на схеме $Тр_1$. Дроссель $Др_1$ также имеет кожух, через который пропущены два контакта от обмотки. Электролитические конденсаторы C_1 и C_2 имеют плюсовые выводы в верхней части. Корпусы конденсаторов заземлены. Ламповая панель для кенотрона укреплена на П-образной скобе. Мы взяли данный блок для примера потому, что несложный монтаж его можно вести в одном жгуте, что очень удобно для шаблонирования. Для простоты будем считать, что монтаж может делаться проводом одной марки и одного сечения.

10-2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭСКИЗА РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МОНТАЖА, СОСТАВЛЕНИЕ МОНТАЖНЫХ ТАБЛИЦ И РАЗБИВКА ШАБЛОНА

Приступая к монтажу, мы прежде всего должны составить эскиз расположения всех деталей данного блока, связанных со схемой. Эскиз не обязательно выполнять в масштабе — важно лишь сохранить примерное расположение деталей. Детали также не обязательно вычерчивать полностью — дается только общий контур и обязательно показываются все контакты. Вместо детали можно показать ее условное схемное обозначение. После того как вычерчены



Фиг. 10-3. Эскиз расположения деталей монтажа блока питания

все детали, на эскизе около деталей проставляются обозначения в соответствии с принципиальной схемой. Концы обмоток трансформаторов, дросселей, контакты выводных планок и других деталей на схеме должны быть занумерованы, и эти номера также проставляются на эскизе. Эскиз расположения деталей для нашего блока будет иметь вид, изображенный на фиг. 10-3.

Мы видим, что на эскизе нет стоек, на которых укреплена планка с выводами, нет скобы, на которой стоит ламповая панель,— эти детали показывать не нужно, должны быть изображены только те детали, которые входят в схему. Эскиз расположения деталей нужен для составления таблицы соединений и для изготовления доски — шаблона. После того как вычерчен эскиз и проставлена вся нумерация, переходят к составлению монтажной таблицы. Монтажная таблица — это перечень соединений, которые нужно сделать по данной схеме, с указанием сечений или диаметров и марок монтажных проводов. В таблице, предназначенной только для раскладки монтажа, следует указывать те соединения, которые входят в данные жгуты. Перемычки и другие со-

единения, выполняемые жестким проводом, или соединения, которые нельзя прокладывать в общем жгуте, в таблице для раскладки показывать не нужно. Ниже будет сказано о других видах монтажных таблиц.

По принципиальной схеме блока видно, что с 1-го контакта гребенки $Г_1$ соединение идет на 1-й контакт трансформатора $Тр_1$. Мы начнем таблицу с этого соединения и запишем его под № 1. Далее следует соединение от $Г_{1-2}$ к детали $Тр_{1-6}$ и т. д. Полная монтажная таблица блока будет иметь следующий вид (табл. 10-1).

Таблица 10-1

Таблица соединений блока питания

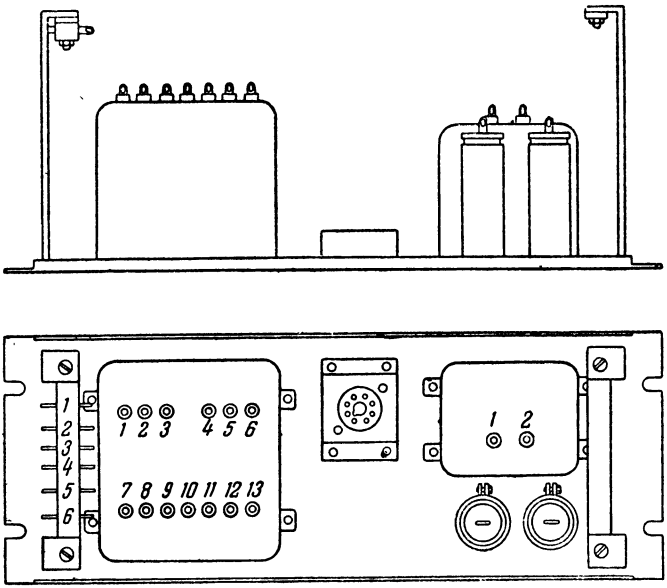
№ п/п.	От детали и контакта	К детали и контакту	Марка провода	Сечение провода, *мм*²
1	$Г_{1-1}$	$Тр_{1-1}$	ПМВГ	0,5
2	$Г_{1-2}$	$Тр_{1-6}$	ПМВГ	0,5
3	$Г_{1-3}$	$Тр_{1-13}$	ПМВГ	0,5
4	$Г_{1-4}$	$Тр_{1-12}$	ПМВГ	0,5
5	$Г_{1-5}$	$Др_{1-2}$	ПМВГ	0,5
6	$Др_{1-2}$	$С_{2-1}$	ПМВГ	0,5
7	$Г_{1-6}$	$Тр_{1-8}$	ПМВГ	0,5
8	$Тр_{1-7}$	$Л_{1-6}$	ПМВГ	0,5
9	$Тр_{1-9}$	$Л_{1-4}$	ПМВГ	0,5
10	$Тр_{1-10}$	$Л_{1-2}$	ПМВГ	0,5
11	$Тр_{1-11}$	$Л_{1-8}$	ПМВГ	0,5
12	$Л_{1-8}$	$С_{1-1}$	ПМВГ	0,5
13	$С_{1-1}$	$Др_{1-1}$	ПМВГ	0,5
14	$Тр_{1-3}$	$Тр_{1-4}$	ПМВГ	0,5

Соединения $С_{1-2}$ — земля и $С_{2-2}$ — земля делать не нужно, так как наружные обкладки конденсаторов надежно заземлены.

Проследив соединения по таблице, мы увидим, что монтаж начинается с гребенки $Г_1$. Провода от нее идут к трансформатору и дросселю. Закончив с гребенкой, переходят к трансформатору и т. д. от одной детали к другой, пока не будет закончен весь монтаж. Такая последовательность удобна при раскладке монтажа на шаблоне. В данном блоке весь монтаж сделан проводом одной марки и одного сечения; в дальнейшем будет сказано о составлении монтажной таблицы с проводами различных марок и разных

сечений. При составлении даже простой таблицы монтажер сталкивается с вопросами экономии провода, наиболее производительной раскладки провода и др. Ниже мы остановимся на некоторых особенностях, которые следует учесть при составлении таблиц, а сейчас перейдем к изготовлению шаблона.

Для шаблона нам потребуется деревянная доска размером 250 × 450 *мм* и толщиной 20—30 *мм* *. Изготовление



Фиг. 10-4. Общий вид блока питания без монтажа.

шаблона начинается с разметки или, как говорят, с «разбивки». Под разметкой подразумевается определение формы и размеров монтажного жгута и нанесение его контура на доску. Для определения конфигурации и размеров жгута пользуются точным чертежом расположения деталей (фиг. 10-4) или, что еще лучше, готовым собранным образцом. При разметке шаблона всегда следует помнить, что жгут должен проходить по панели таким образом, чтобы:

1) не быть подверженным механическим повреждениям от случайных ударов и прикосновений;

* Вместо доски можно применять толстую (8 — 10 *мм*) фанеру.

2) не закрывать креплений деталей, так как в противном случае затрудняется смена их при выходе из строя и возможно повреждение монтажа;

3) соблюдалась максимально возможная экономия провода;

4) монтаж имел хороший внешний вид.

Наиболее удобное и выгодное расположение жгута данного блока показано на фиг. 10-2. Жгут начинается от входной гребенки, проходит по кожуху трансформатора, опускается на панель, ответвляясь на ламповую панель, и проходит между дросселем и конденсаторами. Следует обратить внимание на то, что жгут на панели расположен в трех измерениях, а при изготовлении его на доске мы будем располагать одной плоскостью. Окончательная форма придается жгуту после его изготовления. Форму жгута небольших размеров можно определить при помощи куска толстого провода, который выгибается и примеривается по месту. Обведя контур его карандашом, мы перенесем форму жгута на доску. Размеры снимаются при помощи линейки, штангенциркуля или, что еще проще, при помощи полоски тонкого картона, на которой карандашом делаются отметки.

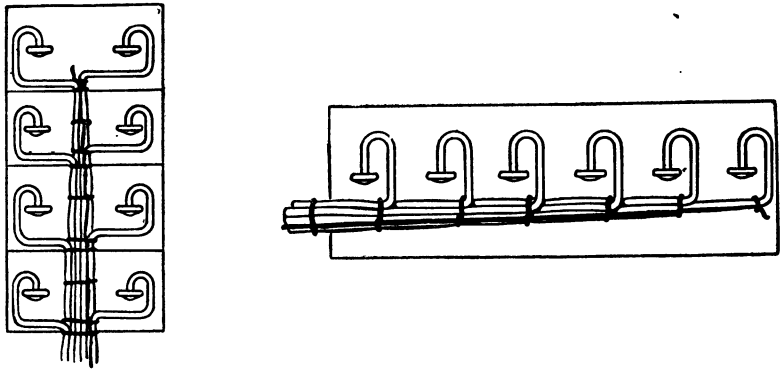
Доска для шаблона делается из сухого дерева, желательно — без сучков. Поверхность доски должна быть чистой и ровной. Полезно набить на поверхность доски 3-*мм* фанеру, прессшпан или картон, что особенно целесообразно в том случае, если предполагается использовать доску для другого шаблона, а картон с контурами жгута желательно сохранить для будущего использования. Контур жгута наносится на поверхность доски химическим или простым карандашом.

Если шаблон предназначен для большой партии монтажа, то контуры жгута лучше обвести или залить тушью.

После того как на доску нанесен основной контур жгута, переходят к разметке отводов на детали.

К контактам гребенки $Г_1$ делается шесть отводов на соответствующем расстоянии друг от друга. К трансформатору $Тр_1$ подойдет 13 концов — шесть длинных и семь коротких. Затем размечается жгутик, подходящий к ламповой панели. У ламповой панели занято четыре контакта. В соответствии с этим мы делаем четыре отвода — два длинных и два коротких. Далее идут концы на конденсаторы и дроссель. Длину концов измеряют линейкой или при помощи куска провода. Следует запомнить важное правило: длина концов, идущих к контактам деталей, которые в процессе

работы могут выйти из строя и должны будут заменяться (как, например, трансформаторы, дроссели, конденсаторы и т. д.), нужно делать с некоторым запасом, т. е. так, чтобы концы припаивались не внатяг, а с небольшой петлей (фиг. 10-5). Это делается для того, чтобы в случае смены деталей можно было перезаделать концы проводов, несколько укоротив их. Жгуты, подходящие к деталям, которые в процессе эксплуатации могут сниматься для регулировки и чистки, должны иметь также некоторый запас или, как его



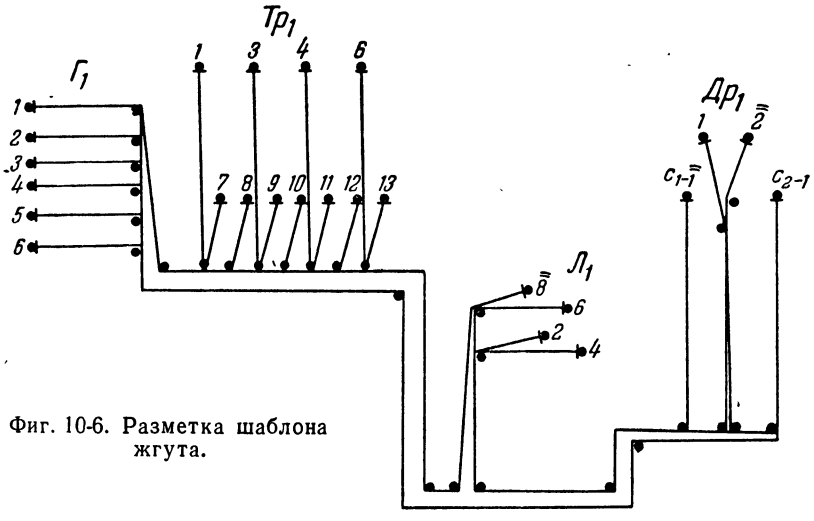
Фиг. 10-5. Запасные петли у впаянных жгутиков.

называют, «шлейф». Жгуты по возможности не должны закрывать надписей на деталях.

После того как на доске сделан контур жгута со всеми отводами, проставляются обозначения деталей и номера контактов. При этом нужно быть особенно внимательным, чтобы не спутать порядок номеров на контактах. Обозначения деталей и номера контактов делаются чернилами, тушью или химическим карандашом. Расстановка нумерации на нашем шаблоне не представляет трудности, и поэтому на ней не будем останавливаться. Законченный вид разметки жгута показан на фиг. 10-6. Теперь остается набить шпильки, и шаблон будет готов. Часть шпилек набивается на концах отводов жгута — это концевые шпильки, за них закручивают конец провода при раскладке. Другая часть шпилек набивается в местах поворотов жгута и отводов на детали; эти шпильки играют роль направляющей опоры — мы их назовем угловыми. Сначала набиваются угловые шпильки. Им приходится выносить довольно большую нагрузку, и поэтому в этих местах ставят более толстые

шпильки. Концевые шпильки ставятся в последнюю очередь. Шпильки для шаблона удобно делать из гвоздей, у которых отрезаются или откусываются шляпки. Нужно только обязательно зачистить шпильки напильником или на наждачном точиле от зазубрин и закруглить их верхние части, чтобы избежать повреждения изоляции провода и ранений рук монтажера при раскладке.

Иногда для предохранения изоляции провода на угловые шпильки надевают хлорвиниловую или линоксиновую трубку соответствующего диаметра.



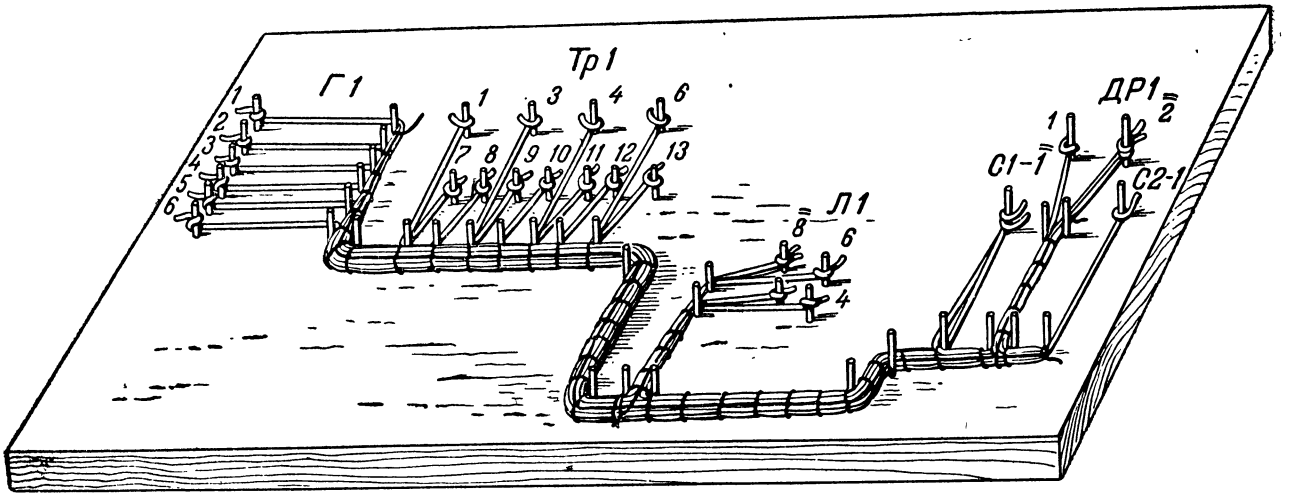
Фиг. 10-6. Разметка шаблона жгута.

Толщина шпилек колеблется от 1,5 до 5 *мм*. Длины шпилек меняются в зависимости от толщины жгута в пределах от 30 до 100 *мм*. В нашем шаблоне можно применить шпильки длиной 30—35 *мм* и диаметром 1,5—2 *мм*. Вид шаблона с набитыми шпильками показан на фиг. 10-7. Всего в нашем шаблоне будет набито 53 шпильки.

На трансформаторе $Тр_1$ контакты *2* и *5* будут свободными; концевых шпилек на эти номера ставить не нужно.

Если число соединений невелико и на доске есть свободное место, то можно чернилами или тушью написать таблицу соединений непосредственно на самом шаблоне.

В серийном производстве на готовом шаблоне в углу проставляются его название и номер в соответствии с чертежом или схемой прибора.

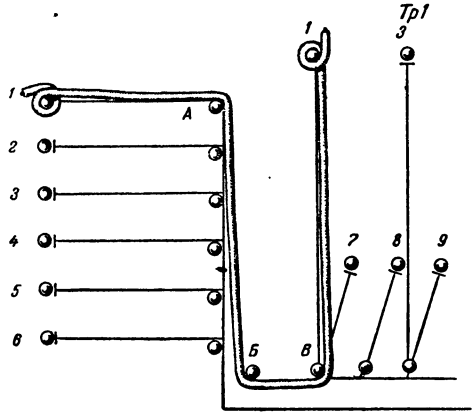


Фиг. 10-7. Разложенный и „сшитый“ жгут блока питания на шаблоне.

10-3. РАСКЛАДКА, СШИВКА И ОБМОТКА ЖГУТОВ

После того как изготовлены шаблон и таблица, переходят к раскладке монтажа. Если составление таблицы и изготовление шаблона выполняются высококвалифицированными работниками 6—7-го разрядов, то раскладка является довольно простым делом, требующим только внимания.

Раскладку провода следует начинать с 1-го соединения таблицы и продолжать по порядку номеров. Провода для раскладки должны находиться с правой стороны шаблона, смотанными в бухты или, что еще лучше, намотанными на катушки. Катушки надеваются на штыри и при размотке



Фиг. 10-8. Начало раскладки монтажа на шаблоне.

вращаются; при этом провод никогда не запутается. Раскладка производится следующим образом: прочитав по таблице соединение № 1, берут в правую руку конец провода нужной марки и сечения, закручивают его на концевой шпильке $Г_{1-1}$ одним оборотом, затем, придерживая его на шпильке левой рукой, правой проводят по проводу, выпрямляя и разглаживая его (для этой цели можно также применить тряпку). После этого провод огибается на угловой шпильке *А* (фиг. 10-8) и ведется по контуру жгута до шпильки *Б*, огибается на ней и ведется до шпильки *В*. На этой шпильке делается последний поворот и соединение заканчивается на шпильке $Тр_{1-1}$. Здесь провод также закручивается одним оборотом, а затем откусывается кусачками. Откусывать нужно ближе к шпильке, чтобы уменьшить отходы провода. Таким образом, мы сделали первое соединение по таблице. Затем прокладываются второе соединение,

третье и т. д. При раскладке, чтобы не сбиться и не пропустить соединения, полезно класть металлическую планочку или небольшую линейку размером 150 × 15 × 1 *мм* под строкой таблицы прокладываемого соединения и постепенно передвигать ее сверху вниз.

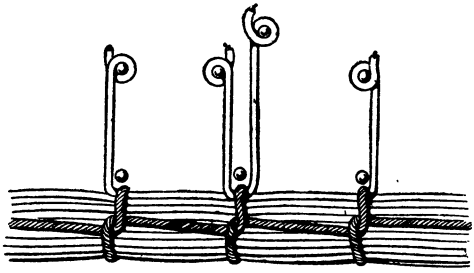
Монтажер, производящий раскладку жгута на шаблоне, должен знать следующее важное правило: запрещается производить наращивание проводов, идущих в жгуте, каким бы то ни было способом, включая и пайку припоем. Запрещение сращивания проводов вызвано тем, что провод, особенно многожильный, в месте спайки резко теряет прочность на изгиб, а так как готовый жгут при транспортировке, укладке в прибор для впайки, а также в эксплуатации неоднократно подвергается изгибу и перекручиванию, то в местах сращивания может произойти разрыв соединения, отыскание и восстановление которого обычно связаны с большими трудностями.

После того как проложены все провода, следует сделать беглую проверку шаблона, т. е. просмотреть, на все ли шпильки контактов заведены провода. Попутно нужно сказать, что при простановке номеров контактов на шаблоне следует особо отметить те номера, на которые подойдут два или более провода. Отметить можно подчеркиванием двумя или тремя черточками. В нашем шаблоне это будут шпильки $Др_{1-2}$, $Л_{1-8}$ и $С_{1-1}$; мы их отметим двумя черточками.

Это простое мероприятие очень облегчает проверку и впайку жгута. Отсутствие на какой-нибудь шпильке провода или лишние провода покажут, что при раскладке была допущена ошибка, которую необходимо исправить. После того как мы убедились в правильности раскладки жгута, его нужно уложить как следует на доске, примять провода, стараясь придать жгуту круглое сечение; особенно это относится к углам и поворотам жгута. В этих местах провода стремятся подняться вверх по шпильке, и сечение жгута в этих местах получается плоским. Это особенно заметно в тех местах, где проходит больше проводов. Чтобы этого избежать, при раскладке нужно следить за укладкой проводов на поворотах и изгибах.

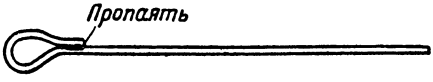
Само собой разумеется, что правку жгута следует производить крайне осторожно, чтобы не повредить изоляции. Выправив и уложив как следует жгут, мы приступаем к «сшивке» его. «Сшивка» жгута является простым, но ответственным делом, так как это не только механическое скрепление проводов, но и своего рода шифр, помогающий быстро

разобраться в концах при впайке. Сняв жгут с доски, мы можем разобраться в концах только в том случае, если сшивка сделана правильно и каждый конец-отвод отделен соответствующей вязкой. Сущность сшивки заключается в том, что каждый вывод, который подходит к контакту детали, отделяется на жгуте при помощи толстой нитки от



Фиг. 10-9. Вязки по шпилькам.

остальных выводов особым узлом, который мы будем называть вязкой. Вязки, отделяющие отводы, нужно делать, ориентируясь на шпильки, как показано на фиг. 10-9. Если вязка отделяет два провода, подходящие с противоположных направлений, то ее делают посредине. В тех случаях, когда из-под одной вязки выходят два или более конца, идущие к разным контактам, их различают по длине (в нашем примере — подводка к трансформатору — концы $Тр_{1-1}$ и

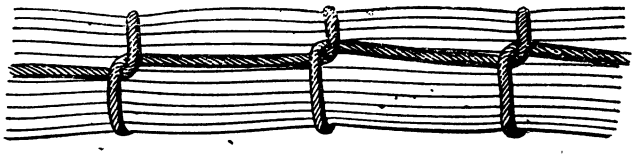


Фиг. 10-10. „Иголка" для сшивки монтажа.

$Тр_{1-7}$ идут из-под одной вязки, но имеют разную длину). Как уже было сказано, сшивка монтажа производится толстыми (№ 00 или 0) нитками, которые лучше пропитать или натереть воском. Вязка от этого делается прочнее. Если нет ниток нужной толщины, то можно свить несколько ниток, взяв более тонкие номера, обязательно провощив их при этом. Для удобства работы делают из монтажного провода диаметром 1—1,5 *мм* «иголку», как показано на фиг. 10-10; нитку можно протаскивать и без иголки, при помощи пинцета.

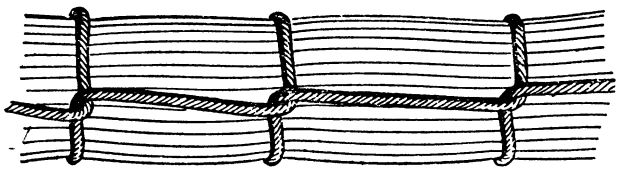
Кроме вязок у отводов, мы должны также скрепить жгут и в тех местах, где нет отводов. В этих местах вязки делаются на расстоянии, примерно равном двум диаметрам жгута.

Сшивку жгута нужно начинать с более толстой части. Сшив или провязав основной жгут, переходят к отводам на детали. Начинать вязку нужно так: приподняв жгут от до-



Фиг. 10-11. Правильно завязанные узлы.

ски на 1,5—2 *мм,* продевают нитку под него и, обвязав кругом, закрепляют один конец нитки двойным узлом; затем другой конец нитки снова продевается под жгут и на некотором расстоянии делается узел, показанный на фиг. 10-11. Начинающие часто делают вместо узла петлю, показанную на фиг. 10-12. Эта петля не годится, так как легко распускается[1]. Придерживая левой рукой жгут, правой затяги-



Фиг. 10-12. Неправильно завязанные узлы.

вают узел и, опять продев под жгут нитку, на расстоянии делают следующий узел. При сшивке нужно следить, чтобы нитка, соединяющая узлы между собой, шла по прямой линии, а не зигзагами — это красивее и прочнее. Кроме того, нужно стараться по возможности этот шов пускать снизу

[1] Разницу между правильной и неправильной вязками лучше всего понять на следующем примере: взять длинный карандаш и кусок бечевки и сделать несколько вязок на карандаше, как показано на фиг. 10-11 и 10-12. Выдернув карандаш из вязок, мы увидим, что правильно сделанные вязки останутся на бечевке в виде ряда узелков, а неправильные сейчас же распустятся

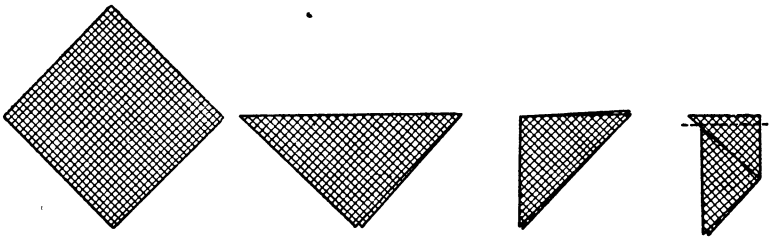
или сбоку жгута, особенно когда жгут ничем сверху не обмотан. Заканчивая сшивку жгута или отводов, конец нитки закрепляют двойным узлом и обрезают, оставляя кончик длиной 3—4 *мм*.

Когда жгут связан, следует опять просмотреть вязки на отводах. Если вязка на отводе пропущена, то ее необходимо сделать отдельной ниткой, так как в противном случае при впайке можно ошибиться. Нередко начинающие ошибочно «пришивают» жгут к шпилькам; это затрудняет снятие жгута с доски и расслабляет вязку. Вид «сшитого» монтажного жгута данного блока показан на фиг. 10-7. По окончании сшивки концы проводов откусываются под самые концевые шпильки, после чего жгут снимается с доски и производятся зачистка, заделка и лужение концов. Эти операции подробно описаны в гл. 7 и здесь на них останавливаться не будем.

Иногда для предохранения жгута от механических повреждений, а также для усиления изоляции его обматывают лентой из лакоткани. Для этого полотнище ткани разрезается на полоски шириной 10—15 *мм* в зависимости от размера и формы жгута. Если жгут имеет много изгибов, то лучше взять более узкую полоску; при прямом жгуте полоска может быть более широкой. Очень часто монтажеры разделяют лакоткань на полоски, разрывая или разрезая полотнище ткани вдоль нитей. Следует указать на нецелесообразность такого способа приготовления полосок. Если лакоткань разрывается, то край полоски получается неровным и жгут, обмотанный такой полоской, получает небрежный вид. Кроме того, — и это особенно важно, — полоска лакоткани, разрезанная вдоль нитей, часто обрывается при небольшом боковом усилии во время обмотки жгута. Для того чтобы полоска лакоткани была прочной, ее следует отрезать не вдоль нитей, а под углом 45° к ним.

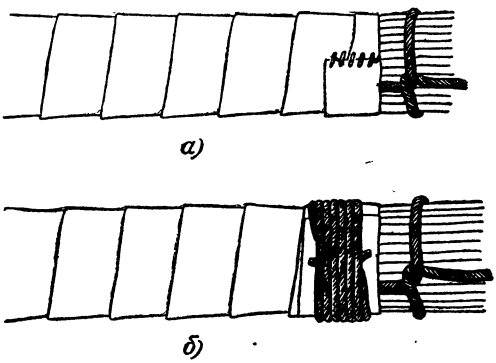
Полоска лакоткани, отрезанная таким образом («косая», как иногда ее называют), гораздо прочнее и дает возможность очень туго обмотать жгут без опасения ее обрыва при натягивании. Кроме того, такая полоска обладает эластичностью и лучше облегает неровности жгута. Способ разрезки «косых» полосок показан на фиг. 10-13. В тех случаях, когда не требуется усиления изоляции, жгут обматывают окрашенной хлопчатобумажной лентой. Можно жгут обматывать некрашенной лентой, покрыв ее после обмотки лаком при помощи кисти. Обычно обматывается только основной жгут монтажа (ствол), причем обмотка начинается с более

тонкого конца и идет в направлении к более толстому. Конец обмотки закрепляется бандажом из нитки и лаком (фиг. 10-14,*б*) или пришивается ниткой с помощью обычной иголки (фиг. 10-14,*а*). Следует заметить, что перед обмоткой жгуту нужно придать окончательную форму. В большинстве



Фиг. 10-13. Способ резки лакоткани на „косые" полоски.

случаев жгут раскладывается в одной плоскости (как, например, на нашей доске); это делается для простоты изготовления шаблона и удобства раскладки; но при впайке жгут обыкновенно принимает иную форму, поэтому перед обмоткой готовый жгут нужно вложить в панель и выгнуть по ме-



Фиг. 10-14. Способы закрепления обмотки.
а — при помощи сшивки; *б* — бандаж из ниток.

сту, проверив достаточность длины концов. После обмотки и зачистки концов жгут впаивается. При этом концы не нужно «прозванивать», так как они уже замечены или вязками, или по длине. Достаточно свериться с шаблоном, чтобы определить номер конца и на какую деталь он идет. Для сверки готовый жгут накладывают на шаблон и, сравнивая контуры жгута с шаблоном, устанавливают, в ка-

кой последовательности располагаются отводы и ответвления. В нашем примере (монтаж блока питания), сравнивая жгут с шаблоном, видим, что крайняя левая часть жгута (фиг. 10-7) относится к гребенке $Г_1$, причем самая последняя вязка отделяет провод, идущий на контакт *1* гребенки; далее вязками отделяются провода, идущие на следующие по порядку номера контактов. Следя дальше по основному стволу жгута, видим, что следующая группа отводов относится к трансформатору $Тр_1$, причем первая вязка этой группы отделяет два провода, идущие на контакты *1* и *7*; из них короткий конец идет на контакт *7*, а длинный — на контакт *1*. Следующая вязка отделяет только один короткий провод. Прикинув по шаблону, мы видим, что этот провод идет к контакту *8* и т. д. Сверяя последовательно все отводы и ответвления с шаблоном, мы точно устанавливаем их местонахождение относительно той или иной детали. Повторяем, что при сверке жгута с шаблоном очень большую пользу приносят отметки на шаблоне, указывающие наличие двух или более концов на одном контакте ($Л_{1-8}$, $Др_{1-2}$, $С_{1-1}$ на фиг. 10-7). Нужно отметить, что описанная проверка дает возможность даже при небольшом навыке легко разобраться в концах; достаточно только взглянуть на доску, чтобы определить, куда идет тот или иной конец.

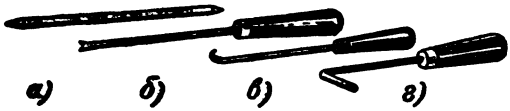
В серийном производстве к готовому жгуту прикрепляется картонная бирка, на которой проставляют номенклатуру, дату изготовления, фамилию раскладчика, а также отметку контроля.

При изготовлении нового шаблона, предназначенного для раскладки большого количества жгутов, нужно обязательно проверить его правильность. Для этого раскладывается, сшивается и впаивается в схему один образец жгута. После такой проверки придется, возможно, сделать некоторые исправления в шаблоне, после чего изготовлять всю партию жгутов. Какие могут встретиться поправки после пробной впайки? Обычно это изменение длины некоторых концов или перегиб жгута. На шаблоне эти изменения производятся переносом шпилек на нужные расстояния. Такие ошибки не всегда являются браком, так как в некоторых случаях трудно сразу определить точно все размеры, особенно когда шаблон размечается не по собранной панели, а по сборочному чертежу (общему виду).

После того как жгут впаян, его нужно закрепить на панели скобками, подложив под них кусочки прессшпана или обмотав это место жгута лакотканью. Для крепления скобок

можно использовать крепежные винты и гайки деталей или, сделав специальные отверстия, закрепить отдельными винтами.

Жгутики, подходящие к деталям, выпрямляются и укладываются одинаковыми петлями. То же самое проделывают



Фиг. 10-15. Инструмент для укладки и правки монтажа.
а — круглая оправка; *б* — упор; *в* — крючок; *г* — прямоугольный крючок.

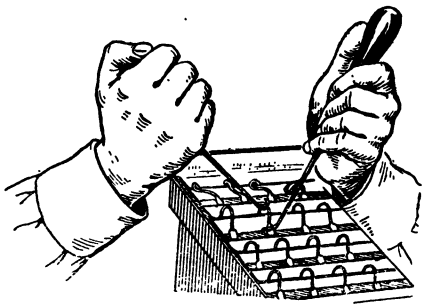
с отдельными кончиками, припаянными к контактам. Эта операция называется правкой или укладкой монтажа.

Для правки монтажа применяется следующий инструмент (фиг. 10-15):

1) круглая оправка (фиг. 10-15,*а*) для придания закругления вертикальным петлям;

2) упор (фиг. 10-15,*б*) для удержания жгута в месте ответвления при выправлении отвода крючком;

3) крючок (фиг. 10-15,*в*) для подъема проводников и придания им вертикального направления;



Фиг. 10-16. Операция правки монтажа.

4) прямоугольный крючок (фиг. 10-15,*г*) для укладки и придания закругления петлям и проводникам в горизонтальном направлении.

Кроме перечисленного специального инструмента, для укладки монтажа пользуются обычными плоскогубцами с длинными губками и пинцетами. На фиг. 10-16 показаны способы укладки монтажа.

10-4. СОСТАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫХ ТАБЛИЦ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ СЛОЖНЫХ ШАБЛОНОВ

Разобрав несложный пример жгутового шаблонированного монтажа, перейдем к более подробному рассмотрению некоторых его этапов. Говоря о преимуществах шаблониро-

ванного монтажа, мы можем отметить следующие его достоинства:

1. Достигается однообразное расположение проводников, что имеет существенное значение в производстве радиоаппаратуры.

2. Обеспечивается высокая производительность труда. Раскладка монтажа на доске несравненно удобнее и производительнее, чем прокладка его по месту на панели, а пользование при раскладке монтажной таблицей несравненно проще и производительнее, чем монтаж по принципиальной схеме. Затрата времени, необходимая на составление таблицы, всегда оправдывается.

3. Использование в основном низкоквалифицированной рабочей силы (3-й и 4-й разряды). Работники высоких разрядов нужны только для изготовления шаблона и составления таблицы.

4. Имеется возможность производить заготовку монтажа независимо от сборки аппаратуры, что создает большое удобство в организации работы монтажного участка или цеха. Поскольку в данной книге речь идет о монтаже маломощной радиоаппаратуры и радиоизмерительных приборов, то можно с уверенностью сказать, что шаблонировать в аппаратуре этого типа можно большинство соединений, за исключением коротких высокочастотных цепей, которые выполняются голым монтажным проводом. Цепи питания, автоматики, сигнализации, низкой частоты и т. д. почти всегда поддаются шаблонированию.

5. Наличие готовых жгутов позволяет производить частичный (подготовительный) монтаж, как, например, припайка разъемов, переходных планок, гребенок и подобных деталей, которая может происходить до укладки жгута в прибор и тем самым сокращает сроки выпуска аппаратуры.

Говоря о составлении эскиза расположения деталей и монтажных таблицах, следует остановиться подробнее на системах нумерации, которые применяются при шаблонированном монтаже.

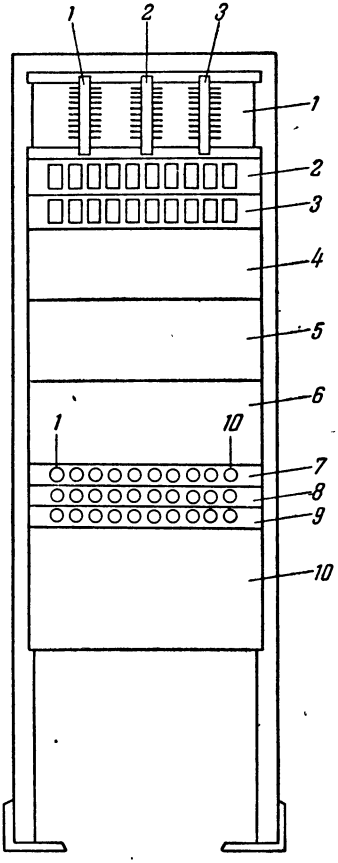
На наших предприятиях существует несколько систем обозначений соединений при раскладке жгутового монтажа. Например, на некоторых предприятиях таблица для раскладки проводов не составляется, а нумеруются сами провода на шаблоне, и раскладка производится в последовательном порядке. Другие предприятия пользуются для раскладки жгутов монтажными схемами. Эти способы, по мнению авторов, имеют целый ряд недостатков, ограничи-

вающих их применение (о чем будет сказано ниже). Табличная система раскладки, описываемая в данной книге, может быть применена при изготовлении жгутового монтажа любой сложности с применением проводов разнообразных марок, сечений и цветов, легко доступна для понимания работниками низкой квалификации и исключает возможность ошибок и путаницы, неизбежных в случаях сложного монтажа.

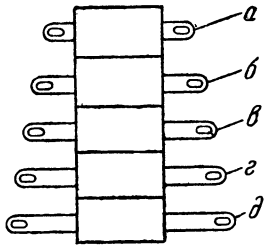
Составляя эскиз в нашем примере, мы воспользовались для обозначений деталей и номеров контактов стандартными обозначениями и номерами принципиальной схемы, перенося их на эскиз и в таблицу. Можно поступить иначе. Вычертив эскиз расположения деталей, произвольно нумеруют сначала детали, а затем контакты. При нумерации нужно придерживаться следующего правила: нумеровать детали и их контакты по порядку слева направо и сверху вниз. В нашем примере вводная гребенка при такой системе нумерации имела бы № 1, трансформатор *Тр* был бы под № 2, лампа *Л* имела бы обозначение № 3 и т. д. Само собой разумеется, что все эти обозначения должны быть соответственно перенесены на принципиальную схему. Это делается в том случае, если принципиальная схема не имеет стандартных обозначений. Если же они проставлены на схеме, то нет смысла применять эту систему и дублировать обозначения.

При блочной системе аппаратуры, когда на отдельной раме укреплены ряд панелей-блоков, связанных между собой соединительными проводами, иногда очень многочисленными, последовательная система нумерации имеет большое преимущество, так как, пользуясь таблицей соединений и эскизом, составленным по этой системе, можно легко и быстро ориентироваться в монтаже без помощи принципиальной схемы. Разберем это на следующем примере: допустим, что мы имеем стойку или раму, на которой укреплен ряд панелей-блоков. Такая рама с набором панелей показана на фиг. 10-17. Вверху укреплены панель гребенок, затем — панели с реле, затем — отдельные блоки, имеющие выводные гребенки, затем — панели с кнопками и гнездами и сигнальными лампами. Счет начинается с панели вводных гребенок, которая обычно устанавливается в верхней части стойки, и далее идет по порядку сверху вниз. Если панель гребенок имеет их несколько штук, то они нумеруются по порядку слева направо, если смотреть на них с лицевой стороны стойки. Контакты гребенок нумеруются сверху вниз.

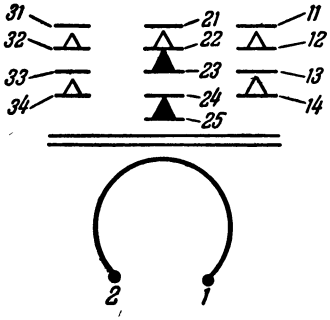
Если гребенка имеет несколько рядов контактов, то ряды обозначаются буквами *а*, *б*, *в*, *г* и т. д. (фиг. 10-18). Счет этих рядов ведется в направлении от себя к стойке. Реле, установленные на панелях № 2 и 3, также нумеруются слева направо по порядку, а контакты каждого реле нумеруются, как показано на фиг. 10-19. Обычно для целей сигнализации и коммутации применяются реле телефонного типа, которые имеют не более трех контакт-



Фиг. 10-17. Счет панелей и гребенок на раме (вид спереди).



Фиг. 10-18. Нумерация рядов гребенок.



Фиг. 10-19. Нумерация контактов реле (вид со стороны монтажа).

ных групп. Эти группы нумеруются следующим образом: номера контактов 1-й группы начинаются с № 11, 2-й группы — с № 21, а 3-й группы — с № 31. Выводы катушки имеют № 1 и 2.

Отдельные блоки могут иметь выводные гребенки с двух сторон. В этом случае левая гребенка будет обозначаться

цифрой *1*, а правая — цифрой *2*. Кнопки, гнезда, сигнальные лампочки и их контакты нумеруются по порядку слева направо и сверху вниз. Повторяем, что счет ведется так, как будто мы стоим лицом к передней стороне стойки. Если смотреть на стойку с обратной стороны, т. е. со стороны монтажа, то счет деталей и контактов будет соответственно вестись справа налево. Вся эта на первый взгляд сложная система оказалась очень удобной, так как легко запоминается и позволяет быстро найти то или иное соединение при помощи таблицы. Например, соединение, обозначенное в таблице «от 1-2-9б к 3-5-32», означает, что провод идет от 1-й панели (панель гребенок), второй гребенки, 9-го контакта ряда б к 3-й панели (панель реле), пятому реле, 32-му контакту.

В приведенном примере мы рассматривали составление довольно простой таблицы с небольшим числом проводов одной марки и одного сечения. Сложный монтаж делается обычно проводами разных марок и разных сечений. Монтаж бывает часто двусторонним, т. е. прокладывается по обеим сторонам панели или шасси; при этом возможно наличие нескольких жгутов. Некоторые цепи, как, например, входные цепи усилителей низкой частоты (цепи низкого уровня), требуют экранировки и выделения их в отдельные жгуты. Провода, несущие переменный ток низкой частоты, обычно свиваются попарно. Для удобства впайки и эксплуатации применяются провода с различной расцветкой оплетки. Все сказанное должно найти отражение в монтажной таблице. Для производительной раскладки большую роль играет правильная последовательность соединений; кратчайшие соединения дают экономию провода; например, если мы обратим внимание на соединение № 5: $Г_{1\text{-}5}$ на $Др_{1\text{-}2}$ и № 6: $Др_{1\text{-}2}$ на $С_{2\text{-}1}$ в нашей таблице, то увидим, что можно было бы сделать $Г_{1\text{-}5}$ на $Др_{1\text{-}2}$, а затем $Г_{1\text{-}6}$ на $Тр_{1\text{-}8}$, а соединение $Др_{1\text{-}2}$ на $С_{2\text{-}1}$ сделать в конце таблицы. Но лучше сделать именно так, как сделано в нашей таблице, так как при раскладке монтажеру не придется лишний раз откусывать провод. Он поведет от $Г_{1\text{-}5}$ на $Др_{1\text{-}2}$, затем, не откусывая провода, а завернув его только на шпильку шаблона, поведет на $С_{2\text{-}1}$*. Следует также обратить

* Еще выгоднее составить таблицу так, чтобы разложить весь монтаж, не откусывая провода на шпильках. Как это сделать, говорится в гл. 13.

внимание на то, что мы могли бы дать соединение на $Г_{1-5}$ не с $Др_{1-2}$, а с $С_{2-1}$, как показано на принципиальной схеме, но, взглянув на панель, мы увидим, что это невыгодно, так как расходуется лишний провод. Из вышесказанного видно, что составление монтажных таблиц является серьезной задачей и должно выполняться работниками высокой квалификации. При составлении таблиц целесообразно руководствоваться следующими соображениями:

1. Мы уже видели в нашем примере, что раскладку удобно начинать с входной гребенки и продолжать вести ее, придерживаясь последовательной нумерации эскиза расположения деталей. Это удобно при раскладке, так как не рассеивает внимания, а также облегчает проверку монтажа.

2. Желательно группировать вместе провода одной марки и одного сечения, для того чтобы при раскладке брать провод из одной бухты или катушки.

3. Сначала лучше проложить провода меньших сечений, а потом более толстые — это придает жгуту более аккуратный вид.

4. При применении расцвеченных проводов желательно сгруппировать их по цветам, чтобы легче было раскладывать.

5. По возможности не заводить более двух проводов на один контакт.

Различные требования иногда могут противоречить друг другу, а поэтому приходится решать в каждом отдельном случае, какого принципа придерживаться. Нельзя дать готовый рецепт, годный для всех случаев.

На табл. 10-2 показана форма таблицы со сложной груп-

Таблица 10-2

Образец сложной таблицы

№ п/п.	От детали и контакта	К детали и контакту	Марка провода и сечение	Цвет	Свивка	Экранировка	Жгут	Окно	Сторона
1	1—1а	5—1	МГШДО 13×0,1	Белый		—	1	—	—
2	1—1б	5—4	МГШДО 13×0,1	Синий		—	1	—	—
3	1—2а	7—1	МГШДО 13×0,1	Белый		экранировка	2	—	—
4	1—2б	7—4	МГШДО 13×0,1	Синий			2	—	—

пировкой и классификацией проводов. Мы видим, что эта таблица предусматривает расчленение монтажа на отдельные жгуты. Это делается в следующих случаях:

1. Ввиду электрических особенностей схемы, например, входные цепи (цепи низкого уровня) и выходные цепи (цепи высокого уровня) выделяются в отдельные жгуты. Эти жгуты, как предусмотрено таблицей экранируются.

Провода, несущие переменный ток, для устранения наводок обычно свиваются попарно; эти цепи в таблице отмечаются скобкой.

2. Расчленение монтажа на два и более жгута иногда вызывается конструктивными особенностями блока или панели, например если детали расположены с обеих сторон панели. В этих случаях переход проводов с одной стороны панели на другую производится через специальные отверстия или окна, сделанные в панели. Таблицу в этих случаях нужно составлять так, чтобы в одном жгуте были сгруппированы по возможности все провода, соединяющие детали по одну сторону панели. Провода, переходящие с одной стороны панели на другую, группируются так, чтобы готовый жгут мог легко пройти через отверстие или окно.

Следует сказать, что конструкторы, проектирующие радиоустройства, часто забывают о монтаже и оставляют мало места для прохода проводов, что очень затрудняет работу и ухудшает качество монтажа. При конструировании какого-либо прибора всегда нужно представлять себе, как пройдут жгуты и провода монтажа. В таблице следует отразить группировку проводов, проходящих в то или иное отверстие в панели.

При монтаже прибора, имеющего большие габариты и большое число проводов, иногда бывает целесообразно разбить монтаж на ряд отдельных жгутов, с тем чтобы уменьшить размеры шаблонов и облегчить раскладку.

Расцветка проводов облегчает работу монтажера при впайке и контролера при проверке и особенно важна при отыскивании повреждений в эксплуатации. Поэтому расцветка проводов иногда является обязательным условием монтажа. В первую очередь это относится к цепям питания. Провода, подводящие плюс питания, обычно обозначаются красным цветом, минус — синим, провода, несущие переменный ток,— желтым или зеленым и т. д. Расцветка провода должна быть указана в таблице.

В случаях особо сложного монтажа с большим числом проводов таблица составляется с обратными соединениями.

Обратные соединения позволяют легко и быстро произвести проверку соединений, подходящих к любой из панелей или блоков, входящих в набор, как при раскладке и впайке монтажа, так и в эксплуатации при отыскании повреждений.

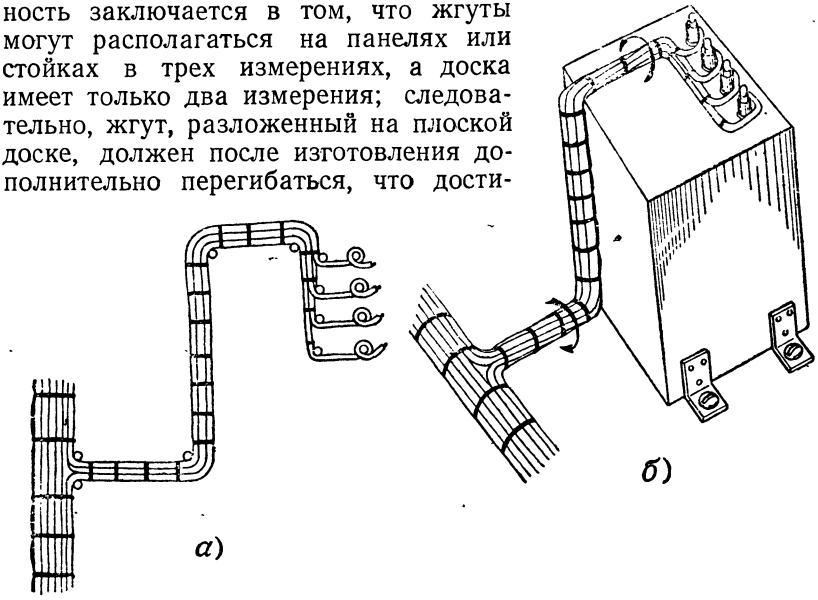
Что такое обратные соединения легко понять из следующего примера: если мы возьмем стойку с набором панелей, изображенную на фиг. 10-17, и составим таблицу монтажа обычным способом, т. е. перечисляя по порядку соединения, идущие от верхних панелей к нижним, то, пользуясь такой таблицей, трудно будет отыскать соединения, подходящие к нижним панелям, потому что они могут быть разбросаны по всей таблице. Особенно это затруднительно при большом числе соединений (свыше тысячи).

Для того чтобы устранить это неудобство, всю таблицу разбивают на части в соответствии с числом блоков или панелей. В каждом разделе в последовательном порядке проставляют номера контактов данной панели и против каждого контакта указывают соединение. Если соединение пришло сверху, то его проставляют в одной графе, а если соединение идет к нижним панелям, то его проставляют в другой графе. Таким образом, самая верхняя панель будет иметь все соединения в одной графе (уходящие соединения), а самая нижняя панель будет иметь все соединения в другой графе (приходящие соединения).

В случае необходимости проверки соединений какой-либо панели их легко найти в соответствующем разделе таблицы. Таблицу монтажа можно использовать не только для раскладки жгутов, а вообще для монтажа. Перенеся все соединения схемы в таблицу и указав марки проводов, мы тем самым упрощаем монтаж и делаем его доступным работникам с более низкой квалификацией. Следует, однако, отметить, что такого рода таблица не всегда может являться исчерпывающим пособием для монтажа, потому что иногда, кроме сечения провода, его марки, цвета и т. д., очень важно знать его расположение на панели относительно других проводников и деталей схемы. Поэтому при монтаже радиоаппаратуры чаще всего применяется способ копирования монтажа с образца, монтаж которого проверен, откорректирован и утвержден.

Останавливаясь подробнее на разбивке шаблонов, нужно отметить следующие трудности, которые могут встретиться в работе. В нашем примере изготовления шаблона для блока питания мы не испытывали затруднений при раз-

бивке, так как детали расположены, довольно далеко друг от друга и число контактов на них небольшое. Другое дело, когда детали расположены близко друг от друга и число контактов велико. Искусство монтажера, разбивающего шаблон, заключается в том, чтобы расположить жгуты и отводы от них на доске возможно плотнее, сохраняя максимальное удобство при раскладке и сшивке. Вторая трудность заключается в том, что жгуты могут располагаться на панелях или стойках в трех измерениях, а доска имеет только два измерения; следовательно, жгут, разложенный на плоской доске, должен после изготовления дополнительно перегибаться, что дости-



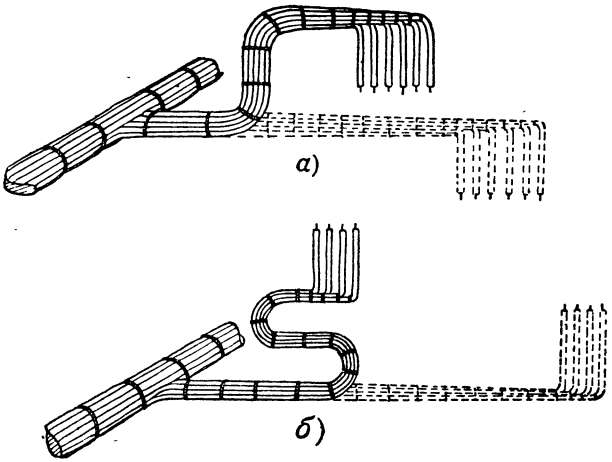
Фиг. 10-20.
а — отвод от жгута, разложенный на шаблоне; *б* — отвод от жгута, припаянный к детали.

гается перекручиванием под углом 90° жгута или его отводов вдоль оси. Такое незначительное перекручивание не отражается на качестве монтажа и вполне допустимо. Поясним сказанное примером:

Монтаж, показанный на фиг. 10-20, при раскладке на шаблоне должен иметь вид, приведенный на фиг. 10-20,*а*. Места перекручивания жгута показаны на фиг. 10-20,*б* стрелками. Нельзя жгут, разложенный на доске по прямой линии, изгибать под прямым углом. При большом числе проводов и большой толщине их в месте перегиба часть проводов сильно натянется, а другая часть сгофрируется, изгиб будет иметь нехороший вид, и равномерность вязок

будет нарушена; кроме того, в этом месте могут произойти обрывы провода.

Исключение составляют сравнительно тонкие ответвления (диаметром не более 5 *мм*), которые выгибаются по месту, причем в этих случаях желательно делать два компенсирующих друг друга изгиба (фиг. 10-21), при этом



Фиг. 10-21. Компенсирующие изгибы.
а — прямоугольный; *б* — зигзагообразный.

натяжение проводов в одном месте перегиба компенсируется их ослаблением в другом.

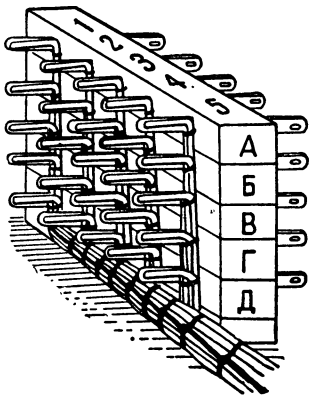
Следует учитывать, что компенсирование натяжения проводов будет в том случае, когда изгибы жгута будут в различных направлениях, т. е. если один изгиб сделан налево, то другой нужно делать только направо. Если один изгиб сделан вниз, другой нужно делать только вверх.

10-5. СПОСОБЫ МОНТАЖА МНОГОКОНТАКТНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Существует целый ряд способов подводки жгутов к различным деталям. Подводка к деталям, имеющим небольшое число выводов, не представляет трудностей и описывалась ранее в примере выпрямительного блока (выводная гребенка, трансформатор, ламповая панель, дроссель, конденсатор). Более сложным является монтаж деталей, имеющих большое число выводов; к ним относятся многоплатные переключатели, многорядные гребенки, многоштырьковые разъемы и т. д. Во всех случаях провода, подходящие

к этим деталям, должны быть сшиты в компактные жгуты, а отдельные концы четко отделены и обозначены вязками, цветом или различной длиной, с тем чтобы при впайке не могло возникнуть сомнения в правильности соединения. В качестве примера приводим несколько способов монтажа многоконтактных деталей.

1. Монтаж многорядной гребенки имеет вид, показанный на фиг. 10-22. Жгут разбивается на отводы по числу рядов контактов, а каждый провод в отводе отделен вязкой. В данном случае можно было бы не производить вязку на отводах, так как провода, идущие к контактам, отличаются разной длиной, но ввиду малой разности длин может произойти ошибка при впайке. Вязка отвода совершенно исключает такую ошибку.



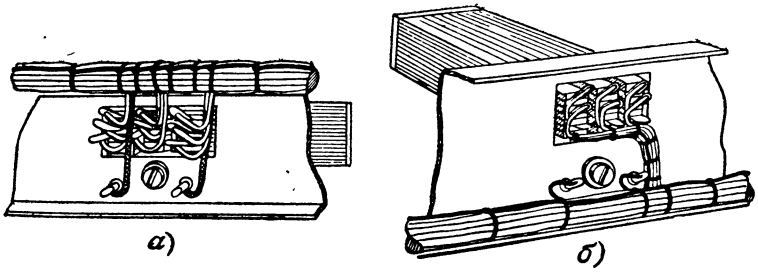
Фиг. 10-22. Монтаж многорядных гребенок.

Как видно из вышеприведенных примеров, при разметке шаблона для монтажа многоконтактных деталей следует применять систему шахматной доски, т. е. сначала разделять жгут на отводы по вертикали, а отводы жгута разделять на отдельные провода по горизонтали, или наоборот.

2. В радиоаппаратуре часто применяются реле как специальной конструкции, так и обычного телефонного типа. Эти реле могут иметь сложные наборы контактных групп и в соответствии с этим усложняется их монтаж. Подводка к реле осуществляется обычно двумя способами.

Если в монтируемом приборе установлено большое количество реле и они расположены в ряд на планке или панели (фиг. 10-23,*а*), то подводку проводов к выводам реле удобно сделать сверху. При этом выводы реле не должны быть закрыты отбортовкой панели. Отводы от основного жгута делаются по месту контактных групп реле. Отдельные провода, идущие на выводы контактных групп, в этих случаях различаются по длине и по цвету и обычно не прошиваются.

Другой способ подводки к реле показан на фиг. 10-23,*б*. Он отличается от первого тем, что жгут проходит по низу



Фиг. 10-23. Монтаж реле.
а — жгут подходит сверху; *б* — жгут подходит снизу.

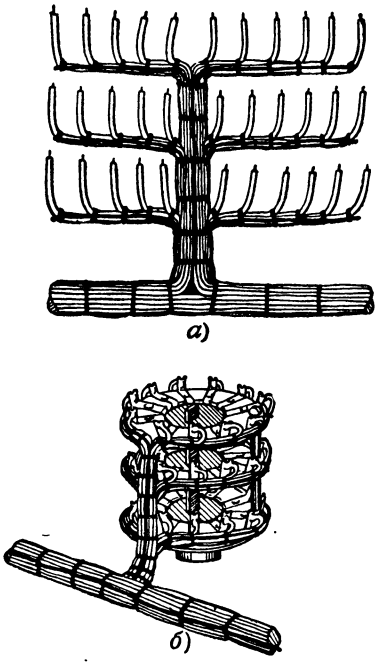
панели и на каждое реле идет отвод, огибающий крепежный винт. От отвода отделяются вязками провода, идущие на выводы контактных групп реле.

3. Подводку жгута к многоплатному переключателю можно осуществить способом, показанным на фиг. 10-24.

От подводящего жгута отделяются отводы, охватывающие отдельные платы, а от отводов—провода, идущие к контактам плат.

Расположение выводов жгута при этом будет иметь конфигурацию (фиг. 10-24,*а*), исключающую возможность ошибок при впайке.

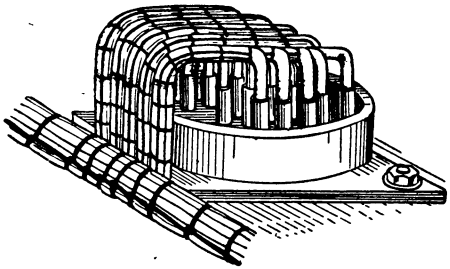
Подводку к многоштырьковому кабельному разъему правильно будет осуществить следующим способом (фиг. 10-25): контакты разъема разбиваются на горизонтальные ряды; провода подводятся к каждому ряду отдельными жгутиками, причем каждый отвод отделяется соответствующей вязкой; припайка такого монтажа не представляет трудности, так как производится с последовательной очередностью жгутиков.



Фиг. 10-24. Подводка монтажа к многоплатному переключателю.
а — жгут до впайки; *б* — жгут впаян.

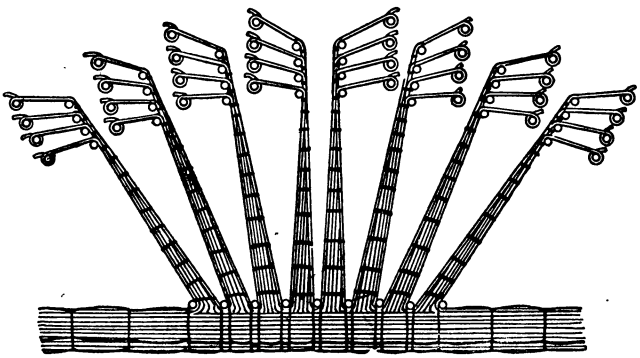
Если на шаблоне нужно разместить ряд жгутиков, близко расположенных друг к другу, то для удобства их разводят в виде веера (фиг. 10-26).

При этом способе остается больше свободного пространства для разметки концов проводов.



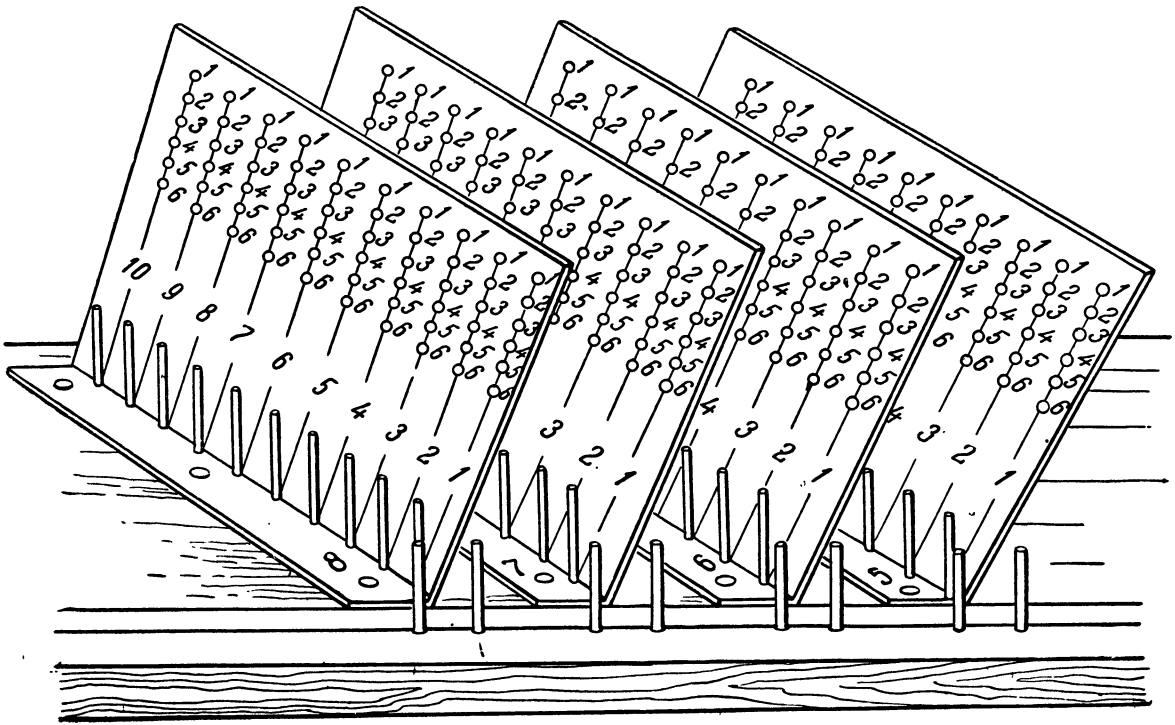
Фиг. 10-25. Подводка к многоштырьковому кабельному разъему.

В случае разбивки шаблона для аппаратуры, имеющей многорядные гребенки, большое гнездное поле или большое количество реле, кнопок и подобных деталей, к которым обычно подходит много проводов и монтаж имеет большую



Фиг. 10-26. Жгутики, расположенные на шаблоне в виде веера.

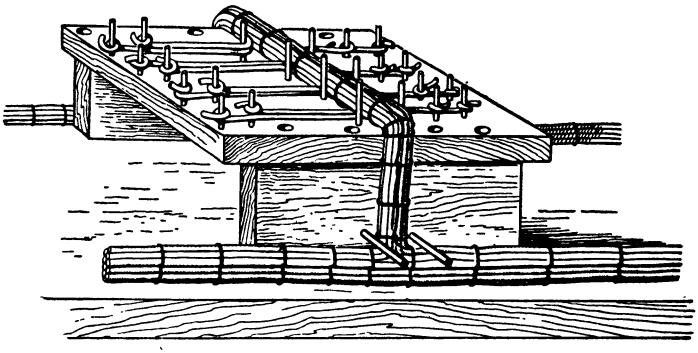
плотность, приходится прибегать к своеобразным надстройкам на основной доске. Например, для монтажа рядов реле, кнопок и т. д., расположенных близко друг от друга, удобно применять полосы прессшпана, которые прибиваются к доске, как показано на фиг. 10-27. На этих полосах заранее делается разметка жгутиков, подходящих к контактам де-



Фиг. 10-27. Шаблон с прессшпановыми полосами.

талей, а вместо концевых шпилек пробиваются или просверливаются отверстия.

Чернилами проставляются номера деталей и контактов. Размеченная полоса прессшпана прибивается к доске в том месте, где должен проходить жгут, и в местах отводов на детали забиваются шпильки. При раскладке конец провода заводится в концевое отверстие, загибается (чтобы не выскочил) и идет дальше в жгут. Если имеется несколько рядов деталей, расположенных один над другим, то в том же порядке набиваются и полосы прессшпана; если рядов много, то шаблон похож на развернутую книгу с листами из прессшпана.



Фиг. 10-28. Шаблон с надстройкой.

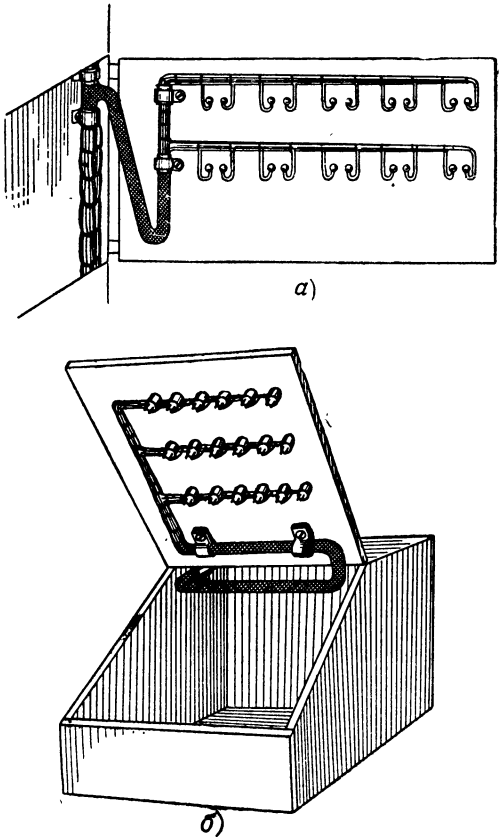
То же самое можно сделать на шаблоне для многорядных гребенок. Этот способ является хорошим выходом из положения, но имеет следующий недостаток: нельзя точно рассчитать длину конца, подходящего к детали; поэтому его приходится пускать с запасом. Это вызывает лишний расход провода; следовательно, применять такой способ нужно только в том случае, если на обычной доске со шпильками жгут невозможно разместить.

Если имеется ряд толстых жгутов, расположенных близко друг от друга и не укладывающихся на доске, то можно сделать на доске пристройку в виде деревянной скамейки (фиг. 10-28) и расположить на ней нужные жгуты.

В конструкциях некоторых приборов предусмотрено применение съемных или откидных панелей и плат с установленными на них деталями, монтаж которых связан с общей схемой прибора. Переход с основного монтажа на откидные платы осуществляется, как правило, многожильными

проводами, уложенными в виде петли, которая позволяет свободно откидывать или снимать панель в случае необходимости замены деталей или регулировки их.

Для защиты петли от механических повреждений ее обматывают хлопчатобумажной лентой или заключают в плетеный чулок.



Фиг. 10-29. Петли на откидных платах.
а — вертикальная; *б* — горизонтальная.

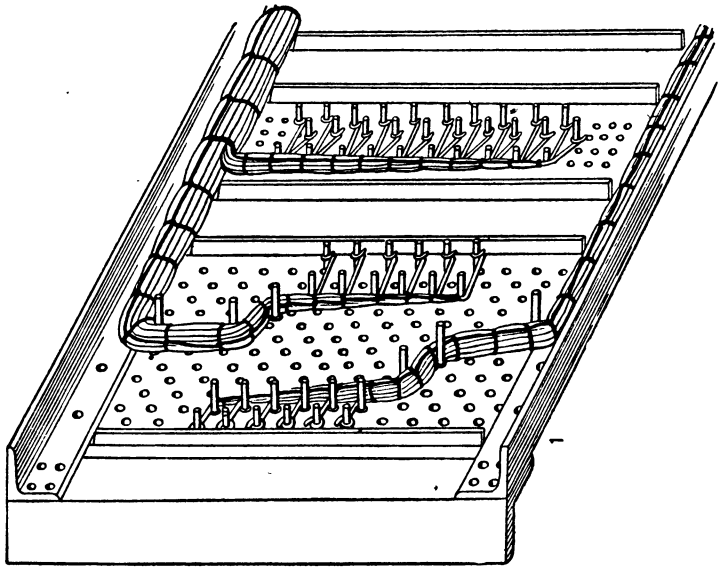
Переход с основного монтажа на откидные платы показан на фиг. 10-29.

При разбивке шаблона для жгута, переходящего от основного монтажа к откидной панели, нужно придерживаться следующих правил:

1. Жгут должен быть выполнен в виде петли достаточной длины.

2. При откидывании панели эта петля должна испытывать, в основном, скручивающие усилия, направленные вдоль жгута. В этом случае провода будут менее подвержены обрыву.

Если переходная петля выполнена неправильно и отдельные участки ее будут подвергаться резким изгибам при



Фиг. 10-30. Часть рамы с металлическими шаблонами.

откидывании панели, то это повлечет за собой быстрый излом проводов.

Большую роль при этом играет правильный выбор места для крепящих скоб (фиг. 10-29).

Предприятия, выпускающие блочную аппаратуру, т. е. аппаратуру, состоящую из различных комбинаций отдельных блоков-панелей, укрепленных на общей раме или каркасе, могут применять для шаблонов вместо деревянных досок металлические рамы и каркасы. Эти рамы имеют крепежные отверстия в количестве, достаточном для любой комбинации блоков-панелей, входящих в тот или иной вид аппаратуры. Отдельные металлические панели представляют собой шаблон определенного блока. Шпильки на них

устанавливаются в соответствующие гнезда или закрепляются при помощи гаек. Привернув на раму или каркас набор панелей-шаблонов в нужной комбинации и расставив шпильки, можно быстро изготовить шаблон для раскладки жгутов межблочных соединений. Выгоды применения таких универсальных шаблонов очевидны (фиг. 10-30).

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

ПРИМЕНЕНИЕ СВАРКИ ПРИ МОНТАЖЕ АППАРАТУРЫ

11-1. ОСОБЕННОСТИ СВАРОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Сваркой в отличие от пайки называют получение неразъемного соединения двух или более деталей путем сплавления соединяемых деталей. При этом соединяемые детали сплавляются или друг с другом или в место их сплавления (сварочный шов) вводится дополнительное количество металла.

В машиностроении и строительном деле применяются несколько видов сварки. Существует сварка дуговая и контактная, постоянным и переменным током и т. д.

В зависимости от материала и величины деталей и узлов, соединяемых при помощи сварки, выбирается тот или иной способ получения сварочного соединения.

Применение сварки в монтажных работах обусловлено ее несомненными преимуществами. Сварка позволяет производить надежное соединение материалов, не поддающихся пайке мягкими припоями, как, например, нихром, фехраль и др. Нельзя не упомянуть и о том, что переход на сварку в производстве массовой аппаратуры обеспечит значительную экономию мягкого припоя, в частности олова. Кроме того, для получения прочного сварного соединения нет надобности производить механическое закрепление монтажного проводника или вывода монтируемой детали на лепестке или контакте. Поэтому прочное соединение деталей при помощи сварки производится значительно скорее, чем в случае применения пайки.

Теплостойкость сварного соединения значительно выше теплостойкости паянного, так как разрушение сварного соединения происходит при температуре около 1 000° С, в то время как паянное соединение не может продолжительно работать при температуре 150—170° С. В некоторых слу-

чаях работы аппаратуры теплостойкость соединения имеет решающее значение.

Недостатком применения сварных соединений для целей монтажа является их полная неразъемность. Сваренные детали не могут быть разобраны, в отличие от паянных мягким припоем. В некоторых случаях монтажа, например при сварке монтажных проводов с тонкими лепестками контактных групп реле или переключателей различных видов, оплавлению подвергается значительная часть лепестка. Поэтому если возникнет необходимость снять деталь (например, реле) для ремонта или регулировки вне прибора, ее выводные лепестки часто не могут быть использованы вторично. Может потребоваться замена контактных лепестков или установка новой детали вместо ремонта старой.

Недостатком сварочных соединений является также их недостаточная стойкость против окисления. После пребывания в сырости место сварки может покрыться слоем ржавчины или зелени. Поэтому рекомендуется после сварки покрывать оплавленные места слоем прочного влагостойкого лака. Ниже рассматриваются способы сварки.

11-2. СПОСОБЫ СВАРКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

При производстве монтажных работ и в радиопромышленности используются два способа сварки:

1) сварка контактная;

2) сварка дуговая.

Контактная сварка производится обычно «в накладку». Соединяемые детали накладываются друг на друга и помещаются между электродами сварочного «пистолета», соединяемого с понижающим трансформатором. При прохождении тока через место контакта соединяемых деталей выделяется большое количество тепла, размягчающего место соединения. При сдавливании размягченные части деталей сплавляются, образуя прочное соединение. Описанный способ сварки применялся в радиопромышленности на заводе имени Орджоникидзе еще в 1933—1935 гг. при производстве деталей и узлов широковещательной аппаратуры. Контактная сварка дает наилучшие результаты при соединении деталей, изготовленных из металлов, имеющих большое удельное сопротивление, например стали, нихрома и др.

Металлы, имеющие малое удельное сопротивление, как, например, медь, алюминий, свариваются значительно труднее, для их сварки требуется большая величина тока, а

прочность соединения часто оказывается недостаточной. Кроме того, сварочный «пистолет» обладает значительными размерами и весом, что препятствует применению сварных соединений во всех уголках радиоаппарата, часто имеющего небольшие габаритные размеры. Поэтому применение контактной сварки при монтаже аппаратуры в настоящее время ограничивается узкими пределами заготовительных операций некоторых деталей и узлов.

В сборочных операциях, например при сборке шасси, панелей и других крупных деталей аппаратуры, контактная сварка нашла широкое применение. В этих операциях контактная электросварка полностью вытеснила клепку и дала весьма большой эффект. Дуговая сварка применяется значительно чаще. Способ дуговой сварки, применяемый в настоящее время при монтаже радиоаппаратуры, был предложен и впервые применен в 1885 г. известным отечественным изобретателем Н. Н. Бенардосом для восстановления изношенных и поломанных деталей машин. Сварка по методу Бенардоса производится электрической дугой, образованной между металлической деталью и угольным электродом.

Преимуществом дуговой сварки является полная независимость от материала свариваемых деталей: все металлы независимо от их проводимости одинаково хорошо свариваются в пламени дуги. Это обстоятельство способствовало распространению дуговой сварки, применяемой не только в радиопромышленности, но и в электропромышленности, например при сварке обмоточных проводов электрических машин и аппаратов.

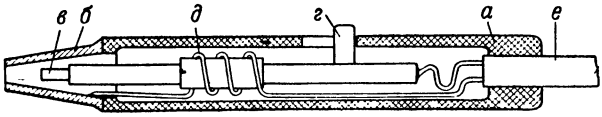
11-3. ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

Дуговая сварка при монтаже аппаратуры производится на переменном токе. Питание сварочной дуги осуществляется от понижающего трансформатора, включаемого в силовую сеть переменного тока напряжением 220 *в*.

В зависимости от размера свариваемых деталей напряжение дуги выбирается в пределах от 15 до 35 *в* при токе в сварочной цепи до 100 *а*. Приспособление для сварки — сварочный «пистолет» — имеет небольшие габаритные размеры и вес, подобно паяльнику средней величины. Такое приспособление может быть применимо в различных местах монтируемых приборов, позволяя сваривать между собой монтажные провода, выводы деталей и контактные лепестки.

Общий вид сварочного «пистолета» показан на фиг. 11-1. На фиг. 11-2 приведена схема включения сварочного пистолета и трансформатора.

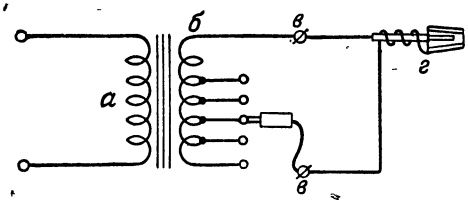
Как видно из схемы фиг. 11-2, вторичная обмотка трансформатора снабжена отводами для выбора правильного режима сварки в зависимости от размера и материала деталей. Сварка производится следующим образом.



Фиг. 11-1. Общий вид сварочного пистолета (в разрезе).

а—рукоятка; *б*—мундштук; *в*—угольный электрод; *г*—подвижной упор угольного электрода; *д*—соленоид; *е*—кабель питания с вилкой.

Мундштук сварочного пистолета плотно прижимается к свариваемой детали. Подвижной держатель угольного электрода передвигается вперед «от себя» до соприкосновения угольного электрода со свариваемыми деталями, замыкается цепь вторичной обмотки трансформатора, цепь сварочного тока. При замыкании цепи сварочного тока через соленоид проходит ток, вследствие чего образующееся в со-



Фиг. 11-2. Схема включения сварочного пистолета и трансформатора.

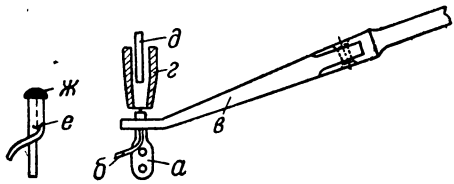
а — первичная обмотка трансформатора; *б* — вторичная обмотка трансформатора; *в*—зажимы для включения сварочного пистолета; *г*—сварочный пистолет.

леноиде магнитное поле втягивает сердечник, несущий на себе держатель угольного электрода. При отрыве угольного электрода от свариваемых деталей между ними и электродом возникает дуга, оплавляющая концы деталей. Такое устройство и включение сварочного пистолета позволяют автоматизировать процесс сварки, так как длительность горения дуги, от которой в основном зависит качество сварки, остается неизменной. Обслуживание сварочного пистолета сводится только к периодической замене угольного электрода, которая производится без труда.

11-4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ДУГОВОЙ СВАРКИ И ПРИМЕРЫ СВАРОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Технологические приемы выполнения сварных соединений зависят в основном от конструкции свариваемых деталей. Большое разнообразие конструкций деталей, изготовляемых преимущественно с учетом применения пайки при монтаже, часто затрудняет применение сварки с ее особенностями, изложенными в предыдущих разделах настоящей главы.

Опыт применения сварки, накопленный рядом отечественных предприятий, намечает следующие основные технологические приемы сварки. Ниже приводятся приемы свар-



Фиг. 11-3. Сварка с „экраном".

а—лепесток; *б*—монтажный провод; *в*—плоскогубцы-ограничители; *г*—мундштук сварочного пистолета; *д* — угольный электрод; *е* — сварочное соединение; *ж*—оплавленный металл.

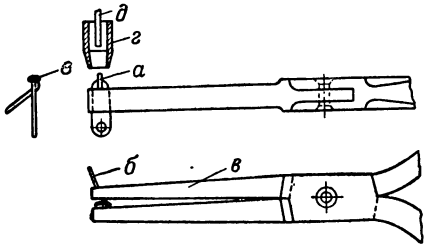
ки, описанные в книге И. П. Чеснокова «Сварка монтажных соединений электрорадиоаппаратуры» [Л. 13].

На фиг. 11-3 показан прием сварки, называемый сваркой «с экраном». В отверстие наконечника заводится проводник, наконечник захватывается щипцами с изогнутыми губками, которые одновременно являются ограничителем положения мундштука сварочного пистолета. При возникновении дуги эти щипцы-ограничители выполняют роль экрана, предохраняющего нижнюю часть наконечника, поджимаемую под контактный винт, от брызг металла.

При другой форме свариваемых деталей применяются для их захватывания обычные плоскогубцы, на которые производится упор мундштука сварочного пистолета.

На фиг. 11-4 показан такой способ сварки, называемый сваркой «на плоскогубцах». В зависимости от размеров выступающей над плоскогубцами части лепестка образуется капля расплавленного металла той или иной формы. Регулируя практически величину оплавляемой части лепестка, можно получить надежное сварное соединение.

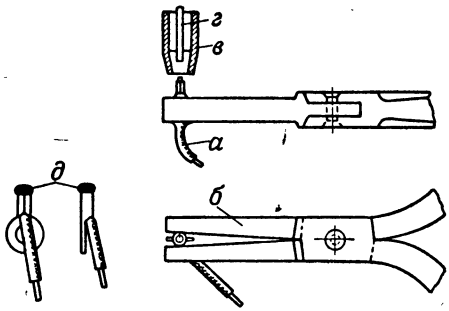
Если для соединения применяются наконечники другого вида, их можно использовать для образования капли, соединяющей проводник с наконечником. На фиг. 11-5 показан способ сварки, называемый сваркой «в трубочку». Название



Фиг. 11-4. Сварка „на плоскогубцах".

а — сварное соединение; *б* — монтажный провод; *в* — плоскогубцы для захвата лепестка; *г*—мундштук сварочного пистолета; *д*—угольный электрод; *е*—оплавленный металл.

это объясняется тем, что трубчатая часть наконечника заваривается образовавшейся при сварке каплей. Такой способ сварки может найти применение во всех случаях, когда одна из свариваемых деталей имеет форму трубочки.

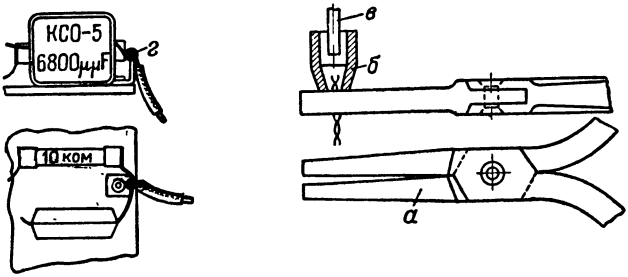


Фиг. 11-5. Сварка „в трубочку".

а—монтажный провод; *б*—плоскогубцы для захвата свариваемого узла; *в*—мундштук сварочного пистолета; *г*—угольный электрод; *д*—оплавленный металл.

Наибольшее применение при соединении конденсаторов и сопротивлений различного вида с другими деталями и монтажными проводами радиоаппаратуры находит способ, показанный на фиг. 11-6. Этот способ сварки называется сваркой «в шарик». Свариваемые провода и выводы дета-

лей (ленточные или проволочные) скручиваются вместе и зажимаются плоскогубцами так, чтобы над ними выступала часть скрутки. На плоскогубцы упирается мундштук сварочного пистолета, и после образования дуги верхняя часть скрутки оплавляется в шарик. Описанный способ сварки следует считать наиболее удобным в том смысле, что он может быть применен для сварки почти всех соединений, встречающихся в радиоаппаратуре различного назначения.



Фиг. 11-6. Сварка в шарик.
а — плоскогубцы-держатели; *б* — мундштук сварочного пистолета; *в* — угольный электрод; *г*—оплавленный металл.

Следует заметить, что широкое применение сварки в монтажных работах затруднено в известной мере тем, что детали и узлы аппаратуры не изготовляются для электрического соединения их сваркой. При конструировании выводов деталей и узлов аппаратуры с учетом применения сварки возможно дальнейшее увеличение количества видов изделий радиопромышленности, в которых используются сварочные соединения. При этом следует учитывать особенности сварочных соединений, изложенные в первом разделе настоящей главы.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

КОНТРОЛЬ МОНТАЖНО-СБОРОЧНЫХ РАБОТ

12-1. ПРОВЕРКА СБОРКИ ПРИБОРА

При серийном и массовом производстве радиоаппаратуры работники технического контроля, проверяя аппаратуру, обычно пользуются специальными инструкциями, в которых подробно указана методика проверки данного прибора. Независимо от существования специальных инструкций всякий собранный и смонтированный прибор должен пройти

элементарный контроль, этапы которого излагаются ниже. Этот контроль выполняется обычно в процессе работы самим работником, выполняющим ту или иную операцию сборки и монтажа, а по окончании сборки контроль производится работниками технического контроля.

Детали и узлы, собираемые отдельно, обязательно должны проходить особый, межоперационный, контроль перед установкой их в прибор. Собранный прибор прежде всего подвергается внешнему осмотру с целью выявления дефектов отделки (окраски) его наружных поверхностей. Эти повреждения могли произойти в процессе работы вследствие небрежности сборщика (царапины, вмятины, забоины и т. д.).

После внешнего осмотра переходят к детальному осмотру и проверке. В первую очередь производится проверка правильности установки деталей и узлов прибора и в соответствии со сборочным чертежом проверяются номинальные величины емкостей и сопротивлений, указанные в спецификациях. Следует обратить особое внимание на правильность установки монтажных гребенок, разъемов, ламповых панелей и т. д., с тем чтобы расположение цифровых или буквенных обозначений на них соответствовало чертежу.

В противном случае после монтажа неправильно установленной (перевернутой) гребенки или разъема могут возникнуть большие трудности при исправлении допущенной ошибки. Одновременно с проверкой правильности установки той или иной детали проверяется ее крепление. Приклепанные детали (угольники, колонки, кронштейны и др.) не должны качаться или проворачиваться. Головки заклепок должны быть хорошо осажены и иметь правильную форму. Заклепочный шов не должен иметь просветов и зазоров и т. д. (см. гл. 6). Головки развальцованных заклепок, имеющие рваные, растрескавшиеся края, бракуются.

Если деталь или узел крепится при помощи винтов и гаек, то нужно проверить степень их затяжки при помощи отвертки или ключа. Концы винтов должны выступать из резьбы не более чем на 1—1,5 *мм*. Шлицы винтов и грани гаек не должны быть сорванными. Винты с потайной головкой не должны выступать из зенкованного отверстия или проваливаться в нем. По окончании проверки правильности крепления концы винтов и гайки закрашиваются цветной эмалевой краской как для предотвращения от самораскручивания, так и для того, чтобы отметить проверку крепления.

Очень часто изделия из пластмассы и керамики дают трещины и сколы вследствие их неправильной установки или перетяжки крепящими винтами или гайками. Эти трещины могут появиться не сразу, а спустя некоторое время. Поэтому такого рода изделия нужно осматривать особо тщательно. Следующим этапом является проверка плавности хода осей конденсаторов переменной емкости, реостатов, переменных сопротивлений и других деталей, имеющих оси вращения. Вследствие неправильной установки перечисленных деталей могут получиться перекосы осей и возникнуть их затирания. То же самое относится к переключателям, ключам и кнопкам, оси и рычажки которых должны вращаться или перемещаться свободно, без заедания. Фиксация, если таковая предусмотрена, должна быть четкой и устойчивой. Одновременно с проверкой хода и фиксации упомянутых деталей проверяются правильность и прочность закрепления ручек на осях. Положения указателей ручек переключателей в момент фиксации должны соответствовать делениям шкал. Ручки, закрепленные на осях, не должны качаться, сбиваться с места и проворачиваться.

12-2. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К ПРОВЕРКЕ МОНТАЖА

После того как произведен монтаж прибора, необходимо подвергнуть его перед включением тщательной проверке.

Проверка правильности монтажа необходима:

во-первых, для того, чтобы во время включения прибора не были испорчены детали прибора вследствие допущенных ошибок в монтаже;

во-вторых, для того, чтобы работник, производящий испытание и наладку прибора, не терял времени на поиски ошибок.

Перед проверкой прибора его нужно очистить от посторонних предметов, попавших в него в процессе монтажа, например кусочков изоляции провода, откушенных кончиков проводников, гаек, шайб, винтов, металлических опилок и стружек, а также кусочков припоя. Эти предметы должны быть обязательно удалены, так как при проверке, а также при эксплуатации прибора они могут причинить много неприятностей и даже вывести его из строя.

Более крупные и тяжелые предметы, как, например, гайки, винты, удаляются путем встряхивания перевернутого вниз монтажем прибора. Само собой разумеется, что эту

операцию нужно производить с достаточной осторожностью, чтобы не повредить и не разрегулировать детали, имеющие малую механическую прочность. Такие детали, как чувствительные измерительные приборы, лучше снять во время очистки аппаратуры. После того как удалены более крупные предметы, необходимо продуть монтаж струей воздуха. Делается это при помощи резинового шланга, к которому подведен сжатый воздух. Если установки для получения сжатого воздуха нет, то продувку производят ручным мехом. При продувке прибор должен быть повернут в такое положение, чтобы удаленный струей воздуха мусор не попал обратно в монтаж. Продувку желательно производить в специально отведенном для этой цели помещении. Особенное внимание нужно обратить на удаление кусочков монтажного провода и припоя, так как они могут попасть между двумя контактами и замкнуть их, нарушив работу прибора. Это замыкание вследствие плохого контакта может то пропадать, то появляться вновь и отыскать его иногда очень трудно, так как размеры замыкающего кусочка металла малы.

Если на контактах деталей, к которым припаивались провода, остались следы флюса, их нужно удалить, потерев чистой тряпочкой, смоченной в спирте.

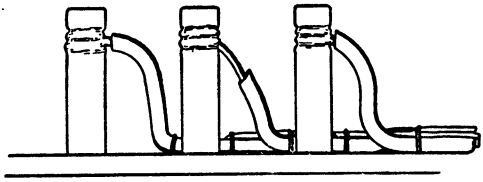
Обычно проверку монтажа можно подразделить на следующие этапы:

1) механический контроль;
2) проверка правильности соединений.

Одновременно с проверкой соединений по схеме проверяются контакты, замыкающие ту или иную цепь, как, например, контакты выключателей, реле, кнопок и т. д. Иногда производят еще проверку электрической прочности всего монтажа или некоторых участков его относительно корпуса или между собой. Такая проверка, называемая иногда проверкой «на пробой», производится на специальной установке в специальном помещении. Иногда производится измерение сопротивления изоляции всего монтажа или отдельных цепей, необходимое в некоторых приборах, при помощи прибора, называемого мегомметром. Проверка электрических величин деталей монтажа обычно производится заранее, до установки в прибор, так как проверка впаянных в схему деталей затруднена, а в некоторых случаях невозможна. Проверяются только омическое сопротивление деталей и изоляция по отношению к корпусу панели или, как говорят, к «земле».

12-3. МЕХАНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МОНТАЖА

Под механическим контролем подразумевается внешний осмотр монтажа. Прежде всего нужно осмотреть все пайки на контактах. Выше говорилось о важности паек, и поэтому нужно обратить особое внимание на их выполнение. Иногда монтажер, заведя провод на контакт, забывает сделать пайку. Это чаще всего наблюдается в тех случаях, когда сначала заводят все или часть проводов на контакты, а затем пропаивают их. Нередко вследствие плохого лужения провода или контакта припой не заполняет пространства между ними, не растекается. Такую пайку необходимо исправить, предварительно зачистив места соединения. Нередко можно обнаружить обратное явление, когда на место



Фиг. 12-1. Провод на среднем контакте оголен.

пайки положено слишком много припоя и его излишки, стекая по контакту, могут замкнуть его с соседними контактами или с корпусом. Такие дефекты встречаются при пайке монтажа на контактах реле, гнезд, ключей и подобных деталей, у которых контакты расположены близко друг от друга.

Осмотр паек лучше всего производить по порядку, последовательно переходя с одной детали на другую. Рабочее место при этом должно иметь хорошее освещение.

При осмотре паек нужно обращать внимание на то, чтобы изоляция провода (если она имеется) вплотную подходила к контакту. Если часть провода будет оголена (фиг. 12-1), то это нужно устранить, в противном случае такой проводник, будучи случайно отогнут, может замкнуться на соседний контакт.

После проверки качества паек следует осмотреть изоляцию монтажа. Нередко монтажер, укладывая провода или жгуты в проходах между деталями или протаскивая их через узкие отверстия и «окна», повреждает изоляцию. На эти участки монтажа при проверке нужно обратить особое внимание. Нередко изоляция монтажа повреждается при

закреплении жгутов скобками. Необходимо проверить достаточность изоляции в этих местах. Некоторые приборы или устройства могут работать в условиях вибрации или тряски; при этом отдельные части монтажных проводников могут тереться об острые углы деталей и повредить изоляцию. Это необходимо предусмотреть и принять соответствующие меры. Монтаж, подходящий к откидным и съемным платам с реле, кнопками, гнездами и другими деталями, должен укладываться так, чтобы во время его движения изоляция не повреждалась. Жгут, подходящий к ним, должен иметь достаточную гибкость во избежание поломки и обрыва проводов.

12-4. ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ

Проверку правильности соединений лучше всего производить при помощи омметра. Омметр — прибор, служащий для измерения омического сопротивления деталей. Он делается обычно переносного типа, собирается и монтируется в коробке или кожухе небольшого размера. К омметру подключены два изолированных провода с металлическими наконечниками на концах. Эти наконечники называются щупами. Прикасаясь щупами к контактам измеряемой детали, следят за отклонением стрелки по шкале и определяют величину сопротивления.

Часто омметр объединяется вместе с вольтметром и миллиамперметром в один прибор, называемый испытателем или тестером. Такие приборы выпускаются отечественной промышленностью. Одним из наиболее распространенных приборов такого типа является тестер типа ТТ-1. В настоящее время выпускается более совершенный прибор типа ТТ-2.

Тестер ТТ-2 представляет собой комбинированный переносный электроизмерительный прибор, позволяющий измерять:

а) силу постоянного тока с пределами измерения: 0,3; 3,0; 30; 300 и 750 *ма*;

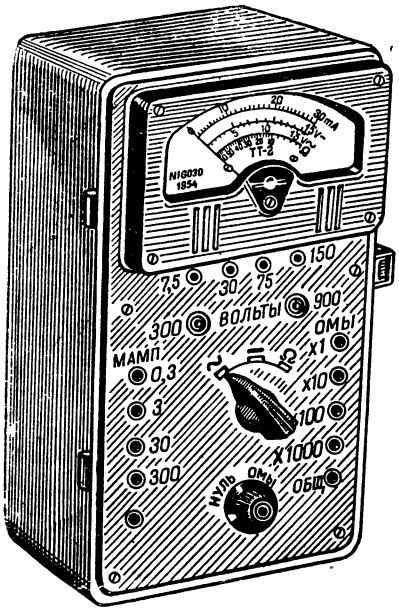
б) напряжение постоянного и переменного тока с пределами измерения: 7,5; 30; 75; 150; 300 и 900 *в*;

в) сопротивления от 1 *ом* до 2 *мгом*.

Прибор ТТ-2 может работать в температурном интервале от — 15 до + 35° С. Входное сопротивление прибора при измерении напряжения 2 500 *ом* на 1 *в*. Точность измерений силы тока ± 2,5% от максимального значения шка-

лы, напряжений постоянного и переменного тока (от 50 до 1 000 *гц*) $\pm 4\%$ от максимального значения шкалы. При измерении напряжения переменного тока на частотах от 1 000 до 5 000 *гц* дополнительная погрешность не превышает $\pm 4\%$.

Прибор собран в металлическом корпусе, стрелочный измеритель и органы управления — на общей панели. В качестве стрелочного измерителя использован микроамперметр типа ИТ с чувствительностью 150 *мка* на всю шкалу. Переход с одного рода измерения на другой (постоянного тока, переменного тока и сопротивлений) осуществляется переключателем рода работы, переход с одного предела измерения на другой—перестановкой штеккеров (контактных штифтов) в соответствующие гнезда. Общий вид прибора ТТ-2 приведен на фиг. 12-2.



Фиг. 12-2 Общий вид тестера ТТ-2

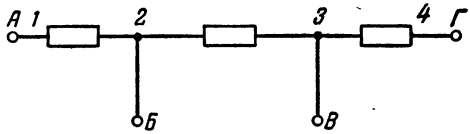
Для проверки соединений нужно переключить прибор на самую низкоомную шкалу. Если пользоваться высокоомной шкалой, то легко можно ошибиться, так как трудно обнаружить в проверяемой цепи сопротивление малой величины. Поясним это на примере. Допустим, что нам нужно проверить соединение по схеме, представленной на фиг. 12-3. На этой схеме показано сопротивление небольшой величины, имеющее отводы в точках *2* и *3*. К концам и отводам сопротивления подходят провода из точек *А*, *Б*, *В*, *Г*.

Если производить проверку омметром, имеющим высокоомную шкалу, то вследствие малой величины сопротивления показания омметра при подключении его между различными точками схемы будут почти одинаковы и нельзя установить точно, попадает ли провод, идущий от *А* в точку *1*

или от *Б* к *2*. Вот почему при проверке правильности соединений нужно применять самую низкоомную шкалу.

Для проверки монтажа пользуются обычно принципиальной схемой, но можно производить проверку и по монтажной схеме, а также по таблице монтажа. Если проверка монтажа производится по принципиальной схеме или по таблице, то нужно еще иметь эскиз с расположением и обозначениями деталей монтажа или сборочный чертеж прибора — так называемый общий вид.

Проверка соединений производится следующим образом: проследив соединение между двумя деталями по схеме и отыскав при помощи эскиза расположение этих деталей на панели, прикасаются щупами омметра к соответствующим контактам. (Омметр при этом должен быть установлен



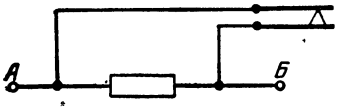
Фиг. 12-3. Схема секционированного сопротивления.

предварительно на нуль). Если соединение проложено правильно, то стрелка омметра покажет нуль. Проверку лучше всего начинать с цепей питания. Проверяя правильность соединения цепей накала и высокого напряжения, одновременно нужно проверить, нет ли замыкания между проводами противоположных знаков. Проверяя соединения цепей питания переменного тока, обращают внимание, нет ли соединения их с корпусом прибора. Если накальные цепи прибора подключены к питающему трансформатору, то трудно проверить правильность соединений этих проводов, так как обмотка трансформатора, питающая накал, имеет очень малое омическое сопротивление. В случае сомнения а также в случае необходимости тщательной проверки один из проводов должен быть отпаян от трансформатора. Этого можно избежать, если провода этой пары будут иметь разные расцветки. После проверки основных цепей питания переходят к проверке других соединений.

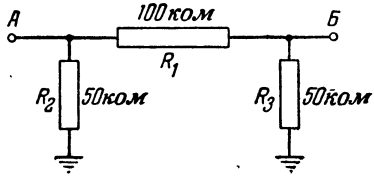
Проверку монтажа многолампового прибора лучше всего производить покаскадно. Закончив с одной лампой, следует переходить к другой и т. д. Если проверяются соединения, подходящие к контактам реле, кнопок, ключей и подобных деталей, нужно отключить эти контакты от соприкасающихся с ними. Это можно сделать, нажав на якорь реле

или на рычажок соответствующего ключа, или, наконец, проложив полоску бумаги между соприкасающимися контактами.

Проверяя соединения, имеющие одновременно отводы на другие детали, следует быть особенно внимательным, так как в этих случаях могут быть так называемые обходные цепи (т. е. цепи, подключенные параллельно к данному соединению), которые могут ввести в заблуждение проверяющего. Пример такого соединения показан на фиг. 12-4. Точка *А* соединена с точкой *Б* через сопротивление. Параллельно точкам *А* и *Б* подсоединены контакты реле, замыкающие



Фиг. 12-4. Схема сопротивления замкнутого контактами реле.



Фиг. 12-5. Сопротивления, включенные параллельно.

точки *А* и *Б*. При проверке соединений эти контакты необходимо разомкнуть.

Попутно с проверкой соединений можно проверять омические сопротивления деталей, величины которых обычно указаны на принципиальных схемах. Для проверки величины сопротивления омметр нужно переключить на соответствующую шкалу. Проверяя сопротивления, всегда нужно следить за тем, не подключены ли параллельно этому сопротивлению другие. В этом случае показания омметра будут меньше номинальной величины измеряемого сопротивления. Например, измеряя сопротивление R_1, показанное на фиг. 12-5 в точках *А* и *Б*, мы увидим, что оно будет не 100 *ком*, как показано на схеме, а 50 *ком*. Происходит это вследствие того, что параллельно сопротивлению R_1 подключены через «землю» сопротивления R_2 и R_3.

Проверяя цепи монтажа, во избежание ошибок и пропуска в проверке соединений полезно делать отметки на схеме. Рядом с линией проверенного соединения на схеме следует поставить отметку простым или цветным карандашом в виде точки или черточки.

Если в монтаже имеются соединения, которые можно проследить «на глаз», то все же их лучше проверить омме-

тром, так как бывают случаи отсутствия соединения вследствие плохой пайки или замыкания на корпус, незаметные при внешнем осмотре.

При проверке соединений по таблице монтажа поступают так же, как и при раскладке, т. е. отмечают проверяемое соединение какой-нибудь планочкой или линейкой, положенной под нужной строкой таблицы монтажа. По мере проверки соединений линейка передвигается сверху вниз. При проверке по таблице следует также пользоваться эскизом расположения деталей.

Одновременно нужно проверять расцветку, свивку и экранировку проводов, указанные в таблице, а также распределение проводов по жгутам. Нередко в таблицах могут быть особо отмечены провода, проходящие через то или иное отверстие или «окно»; это также нужно проверить.

При проверке монтажа аппаратуры, имеющей большие размеры, как, например, стойка или шкаф с набором блоков, работать приходится вдвоем. Один из проверяющих, глядя на схему и подсоединяя щуп омметра к одной из точек соединения, называет вторую. Второй проверяющий прикасается другим щупом омметра к указанному контакту и, глядя на омметр, подтверждает наличие соединения.

При проверке перед впайкой шаблонированного монтажа нужно пользоваться таблицей и шаблоном, по которому производилась раскладка; без шаблона будет трудно разобраться в концах. Иногда при проверке монтажа применяют электрический звонок постоянного тока, отчего произошло название этой операции — «прозвонка». Применение звонка удобно тем, что проверяющий не должен следить за омметром глазами, поэтому он менее утомляется и работает производительнее. Звонок неудобен тем, что не обнаруживает в проверяемой цепи небольших сопротивлений.

Не рекомендуется применение звонка, работающего от переменного тока. Такой звонок при проверке цепей, в которых имеются конденсаторы большой емкости, может ввести в заблуждение проверяющего, так как звонок будет звонить, хотя прямого соединения нет.

12-5. ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ МОНТАЖА

Проверка электрической прочности монтажа прибора производится в тех случаях, когда нужно быть уверенным в достаточной изоляции тех или иных цепей. Эта проверка

производится при помощи так называемой пробивной установки, т. е. установки, от которой можно получить высокое напряжение постоянного или переменного тока. Величина этого напряжения регулируется в нужных пределах и может быть измерена вольтметром, имеющимся на установке. Пробивная установка помещается обычно в специальном помещении и работа на ней производится лицами, знакомыми с правилами техники безопасности.

При испытании электрической прочности монтажа на него подается напряжение больше рабочего в 2—3 раза. Случаи пробоя высоким напряжением проводов между собой или на корпус бывают чаще всего в местах прохода проводов через узкие отверстия или щели, а также в местах крепления жгутов.

Проверка качества изоляции монтажа производится в тех случаях, когда это задается техническими условиями на данный прибор. Для этой цели применяется мегомметр, представляющий собой в принципе омметр с высокоомной шкалой. Мегомметр позволяет измерять сопротивления до тысяч миллионов ом. При работе с мегомметром особое внимание нужно обратить на изоляцию щупов и проводов, подходящих к ним, так как прикосновение посторонних предметов может вызвать утечку (особенно если налицо грязь, сырость и т. п.) и неправильные показания прибора. Если нужно измерить сопротивление изоляции только монтажа, то следует отпаять все детали, к которым он подходит, так как всякая деталь, подключенная к проводу, ухудшает его изоляцию по отношению к корпусу, увеличивая утечку. Слишком большая утечка между отдельными цепями и на корпус говорит о том, что изоляция провода недоброкачественна, взят провод не той марки или имеет место повреждение изоляции. Большая утечка может быть также вследствие плохо заделанных или загрязненных концов провода.

Нормальное сопротивление изоляции монтажных цепей должно быть около 100 мегом или больше. Следует помнить, что величина сопротивления изоляции зависит также от линейной длины проводов, проложенных по панели или стойке.

На многих предприятиях принято после окончательной проверки монтажа закрашивать пайки прозрачным цветным лаком. Это делается для того, чтобы показать, что пайка проверена.

12-6. ПРИЧИНЫ БРАКА ПРИ СБОРКЕ И МОНТАЖЕ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Заканчивая настоящую главу, следует остановиться на некоторых характерных случаях брака, происходящих в процессе сборки и монтажа радиоаппаратуры, рассмотреть вероятные причины брака и меры их устранения. Мы не будем разбирать случаи массового и систематического брака на производстве — это не входит в задачу настоящей книги, а познакомимся с браком, который может случиться у каждого работника, выполняющего ту или иную монтажную работу.

Монтажер, обнаруживший брак в своей работе, должен найти и внимательно изучить причину, его вызвавшую, с тем чтобы устранить ее. Если он не в силах справиться сам, то должен обратиться к бригадиру или мастеру за помощью. Брак при монтаже можно подразделить на несколько категорий. Мы рассмотрим один из наиболее часто встречающихся видов брака — брак вследствие небрежности или по вине рабочего.

Брак по вине конструкции, материала и т. д. не является характерным, и мы на нем останавливаться не будем.

Рассматривая случаи брака, не всегда легко установить причины, его вызвавшие. Нередко одна причина порождает другую, следствием чего является брак. Например, известно, что посторонний шум мешает сосредоточиться и сильно утомляет монтажера, в результате чего он допускает ошибки и пропуски соединений. Или, например, посторонние лица, находящиеся в помещении, где производится монтаж, могут отвлекать внимание работающего громкими разговорами или, более того, он сам может вступить в посторонний разговор, следствием чего часто бывает брак. Администрация монтажного участка должна создать необходимые условия для производительной работы и поддерживать на нужной высоте трудовую дисциплину. От плохого и неправильного освещения рабочего места быстро утомляются глаза; отсюда возможны ошибки и плохие пайки. Ненормальный нагрев паяльника также вызывает плохую пайку.

Наиболее характерными видами брака при сборке радиоаппаратуры являются:

1. Сорванные шлицы у винтов и граней у гаек.
2. Порча внешней отделки прибора (царапины, забоины, грязь).
3. Недотянуты винты или гайки.

4. Плохая клепка (неплотный шов, плохо осаженная или надрубленная головка заклепки, стержень заклепки искривлен).

5. Плохие разбортовка и развальцовка пустотелых и полупустотелых заклепок (головка не плотно, без натяга, прижата к поверхности, имеет рваные края).

6. Лопнувшие в местах креплений изделия из керамики и пластмассы (вследствие чрезмерной затяжки крепежа или перекоса самой детали).

Перечисленные виды брака относятся к категории «брак по вине рабочего» и могут быть легко устранимы при внимательном изучении причин, их вызвавших. Например, порча отделки прибора может быть вызвана захламленностью рабочего места ненужными предметами или отсутствием специальной подставки или подстилки. Сорванные шлицы у винтов, как правило, являются следствием применения неправильно заточенной отвертки. Сорванные грани у гаек — результат применения плоскогубцев и другого неподходящего инструмента вместо специальных ключей и т. д. Обеспечение работников соответствующим инструментом и указания со стороны руководящего персонала могут свести перечисленные виды брака до минимума.

Пайка впритык — вид брака, который должен быть целиком отнесен к небрежности рабочего. Мерой к устранению этого вида брака будет соответствующее внушение. То же самое относится к обламыванию концов монтажа вследствие подрезки их при зачистке. Даже не имея более совершенных способов зачистки, можно простым ножом зачищать изоляцию так, чтобы не повредить жилы, если обращаться с проводом аккуратно. Часто при пайке высокочастотных кабелей типа РК или РД полиэтиленовая изоляция плавится и жила кабеля может замкнуться на броню. Это происходит в следующих случаях:

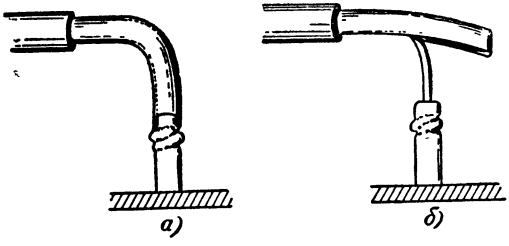
1) если пайку производят слишком долго; при этом жила кабеля сильно перегревается;

2) если перед пайкой конец кабеля заведен на контакт не прямо, а под углом (фиг. 12-6,*а*); в этом случае изоляция кабеля всегда стремится разогнуться и принять прежнее, т. е. прямое, положение.

Достаточно при пайке нагреть жилу кабеля до температуры плавления изоляции, чтобы последняя, будучи прорезана горячей жилой, выпрямилась и оголила ее (фиг. 12-6,*б*). Во избежание подобных случаев нужно стараться пайку делать быстро, для чего место пайки предва-

рительно должно быть хорошо зачищено и залужено. Для того чтобы изоляция кабеля не прорезалась горячей жилой, ее следует во время пайки удерживать в нужном положении, охлаждая мокрой тряпочкой.

Такой вид брака, как повреждение изоляции, обычно происходит при протаскивании жгутов через проходные «окна», при закреплении жгутов, при небрежной правке и укладке монтажа. Причиной брака может быть небрежность работника, применение механически слабой изоляции жгута или слишком малый размер окна. Недостаточное сопротивление изоляции монтажа может быть также следствием повреждения изоляции, загрязнения мест пайки плохим



Фиг. 12-6.
а—правильно произведенная пайка кабеля с полиэтиленовой изоляцией; *б*—неправильно: перегретая жила расплавила изоляцию и прорезала ее.

флюсом, а также отсырения проводов. Если после просушки монтаж заметно повысил сопротивление изоляции, значит, выбранная марка провода неподходящая. Для повышения сопротивления изоляции проводов с хлопчатобумажной или шелковой оплеткой рекомендуется пропитывать их в горячей восковой или церезиновой ванне (130—140° С) до полного прекращения выделения пузырьков воздуха (в течение часа) с последующим охлаждением на сухом воздухе. Для устранения утечки через плохо заделанные концы рекомендуется заделку производить по способу, описанному в гл. 7.

Особо следует остановиться на утечке, происходящей вследствие применения при пайке флюсов, содержащих хлористый цинк (так называемую паяльную кислоту), хлористый аммоний (нашатырь) и подобные вещества. Каждый монтажер должен знать о категорическом запрещении употреблять подобного рода флюсы при монтаже радиоаппаратуры и ни в коем случае не пользоваться ими. При использовании в качестве флюса обычной канифоли последняя должна быть подвергнута предварительно химическому анализу, так как в ней могут находиться кислотные примеси.

В серийном производстве ОТК проверяются готовые мон-

тажные жгуты. Кроме проверки проводов на обрыв проверяются сопротивление изоляции, электрическая прочность изоляции на пробой, а также сечение, расцветка и экранировка проводов в соответствии с таблицей монтажа. Производится внешний осмотр жгута с целью проверки сшивки и защитной обмотки, и все же бывают случаи, когда после монтажа обнаруживается брак вследствие ошибок на предварительной операции, например, при впайке неправильно сшитого жгута. Выше говорилось, что впайка готового жгута обычно производится без «прозвонки» концов, а в соответствии с вязкой, разной длиной концов и цветом проводов. Если при впайке есть какое-либо сомнение, то необходимо тщательно проверить данное соединение по схеме, пользуясь омметром или звонком.

В заключение мы рассмотрим виды брака при изготовлении шаблонированного монтажа.

При изготовлении шаблонированного монтажа наиболее часто встречаются следующие характерные ошибки:

1. Пропуски соединений.
2. Соединение деталей не соответствует схеме.
3. Перепутаны местами провода парных цепей.
4. Неправильная сшивка.
5. Неправильная обрезка концов.

Большинство перечисленных видов брака является следствием невнимательности рабочего (если таблица и шаблон сделаны правильно).

Первый и второй виды брака, т. е. пропуски и неправильные соединения, могут быть вызваны тем, что при раскладке не применялась передвижная планочка, которая прикрывает строку, лежащую под прокладываемым соединением. При этом легко можно «перескочить» через строку и пропустить соединение или, прочтя начало соединения по одной строке, конец прочесть по другой.

Очень часто такие ошибки происходят вследствие того, что внимание монтажера было чем-нибудь отвлечено, например посторонним разговором. Раскладка сложного монтажа требует большого внимания, и поэтому нужно устранять все причины, мешающие сосредоточиться. Иногда неправильное соединение может быть вызвано стершимися от времени и плохо видимыми номерами контактов и деталей на шаблоне, поэтому их нужно делать четко и ясно и своевременно возобновлять.

Пропуски и неправильные соединения могут быть легко обнаружены и исправлены при условии выполнения правил

изготовления шаблонированного монтажа (см. гл. 10). По окончании раскладки необходимо проверить занятость всех концевых шпилек и отверстий. Если на одной из шпилек провод отсутствует, то выясняют, по какой причине его нет. Если на шпильке находится лишний конец, значит, один из проводов попал не на свое место. Часто эта ошибка происходит вследствие того, что путают номер детали с номером контакта, т. е. вместо того, чтобы завести провод на деталь № 5 и контакт № 2, заводят на деталь № 2 и контакт № 5. Повторяем, что такого рода ошибки легко исправимы, если жгут не сшит.

При прокладке парных витых цепей часто путают местами провода пары. Обычно витые парные цепи делаются проводами разных цветов и, как правило, цвета этих проводов в таблице не указываются. Закрепив на соответствующих шпильках провода пары в начале соединения и следя по таблице и шаблону за их прокладкой, можно забыть, какой цвет на какую шпильку был заведен вначале и какой при окончании соединения и поменять местами провода пары. Для устранения такого рода ошибок нужно запомнить и применять следующее правило. Начиная прокладывать парное соединение, более светлый провод подводить всегда к меньшему номеру контакта, а более темный—к большему. Это правило запоминается легко и облегчает прокладку парных цепей. Повторяем, что применять его нужно только тогда, если в таблице цвет проводов пары не указан. Больше неприятностей может причинить четвертый вид брака, т. е. неправильная сшивка. Ранее уже говорилось о важности правильной сшивки жгута. Если жгут сшит неверно и снят с шаблона, то без прозвонки концов не обойтись. Еще хуже, если неправильно сшитый жгут впаян в прибор. Тогда на перепайку уйдет много времени и наверняка будет попорчена заделка концов проводов. Поэтому перед съемом готового жгута с шаблона необходимо проверить правильность вязки, особенно в тех местах, где ответвляется много концов к различным контактам. Также может причинить много неприятностей неправильная обрезка концов. Известно, что концы, выходящие из жгута, можно различить или по вязкам, или по длине (не говоря о цвете). В случае неправильной обрезки мы не только можем спутать провода местами, но и слишком укоротить один из проводов. Обрезку концов следует производить с полным вниманием, руководствуясь соответствующими отметками на шаблоне или специальной меркой.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ МЕТОДОВ ТРУДА В РАДИОМОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

13-1. О РАЦИОНАЛЬНЫХ МЕТОДАХ РАБОТЫ

Директивы XX съезда КПСС по шестому пятилетнему плану развития народного хозяйства на 1956—1960 г. предусматривают дальнейшее расширение производства радиоаппаратуры различного назначения. За шестую пятилетку должно быть выпущено 10,2 млн. радиоприемников и телевизоров. Кроме того за пятилетку должна быть расширена номенклатура и увеличен выпуск радиоизмерительных приборов не менее чем в 3 раза.

Выполнение грандиозных задач, поставленных XX съездом КПСС, предполагает дальнейшее внедрение рациональных методов труда во все отрасли промышленности. На предприятиях радиотехнической промышленности имеется много передовиков производства, чей повседневный труд помогал и помогает выполнению поставленных задач.

В радиомонтажном деле, равно как и в других отраслях, решение поставленных задач должно быть осуществлено за счет применения новейших методов сборки, технологии, изготовления схем, внедрения таких новых способов, как печатный монтаж, сварка вместо пайки, автоматизация монтажных соединений. Эти и им подобные методы позволят ускорить выпуск изделий, удешевить их стоимость и улучшить качество.

Если учесть, что радиомонтажные работы составляют значительный процент от общей трудоемкости по выпуску радиоаппаратуры, то станет очевидной важность применения передовых методов радиомонтажерами.

В настоящей главе авторы излагают опыт передовых монтажеров одного из заводов, производящих аппаратуру связи, и знакомят читателей с рациональными приемами выполнения некоторых монтажных операций.

Возможно, что эти приемы не покажутся новыми монтажерам других наших предприятий. В этом случае, очевидно, появится возможность обмена опытом с целью ознакомления с наиболее производительными методами работы.

При выполнении монтажа какого-либо радиоприбора перед работником ставятся две задачи: во-первых, монтажер должен знать, что надо сделать по данной операции, во-вторых, как лучше и быстрее выполнить эту операцию. Чтобы разрешить первую задачу, необходимо некоторое знание теории электро- и радиотехники. Для решения второй за-

дачи необходимо знание ряда приемов и умение применять их на практике. Нужно также уметь пользоваться необходимым инструментом, добиваясь наибольшей производительности труда и хорошего качества работы.

Из изложенного можно сделать вывод, что каждый молодой радиомонтажер, желающий научиться хорошо и быстро работать, должен непрерывно повышать свою техническую грамотность, изучая электро- и радиотехнику в кружках технического минимума, но изучения одной теории недостаточно. Для того чтобы повысить производительность труда и качество работы, необходимо внимательно изучать опыт работы лучших новаторов, применяя его в своей работе. Изучение это может происходить как в виде бесед, так и путем практического показа выполнения той или иной операции. Каждый молодой рабочий должен помнить, что нередко успех или неудача какой-нибудь работы зависит от мелочей, которые, казалось бы, недостойны внимания, между тем как эти мелочи могут сыграть решающую роль.

Для того чтобы добиться высокой производительности труда, радиомонтажер в первую очередь должен обратить внимание на организацию своего рабочего места. Радиомонтажер-универсал, выполняющий разнообразные монтажные работы, должен иметь полный комплект необходимого инструмента и следить за тем, чтобы он был в исправности. Инструмент, часто выходящий из строя, как, например, паяльник, должен быстро заменяться в случае порчи резервным, для чего следует иметь запасный комплект такого инструмента. Кроме того, монтажер должен содержать свой рабочий комплект инструмента в строгом порядке. Порядок хранения инструмента описан в главе «Организация рабочего места» и заключается в том, что каждый инструмент имеет свое место в ящике верстака, будучи уложен в определенную ячейку или «врезан» в дно ящика.

Некоторым читателям это мероприятие может показаться лишним и ненужным, но такое мнение ошибочно. Описанный способ хранения инструмента способствует не только лучшему его сбережению, но и приучает работающего к порядку. Расположение инструмента в соответствующих ячейках быстро запоминается, и любой инструмент в случае необходимости можно достать буквально «не глядя в ящик».

Следует заметить, что не на всех наших предприятиях уделяется должное внимание хранению инструмента. Нередко, открыв ящик с инструментом даже у квалифицированно-

го рабочего, можно увидеть довольно непривлекательную картину. Весь имеющийся инструмент свален в кучу. Вперемежку с напильниками всех сортов лежат ключи, плоскогубцы, кусачки и подобный инструмент; часто здесь же находятся штангенциркуль, линейки и другой мерительный инструмент. При необходимости достать нужный инструмент приходится перевернуть все, как говорится, «вверх дном». От этого инструмент портится, и на его отыскание уходит много лишнего времени. Устранение этой на первый взгляд «мелочи» даст выигрыш времени в любой работе.

Одной из основных операций при монтаже радиоаппаратуры является заводка или включение концов проводов на контакт и пайка их. На эти операции уходит много времени и они должны выполняться с большим вниманием и аккуратностью.

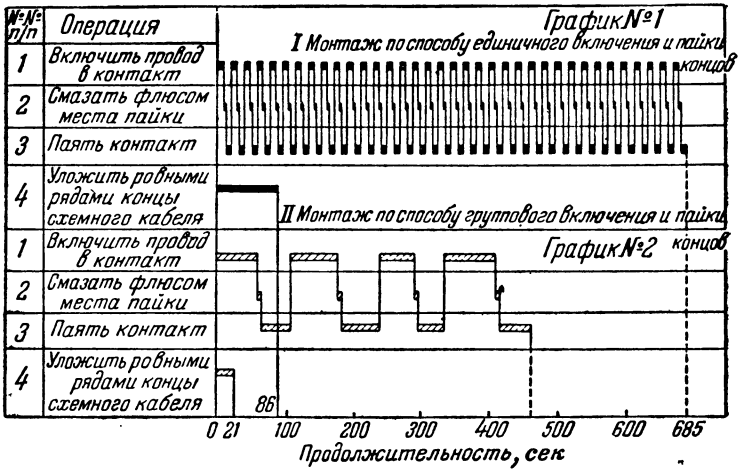
Заводка провода на контакт может производиться двумя способами. В первом случае провод заводится на один из контактов, затем на него наносится флюс и производится пайка; то же самое проделывается с остальными контактами поочередно. Этот способ можно назвать способом единичной заводки или единичного включения. Во втором случае провода заводятся на группу (8—10) контактов; после этого на них наносится флюс (раствор канифоли в спирте) и производится пайка этой группы контактов. Второй способ можно назвать групповым включением.

Преимущество второго способа очевидно, так как при этом монтажер не берет лишний раз в руки инструмент и не делает ненужных движений, а многократное повторение операции создает ритм в работе и увеличивает скорость ее выполнения. Этот способ, рекомендуемый авторами, подтверждается опытом лучших новаторов ряда заводов.

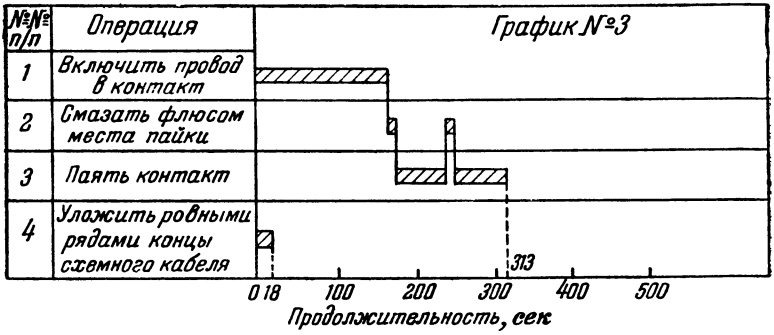
Работницы тт. Р. А. Минеева, Г. Я. Герасимова, З. И. Григорьева и др., применяя способ группового включения концов, добивались высокой производительности труда, выполняя нормы выработки на 200% и более при хорошем качестве работы.

На фиг. 13-1 приведен график, поясняющий два способа включения провода на контакт. На этом графике видно, что работница, применяющая способ группового включения концов, выполняет эту операцию в 1,5 раза быстрее работницы, применяющей способ единичного включения. Еще более производителен способ, показанный на другом графике (фиг. 13-2). Разница здесь заключается в том, что провода заводятся сразу на 40—50 контактов, затем на полови-

ну из них наносится флюс и производится пайка, а затем наносится флюс и производится пайка остальной половины контактов. Делается это для того, чтобы избежать чрезмерного испарения спирта из флюса, так как при этом флюс теряет свою активность.



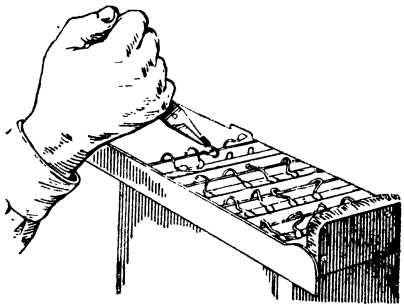
Фиг. 13-1. Два способа включения провода на контакт.



Фиг. 13-2. Другой вариант заводки и пайки проводов на контактах.

Приведенные графики были составлены на основании работ, проведенных на заводе бригадами, в которые входили технологи, мастера, нормировщики и лучшие новаторы монтажных цехов. Эти бригады изучали монтажные работы с целью выявления наиболее производительных приемов выполнения монтажных операций.

Касаясь самого процесса заводки провода на контакт и применяемого при этом инструмента, следует отметить, что некоторые монтажеры пользуются для этой цели плоскогубцами с длинными и тонкими губками, а некоторые пользуются пинцетом с насечкой. Авторы рекомендуют пользоваться для заводки концов пинцетом из следующих соображений: если заводка концов на контакт производится при помощи плоскогубцев (фиг. 13-3), то их держат в правой руке всеми пальцами, и операция производится движением кисти руки. При заводке концов на контакт с помощью пинцета его держат тремя пальцами правой руки и в движении участвует не только кисть руки, но и пальцы, что придает больше гибкости движениям и меньше утомляет руку.



Фиг. 13-3. Заводка концов на контакт при помощи плоскогубцев.

Эта операция производится следующим образом: проводник, который должен быть припаян к контакту, держится в левой руке; пинцетом, находящимся в правой руке, захватывают конец провода, продевают в отверстие контакта и обматывают вокруг него 1—2 раза, укладывая витки провода пинцетом.

Также поступают в случае припайки сопротивлений типа ВС, конденсаторов КСО и подобных деталей.

Если неудобно левой рукой поддерживать провод из-за мешающих соседних деталей или глубокого шасси, то придерживать провод нужно вторым пинцетом — тоже с насечкой, который держат в левой руке.

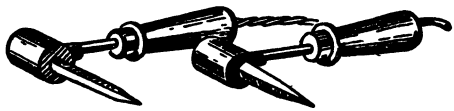
Рекомендуется пользоваться пинцетами, применяемыми для анатомических целей, типа ПА (пинцет анатомический) длиной не менее 100—120 *мм*. При более толстых проводах можно применять пинцеты большего размера, до 150 *мм*, имеющие более прочную конструкцию и позволяющие сгибать проводники диаметром до 1,0 *мм* при их заводке на контакты.

В получении высокопроизводительной пайки большую роль играют качество паяльника и его выбор.

Делая пайку, нужно стремиться к тому, чтобы выполнять ее в минимальное время. Для этого, во-первых, нужно со-

кратить время прогрева пайки паяльником для достижения нужной температуры. Перегревать паяльник выше определенной температуры (например, больше чем на 50° температуры плавления припоя) нельзя, так как пайка будет плохой; следовательно, нужно стремиться к увеличению отдачи тепла от паяльника к спаиваемому контакту. Это достигается подбором соответствующего диаметра медного сердечника паяльника, который, обладая достаточной теплоемкостью, быстро нагревает контакт, не понижая своей температуры. Наряду с этим паяльник не должен быть слишком тяжелым, чтобы быстро не утомлять руку.

Обычно для паек среднего размера применяются паяльники мощностью 80—120 *вт* с сердечником диаметром 10—



Фиг. 13-4. Наиболее удобные типы паяльников для монтажа радиоаппаратуры.

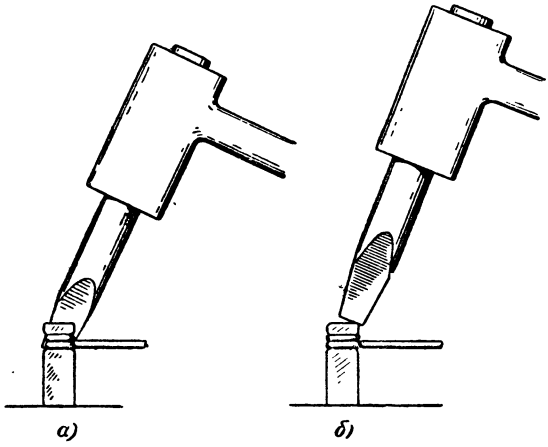
12 *мм*. Паяльники, имеющие толстый сердечник в основании, который постепенно суживается к концу (фиг. 13-4), дают большую производительность. Эта форма сердечника обеспечивает быструю передачу тепла от нагревательного элемента к рабочему концу паяльника.

Для паек большего размера нужно применять большие паяльники мощностью до 200 *вт*. При выполнении пайки всегда нужно стремиться к тому, чтобы рабочая часть сердечника паяльника, с которой припой стекает на пайку, имела наибольшую площадь соприкосновения с местом пайки. Для этого паяльник прикладывают к месту пайки не острием сердечника, а плашмя, как показано на фиг. 13-5. При этом отдача теплоты с паяльника на спаиваемый контакт происходит с наибольшей быстротой.

Другим фактором, влияющим на быстроту пайки, является способ нанесения флюса на место пайки. Способ переноса флюса на пайку путем касания горячим паяльником кусковой канифоли, вследствие чего канифоль плавится и в виде жидкой капли переносится вместе с припоем на пайку, нельзя рекомендовать как наиболее производительный. Кроме того, при этом место пайки сильно загрязняется канифолью. Окунать паяльник в кусковую канифоль сле-

дует только при лужении и зачистке рабочего конца сердечника паяльника.

Рекомендуется применение канифоли в жидком виде, т. е. растворенной в спирте, которая предварительно наносится на место пайки кисточкой. Во время пайки паяльник держат в правой руке, а в левой — пруток припоя, который прикладывают к рабочему концу сердечника, одновременно касаясь им места спая. Пруток припоя должен иметь соответствующую пайке толщину (диаметр 2—3 *мм*). Изготовление прутков припоя описано в гл. 8.



Фиг. 15-5. Положение паяльника при пайке.
а—правильное; *б*—неправильное.

Следует оговориться, что применять жидкую канифоль при пайке плат переключателей и подобных деталей следует очень осторожно, чтобы не загрязнить ею трущиеся контакты. Наиболее производительно для пайки применение трубчатого припоя; следует отметить, что быстрота и качество пайки зависят от подготовки ее, т. е. от предварительного лужения контактов и концов провода. Если лужение произведено небрежно, то пайка чрезвычайно затрудняется. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы все кончики проводов и лепестки контактов были предварительно зачищены и залужены. Нельзя надолго оставлять незалуженными зачищенные концы проводов и других подготавливаемых к пайке металлических частей прибора, так как они могут снова покрыться окисью, что затруднит лужение и пайку.

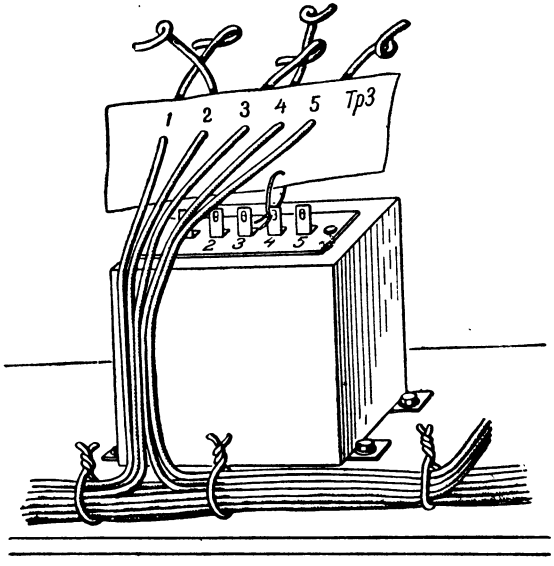
Часто при монтаже радиоаппаратуры приходится при-

менять опорные планки для размещения ряда сопротивлений и конденсаторов. На этих планках расположены два ряда контактов, к нижним частям которых припаиваются соединительные провода, а к верхним — выводы сопротивления или конденсатора.

При монтаже такого рода планок на макетах и опытных образцах сначала нужно завести на контактные планки и запаять все соединительные провода. При этом необходимо сделать карандашом на листочке бумаги эскиз планки и отметить на нем порядок расположения сопротивлений и конденсаторов. Эти детали устанавливаются в последнюю очередь. Выводы сопротивлений и конденсаторов выгибаются по одному образцу и обрезаются. После этого они укрепляются на планке и запаиваются поочередно.

Иногда монтажеру приходится прокладывать довольно большое количество проводников, которые затем укладываются в один или несколько жгутов и скрепляются нитками. При монтаже макетов и опытных образцов шаблонирование монтажа обычно не применяется, а вся укладка проводов производится непосредственно на панели по принципиальной схеме. При наличии длинных проводов, проходящих с одного конца панели в другой, нередко с несколькими перегибами, не всегда можно припаять начало и конец провода согласно схеме, потому что до окончательной укладки и вязки жгута нельзя точно определить нужную длину провода. При запайке обоих концов может оказаться, что запаянный провод слишком короток или длинен. Поэтому при монтаже макетов и опытных образцов радиоаппаратуры поступают так: припаяв один конец провода к нужному контакту, второй не запаивают, а, измерив примерно нужную длину провода, оставляют его с некоторым запасом. Так поступают со всеми проводами, которые будут уложены в данный жгут. После того как будут запаяны начала соединений, провода укладываются в жгут, которому придается нужная форма и направление. Во время примерной укладки основного жгута его временно скрепляют в нескольких местах кусочками монтажного провода. Затем свободные концы проводников зачищаются для прозвонки или проверки омметром. Сначала концы прозванивают, для того чтобы развести их по деталям, затем после окончательной укладки и прошивки основного жгута и его ответвлений на детали концы проводов прозванивают вторично, обрезают по месту, зачищают и припаивают окончательно к контактам.

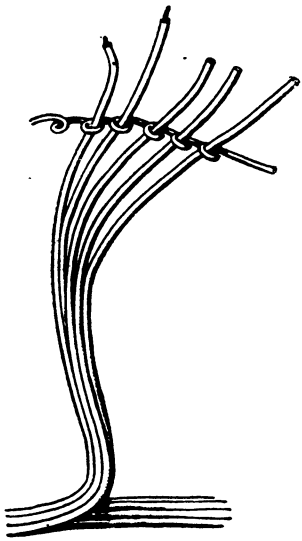
Если проанализировать этот способ монтажа, то мы увидим, что он очень невыгоден. Много времени тратится на прозвонку или проверку омметром. Для того чтобы найти нужное соединение, иногда приходится перебрать несколько проводов. Особенно много времени уходит на прозвонку в случае применения проводов с одинаковой расцветкой. Кроме потери времени на прозвонку, тратится еще лишнее время на повторную зачистку (сначала для прозвонки, затем для окончательной впайки).



Фиг. 13-6. Картонка с номерами контактов детали.

Для того чтобы сократить процесс работы, нужно в случае невозможности припайки обоих концов провода к контактам сразу заметить соответственные свободные концы. Делается это следующим образом: припаяв один конец провода к детали, второй заводят на кусочек картона с пробитыми в нем отверстиями. Этот кусочек картона замещает собой деталь, к которой будут подводиться провода, а отверстия на картоне соответствуют контактам детали. На этой картонке пишется название или номер детали, а около отверстий пишутся номера контактов. Картонку нужно расположить, а еще лучше — укрепить около той детали, которую она замещает или «представляет» (фиг. 13-6). При про-

кладке монтажа провода нужно укладывать с запасом, чтобы при окончательной укладке они не оказались слишком короткими. Мы видим, что этот способ монтажа напоминает раскладку по шаблону, с той лишь разницей, что здесь нет доски со шпильками, а прокладка и сшивка проводов происходят непосредственно на панели. После прокладки всех проводов жгут прошивается, укладывается по месту, концы обрезаются, зачищаются и впаиваются. Этот способ монтажа более производителен, чем первый, и его можно рекомендовать при монтаже макетных и подобных устройств.



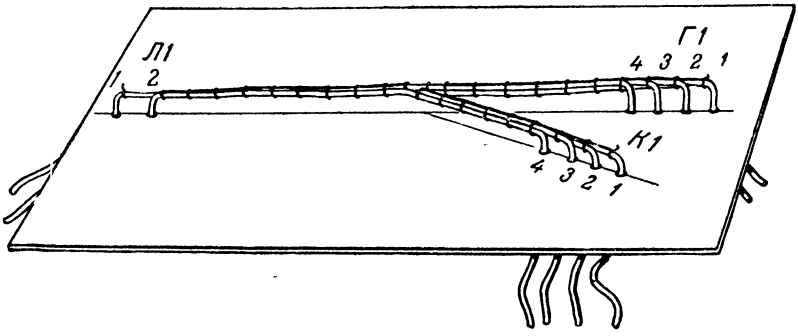
Фиг. 13-7. Отметка концов путем перевязки.

В тех случаях, когда нельзя обойтись без прозвонки (например, при разделке многопроводного кабеля), следует разделанный конец кабеля после прозвонки вставлять в картонку с занумерованными отверстиями, как уже говорилось выше. Если концов немного, то их можно заметить, завязав один, два, три и т. д. узелка. Концы проводов можно замечать, перевязывая их по порядку кусочком монтажного провода (фиг. 13-7).

Монтажеру-универсалу, желающему научиться быстро работать, следует запомнить следующее правило: не оставлять при монтаже неотмеченных концов, сводить прозвонку к минимуму. Отметка концов указанным способом не отнимет много времени и позволит повысить производительность труда. Само собой разумеется, что у аккуратного монтажера всегда должны быть под рукой кусочки прессшпана или картона и шило или пробойник для пробивки отверстий в картонке для разметки проводов.

При монтаже макетов небольших блочков сигнализации, пультов управления и т. п. рационально сделать примитивный шаблон, произведя на нем раскладку и сшивку монтажа. Шаблон этот делается из куска прессшпана толщиной 1—1,5 *мм*. На этом куске прессшпана делается разметка

расположения деталей монтажа, пробиваются отверстия для контактов и проставляются номера и обозначения деталей и контактов. На этом шаблоне нет шпилек, и при раскладке на углах провода выгибаются пальцами. При сшивке жгута

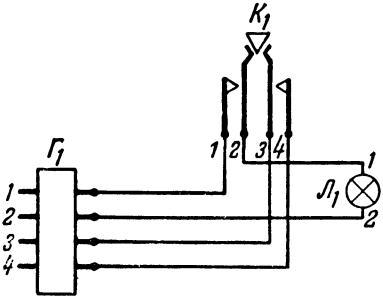


Фиг. 13-8. Временный шаблон с разложенным и сшитым монтажем.

размеры отдельных частей его сверяются и корректируются по собранной панели. Обрезка и зачистка концов жгута делаются обычным способом.

Изготовление такого примитивного шаблона отнимает очень мало времени, между тем монтаж значительно ускоряется. В этом случае монтажная таблица не составляется, а вся раскладка делается по принципиальной схеме, так как нет смысла составлять таблицу из-за монтажа одного экземпляра.

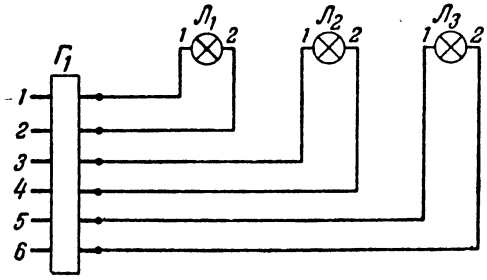
На фиг. 13-8 показан образец временного шаблона, изготовленного для схемы, приведенной на фиг. 13-9.



Фиг. 13-9. Схема кнопки с сигнальной лампочкой.

Касаясь вопроса применения методов производительной работы при шаблонировании монтажа, нужно отметить следующее: большую роль в достижении высокой производительности труда при раскладке играет правильно составленная таблица, о чем уже говорилось в гл. 10. В некоторых случаях можно ускорить раскладку, не откусывая провода

на шпильках. Как это сделать, можно понять из следующего примера: предположим, что нам нужно сделать монтаж сигнального блочка, схема которого представлена на фиг. 13-10.



Фиг. 13-10. Схема сигнального блочка.

Из схемы видно, что от каждой из трех сигнальных ламп идет по два провода на гребенку.

Обозначив лампы на схеме $Л_1$, $Л_2$, $Л_3$, гребенку $Г_1$ и проставив соответствующие номера контактов, мы можем составить следующую таблицу соединений (табл. 13-1).

Раскладывая монтаж на шаблоне по этой таблице, мы проложим 1-е соединение: $Г_{1-1}$ на $Л_{1-1}$. Затем, откусив провод, проложим 2-е соединение: $Г_{1-2}$ на $Л_{1-2}$ и т. д. Каждый раз мы будем брать в руки кусачки, откусывать провод и снова класть кусачки и брать в руки провод.

Для того чтобы не делать лишних движений, можно составить таблицу по-другому (табл. 13-2).

Таблица 13-1

Обычная таблица соединений сигнального блочка

№ п/п.	От детали и контакта	К детали и контакту
1	$Г_{1-1}$	$Л_{1-1}$
2	$Г_{1-2}$	$Л_{1-2}$
3	$Г_{1-3}$	$Л_{2-1}$
4	$Г_{1-4}$	$Л_{2-2}$
5	$Г_{1-5}$	$Л_{3-1}$
6	$Г_{1-6}$	$Л_{3-2}$

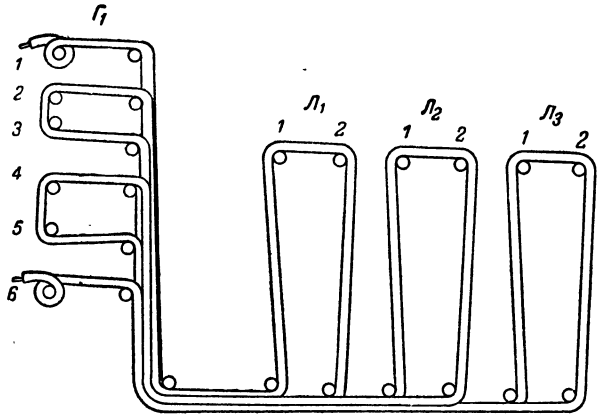
Таблица 13-2

Рациональная таблица соединений сигнального блочка

№ п/п.	От детали и контакта	К детали и контакту
1	$Г_{1-1}$	$Л_{1-1}$
2	$Л_{1-2}$	$Г_{1-2}$
3	$Г_{1-3}$	$Л_{2-1}$
4	$Л_{2-2}$	$Г_{1-4}$
5	$Г_{1-5}$	$Л_{3-1}$
6	$Л_{3-2}$	$Г_{1-6}$

Раскладывая монтаж по этой таблице, мы делаем первое соединение: $Г_{1-1}$ на $Л_{1-1}$, затем, не откусывая провода, переводим на шпильку $Л_{1-2}$ и делаем второе соединение $Л_{1-2}$ на $Г_{1-2}$, затем, опять переводя провод на шпильку $Г_{1-3}$, делаем третье соединение $Г_{1-3}$ на $Л_{2-1}$ и т. д. Таким образом, начав раскладку со шпильки $Г_{1-1}$, мы заканчиваем ее на шпильке $Г_{1-6}$, взяв кусачки в руки и откусив провод только раз.

Разложенный этим способом жгут будет иметь вид, показанный на фиг. 13-11.



Фиг. 13-11. Вид разложенного на шаблоне монтажа сигнального блочка.

При раскладке по табл. 13-1 нам пришлось бы кусачки брать в руки 6 раз. На этом простом примере можно убедиться, какую роль играет правильно составленная таблица. Особенно эффективна раскладка монтажа указанным способом при больших партиях монтажа и при применении однотипного провода.

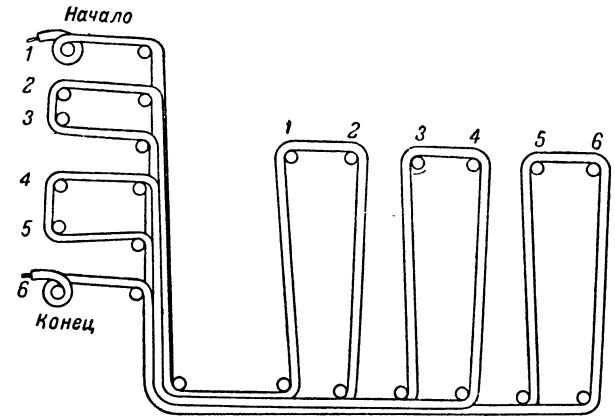
Некоторые предприятия, применяющие этот способ раскладки, пользуются следующей системой нумерации соединений: провода последовательно нумеруются и раскладка их производится, начиная с первого номера. На шаблоне проставляют номера проводов у концевых шпилек и особо отмечают надписями «начало» и «конец» шпильки, на которых начинается и заканчивается раскладка. Таблица при этом способе нумерации не нужна.

Для пояснения можно использовать приведенный выше пример монтажа сигнального блочка. В случае применения

данной системы нумерации соединений шаблон с разложенными проводами будет иметь вид, показанный на фиг. 13-12.

Раскладка начинается со шпильки № 1, отмеченной надписью «начало». Заведя провод на другую шпильку с № 1, его перебрасывают на рядом стоящую шпильку № 2, от нее ведут провод на вторую шпильку № 2, перебрасывают на шпильку № 3 и т. д., заканчивая раскладку на шпильке № 6 с надписью «конец».

Этот способ нумерации может быть применен при раскладке несложного монтажа однотипным проводом. В слу-



Фиг. 13-12. Монтаж сигнального блочка, разложенный на шаблоне без применения таблицы.

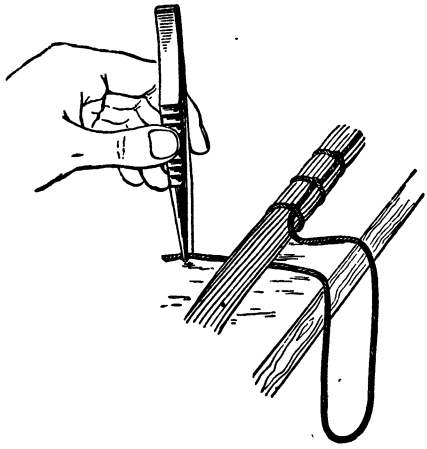
чае применения проводов разных марок, сечений и цветов, а также при наличии большого количества соединений, свыше 100, пользоваться этой системой затруднительно.

Для сшивки жгута не нужно брать слишком длинную нитку, так как она будет цепляться за концы проводов и за шпильки и задерживать сшивку.

Нитку нужно брать такой длины, чтобы ее хватило на сшивку ответвления, но не больше. При сшивке больших жгутов лучше несколько раз сменить нитку, чем вязать длинной. Нитки заранее должны быть провощены. При сшивке лучше пользоваться пинцетом (фиг. 13-13) для захвата нитки, продетой под жгут. Продев под жгут нитку пальцами правой руки, захватывают ее с другой стороны жгута пинцетом, находящимся в левой руке.

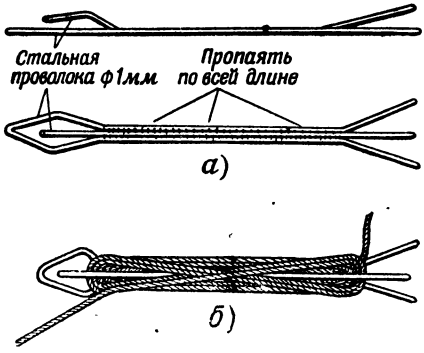
Как уже говорилось, длинная нитка при сшивке путается и замедляет работу, короткую нитку часто приходится

надвязывать, это также снижает производительность. Для устранения этих недостатков новаторы производства одного из заводов радиопромышленности предложили специальный челнок (фиг. 13-14). Этот челнок применяется для сшивки больших жгутов. Нитка большой длины наматывается на него заранее, как показано на фиг. 13-14. Для того чтобы нитка не путалась, ее наматывают в виде восьмерки. Челноком пользуются так же, как иглой, отматывая с него нитку по мере надобности.



Фиг. 13-13. Сшивка жгута при помощи пинцета.

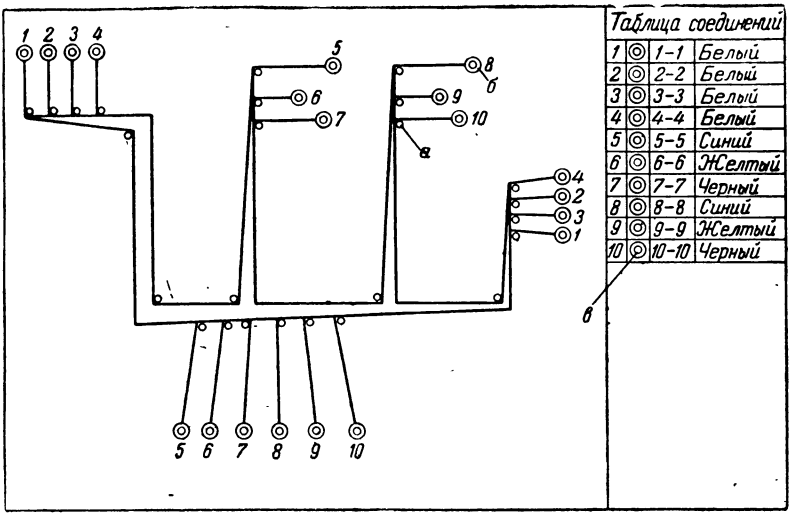
При изготовлении сложного монтажа больших размеров для ускорения процесса сшивки, обрезки и зачистки концов эти операции могут производиться несколькими людьми одновременно.



Фиг. 13-14. Челнок для сшивки жгутов.

а—челнок без ниток; *б*—челнок с нитками.

В заключение необходимо упомянуть об интересном предложении новаторов одного из заводов радиотехнической промышленности, которое было разработано и внедрено ими на производстве. Это — электрифицированный шаблон или стенд для раскладки жгутов. При раскладке жгута на обычном шаблоне раскладчик должен затрачивать много времени и внимания на отыскание соединений в таблице и нужных шпилек на шаблоне, необходимых для прокладки данного соединения. Это, особенно при сложной таблице, сильно утомляет работающего, снижает производительность труда и бывает причиной брака — пропуска или неправильной прокладки соединений.

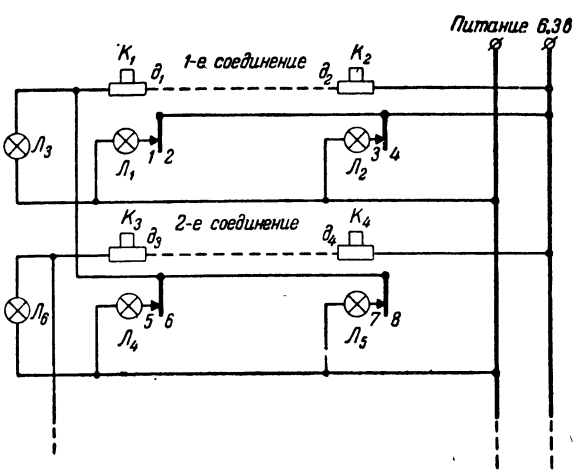


Фиг. 13-15. Общий вид электрифицированного шаблона.
а — угловая шпилька; *б* — кнопка-зажим; *в* — сигнальная лампа.

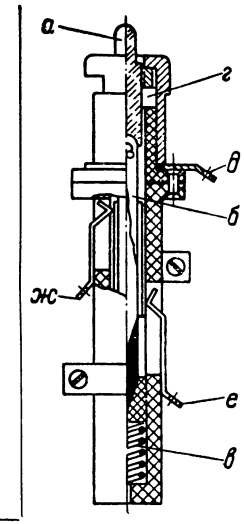
Применение описываемого ниже электрифицированного шаблона устраняет возможность таких ошибок. Шаблон представляет собой доску или щит с вычерченным контуром жгута (как на обычном шаблоне) и угловыми шпильками.

На фиг. 13-15 приведено упрощенное изображение такого шаблона. Вместо концевых шпилек установлены специальные зажимы-кнопки (фиг. 13-17), в которые вмонтированы зеленые сигнальные лампочки. Около зажимов сделаны цифровые обозначения в соответствии с монтажной схемой. На правой стороне шаблона выписана таблица монтажа соединений, причем около каждого соединения установлена сигнальная лампочка, светящаяся красным цветом. Все концевые зажимы-кнопки и сигнальные лампочки таблицы соединены с обратной стороны жгута по схеме фиг. 13-16.

Для предохранения проводов и деталей схемы щита от возможных повреждений он уложен в плоский ящик. Щит работает от переменного или постоянного тока напряжением 6,3 *в* и поэтому совершенно безопасен для работающих. Отсутствие в щите-шаблоне реле и других специальных устройств упрощает его эксплуатацию и ремонт. Работа на электрифицированном шаблоне производится следующим образом.



Фиг. 13-16. Электрическая схема шаблона.



Фиг. 13-17. Конструкция светящейся кнопки-зажима.

а — нажимная часть кнопки; *б* — сигнальная лампочка; *в* — пружина; *г* — паз для проводника; *д* — контактный лепесток; *е* — постоянно замкнутый пружинящий контакт; *ж* — размыкающий контакт.

Монтажный провод предварительно нарезается на куски нужной длины, концы провода зачищаются и залуживаются. Длина концов каждого соединения определяется заранее, а марка, сечение и цвет проводов должны соответствовать монтажной таблице. Подготовленные проводники укладываются в специальный ящик с отделениями, помеченными номерами соединений.

При включении шаблона в сеть на нем загораются зеленым цветом лампочки двух кнопок-зажимов, между которыми следует проложить первое соединение. Нажимом пальца одной из рук на светящуюся кнопку-зажим открывают в ней паз (фиг. 13-17), в который другой рукой вставляют зачищенный конец проводника № 1; при этом свет в кнопке гаснет. Проложив проводник на шаблоне в соответствии с контуром жгута, таким же образом заводят другой конец проводника № 1 в паз второй светящейся кнопки-зажима; при этом гаснет свет во второй кнопке и одновременно загорается красная контрольная лампочка на таблице у первого соединения, показывающая, что соединение сделано правильно и в проводнике обрыва нет. Вместе с красной лампочкой на таблице загораются две зеленые кнопки на шаблоне, указывающие места концов второго соединения. После того как проложено второе соединение, заго-

рается красная контрольная лампочка таблицы у второго соединения и две зеленые кнопки последующего соединения и т. д. Если жгут разложен правильно и без пропусков, то все контрольные красные лампочки таблицы светятся, а зеленые лампочки кнопок-зажимов щита светиться не должны. Электрическая схема жгута, изображенная на фиг. 13-16, работает следующим образом: при включении в сеть загораются лампочки кнопок K_1 и K_2; при нажиме на кнопку K_1 контакты *1* и *2* разрываются и зеленая лампочка $Л_1$ гаснет. При нажиме на кнопку K_2 разрываются контакты *3* и *4* и лампочка $Л_2$ гаснет. Одновременно через точки $д_1$ и $д_2$, соединенные первым проложенным проводником, подается напряжение на красную лампочку $Л_3$, вместе с которой загораются две зеленые лампочки $Л_4$ и $Л_5$ следующие соединения и т. д. Кнопка-зажим (фиг. 13-17) состоит из пластмассового корпуса, в котором помещена коммутаторная лампа *б* типа К-6, перемещающаяся при нажиме прозрачной кнопки *а* в вертикальном направлении. На лампу с кнопкой снизу давит пружина *в*, стремящаяся вернуть их в прежнее положение. Одновременно пружина удерживает заложенный в паз *г* конец проложенного проводника, обеспечивая надежный контакт с его жилой. Контакт *д* (фиг. 13-17) соответствует контактам $д_1$, $д_2$ и т. д., а контакт *ж* (фиг. 13-17) — контактам *2*, *4*, *6* и т. д. схемы (фиг. 13-16). Через скользящий контакт *е* подается питающее напряжение на лампочки. Контактами *1*, *3*, *5* и т. д. являются выводы ламп $Л_1, \ldots, Л_6$.

В заключение следует отметить, что описанный шаблон, несмотря на его очевидные преимущества, целесообразно применять только при изготовлении больших количеств однотипных жгутов. Использование электрифицированного шаблона для заготовки мелких партий жгутов не оправдывает затрат на его изготовление.

13-2. ЭКОНОМИЯ МОНТАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Экономия материалов в радиомонтажном деле имеет такое же важное значение, как и в любой другой отрасли промышленности. При монтаже радиоаппаратуры расходуются ценные материалы как, например: олово, монтажные провода, изоляционные материалы и т. д. Поэтому при выполнении той или иной монтажной работы следует всегда помнить об экономии материалов и применять способы работы, их экономящие.

Главным является экономия олова, входящего в состав

припоя. При выполнении паек необходимо на каждую пайку тратить минимально необходимое количество припоя. Следует помнить, что прочность пайки в основном зависит от правильно выполненной заводки конца провода на контакт и прочного его закрепления. Если провод не закреплен на контакте, то излишки олова не придадут прочности пайке. При пайке монтажеры обычно пользуются коробочкой, в которой лежит кусковая канифоль. Обычно здесь же находится припой в виде кусочков и капель, вплавленных в канифоль, так как при снятии излишков припоя с пайки он в виде капли стряхивается с паяльника в коробочку. С течением времени в коробочке скопляется значительное количество припоя, которое покрывается расплавленной и сгоревшей канифолью. Периодически коробочки очищаются от перегоревшей и загрязненной канифоли и туда насыпается свежая. При этом всегда следует собирать перегоревшую канифоль в одно место, например, в большую коробку, сделав на ней соответствующую надпись. При накоплении достаточного количества отходов канифоли из них выплавляют припой, который используется снова.

При монтаже голым посеребренным проводом часто остаются обрезки провода длиной 50—100 *мм*. Эти обрезки нужно собирать, приспособив для них длинную узкую коробку. Обрезки провода используются для коротких соединений и так называемых «перемычек», для которых не следует отрезать провод от целого куска.

То же относится и к обрезкам хлорвиниловых и линоксиновых трубок, которые могут быть использованы для изоляции коротких соединений, выводов трансформаторных и других катушек и т. д.

При монтаже сложных и длинных цепей всегда нужно помнить о рациональном расположении жгутов и наиболее выгодной прокладке проводов. Особенно большую роль это играет при массовом выпуске изделий, где несколько сэкономленных сантиметров провода на одном изделии дает десятки тысяч метров годовой экономии.

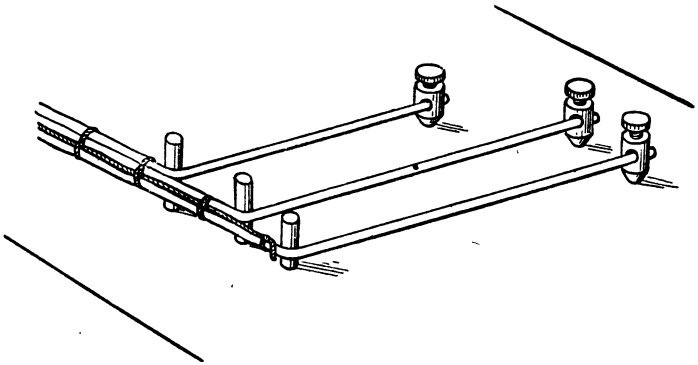
Большую эффективность в экономии провода дает применение шаблонированного монтажа, конечно, при правильно составленной таблице и хорошо сделанном шаблоне.

На некоторых предприятиях отечественной промышленности с целью экономии провода при раскладке монтажа применяют на шаблонах вместо концевых шпилек специальные зажимы (фиг. 13-18), которые позволяют свести количество отходов до минимума.

Закрепление провода на этих зажимах производится при помощи специального винта вместо обертывания вокруг шпильки.

При прокладке цепей высокочастотным кабелем предварительно нужно точно измерить необходимую длину, с тем чтобы отходов кабеля было возможно меньше, так как короткие обрезки кабеля трудно использовать.

Стремясь сэкономить длину провода, не следует делать это в ущерб качеству изделия. Иногда слишком укороченные провода могут вредно отразиться на качестве монтажа



Фиг. 13-18. Зажимы, применяемые вместо концевых шпилек.

и работе прибора и создать ряд неприятностей в эксплуатации. Поэтому эту работу нужно проводить с достаточной осторожностью.

При использовании лакоткани для защитной обмотки жгута не надо забывать о том, что это дорогостоящий материал и его нужно использовать по возможности без отходов. Короткие и узкие полоски лакоткани идут на обмотку тонких коротких жгутиков; более длинные и широкие полосы идут на оплетку толстых больших жгутов. Обрезки лакоткани, которые нельзя использовать для монтажа, могут быть использованы для изоляционных прокладок между обмотками катушек трансформаторов, а также для оклейки катушек. Для собирания обрезков лакоткани нужно также иметь особый ящик.

Перечисленные здесь примеры экономии материалов при монтаже далеко не исчерпывают все возможные случаи. При выполнении любой монтажной работы можно найти способы экономии материалов. Не нужно пренебрегать са-

мой небольшой на первый взгляд экономией, так как она принципиально приучает работающего к экономии, порядку и аккуратности в работе, т. е. воспитывает его и, кроме того, всегда дает экономический эффект.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ МОНТАЖНО-СБОРОЧНЫХ РАБОТ

14-1. ОСНОВНЫЕ МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ

Правильная организация труда, а также соблюдение трудовой дисциплины, четкость и аккуратность в работе способствуют осуществлению безопасности труда на производстве.

При производстве монтажно-сборочных работ необходимо строго соблюдать основные правила техники безопасности. При выполнении монтажных работ наиболее опасным является возможное поражение электрическим током. Результаты воздействия электрического тока на организм человека разнообразны.

Основными условиями, от которых зависит исход действия тока на организм человека, являются сила тока, его частота, продолжительность воздействия, путь прохождения тока и индивидуальные особенности человека. Чем выше сила тока, тем больше опасность поражения. Ток 0,1 *а* и выше, как правило, является смертельным для человека. Токи высокой частоты, 50 000 *гц* и выше, не вызывают электрического удара, но могут причинить ожоги. Опасность поражения увеличивается с уменьшением частоты тока. Наиболее опасными для человека являются токи промышленной частоты, 40—60 *гц*. Опасность поражения током повышается с увеличением времени воздействия тока на человека. Это объясняется тем, что сопротивление человеческой кожи, в известной степени предохраняющей человека от поражения током, понижается при длительном воздействии его. Кроме того, чем выше напряжение, тем меньше сопротивление кожи и больше опасность поражения.

Относительно безопасным является напряжение не выше 40 *в*. Более высокие напряжения, особенно часто применяющиеся в промышленности напряжения 220 и 380 *в*, могут вызвать смертельные поражения. Поэтому для производства монтажных работ следует применять, как уже говорилось

в гл. 4, паяльники, питаемые низким напряжением, 18 ÷ 36 *в*, от понижающего трансформатора. Применение паяльников с питанием от сети 120—220 *в* недопустимо, особенно в условиях цеха, так как в случае пробоя изоляции между спиралью (нагревателем) и сердечником паяльника работающий может попасть под опасное для жизни напряжение, особенно при напряжении сети 220 *в*.

Следует тщательно следить за исправностью шнура, подводящего напряжение сети на осветительную арматуру, не допуская при этом порчи изоляции проводов во вращающихся частях арматуры, что может привести к пробою изоляции и попаданию напряжения на металлические части арматуры. Неосторожное прикосновение к такой арматуре может также вызвать электрический удар. Проводка к сетевым розеткам должна быть исправна и не иметь оголенных от изоляции токоведущих жил. Розетки должны быть закрыты крышками. Провода, подводящие напряжение на осветительную арматуру и на понижающий трансформатор, нужно заключить в резиновую трубку, заделанную в исправные штепсельные вилки. Не допускается включение в сетевые розетки каких-либо проводов без штепсельных вилок.

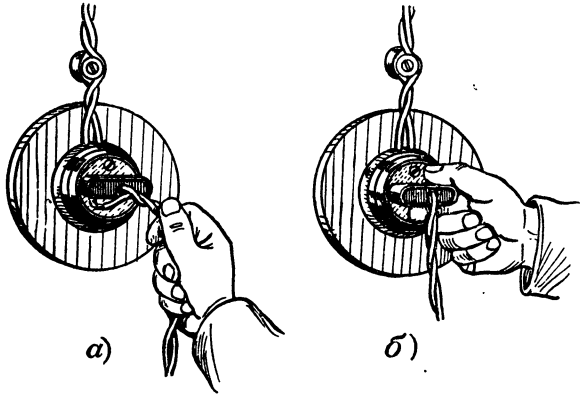
При выключении шнуров со штепсельными вилками из сетевых розеток следует вытаскивать их за корпус вилки, а не за шнур, так как, вытаскивая за шнур, можно выдернуть не вилку, а один из проводов, что может привести к короткому замыканию сети или попаданию под опасное напряжение (фиг. 14-1). В случае обнаружения неисправностей в сетевой проводке не следует делать исправления своими силами, для этого нужно вызвать электромонтера, который и произведет необходимый ремонт.

Рабочее место должно всегда содержаться в порядке и чистоте. Во избежание снижения производительности труда из-за получения различных травм рук (порезов, уколов) на рабочем месте во время работы не должно быть лишнего, ненужного в данный момент материала, инструмента и деталей. Жидкости, применяемые для промывания паек (спирт, растворитель, скипидар), следует хранить в посуде с хорошо закрывающимися пробками. Для предохранения их от излишних испарений посуду нужно открывать только в момент пользования жидкостью.

Нельзя пользоваться для промывки паек легковоспламеняющимся бензином, так как это может привести к пожару. Спирт, растворитель или скипидар следует также беречь от воспламенения, поэтому посуду с ними нужно помещать

на достаточном расстоянии от горячего паяльника. При работе с паяльником следует беречь руки от ожогов, особенно при пользовании большим паяльником мощностью в 200—300 *вт*, применяемым для пайки крупных деталей. Для этого нужно следить за тем, чтобы ручка паяльника не имела трещин и хорошо сидела на патрубке паяльника. При пайке таким паяльником крупных деталей: экранов, фильтров, трансформаторов и т. п. следует для предохранения руки от ожога держать детали сложенной в несколько слоев тряпкой.

При пайке мелких деталей и голых проводов поддерживать их следует не пальцами, а пинцетом или плоскогубца-



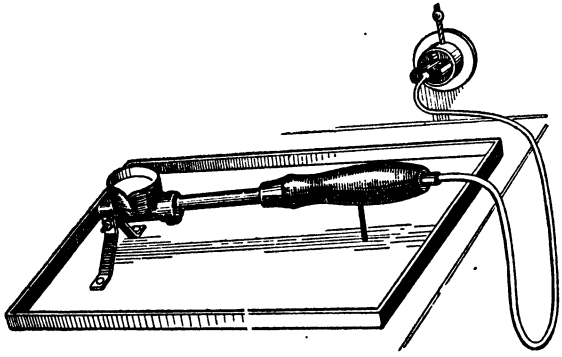
Фиг. 14-1. Выключение штепсельной вилки из розетки.
а—неправильно; *б*—правильно.

ми. Особенно следует опасаться разбрызгивания расплавленного припоя во время пайки; это может произойти, когда паяльник сорвется с какого-либо вывода, последний спружинит и может далеко отбросить мелкие частицы расплавленного припоя. В таких случаях следует беречь глаза. Мельчайшие частицы горячего припоя, попадая на глазное яблоко, могут вызвать серьезное заболевание глаз.

Особую осторожность нужно проявлять при залуживании концов проводов и выводов деталей при пользовании ванночкой с расплавленным оловом. Ванночка должна стоять устойчиво, а перед включением в сеть для плавки припоя ее нужно помещать (ставить) на небольшой противень (фиг. 14-2) из стали или латуни с 10—15 *мм* бортами по краям. Такой противень предохранит от растекания расплавленного припоя по столу в случае нечаянного опроки-

дывания ванночки. При опрокидывании ванночки, не установленной на противень, припой может растечься, а при небольшом наклонении стола в сторону работающего потечет на пол. Если работающий не успеет быстро встать и отойти от стола, то не исключена возможность попадания расплавленного припоя на ноги (в обувь), что может привести к очень сильным ожогам.

После окончания работы по лужению деталей противень с ванночкой нельзя куда-либо переносить до тех пор, пока припой не застынет. Для того чтобы ванночка не мешала



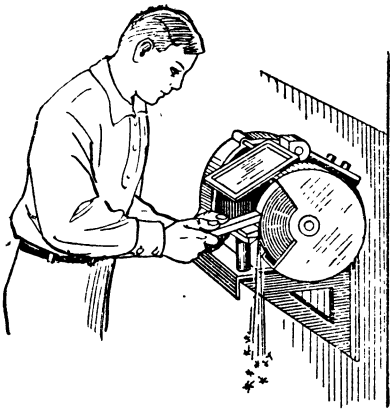
Фиг. 14-2. Установка ванночки для лужения деталей на предохранительном противне.

дальнейшей работе, ее нужно осторожно передвинуть в сторону, а по остывании убрать.

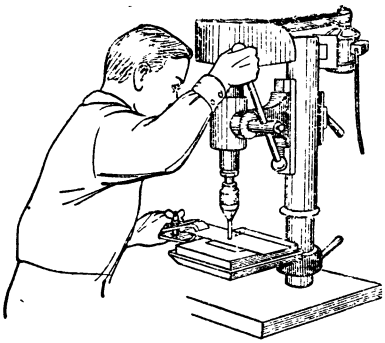
При зачистке изоляции проводов способом обжигания от сгорающей изоляции происходит выделение большого количества дыма, имеющего неприятный и тяжелый запах. Вдыхание дыма в течение длительного времени приводит к сильным головным болям, головокружению и рвоте. Поэтому, производя обжигание изоляции небольшого количества проводов в летнее время, монтажер обязан это делать у открытого окна, а зимой по окончании работы включить вытяжной вентилятор; если же его нет, то следует хорошо проветрить помещение.

При зачистке большого количества проводов следует пользоваться вытяжным шкафом с хорошей вентиляцией.

Во время пайки и промывки неостывших паек происходит выделение паров канифоли, растворителя, спирта, а из расплавленного припоя особенно вредных для здоровья работающего паров олова и свинца. Все это приводит к загрязнению воздуха в помещении, где производится работа.



Фиг. 14-3. Заточка инструмента на наждачном камне с предохранительным стеклом.



Фиг. 14-4. Правильная поддержка детали при сверлении отверстий на станке.

Пребывание в таком помещении и вдыхание загрязненного воздуха в течение рабочего дня может привести к головным болям, вялости, а иногда к серьезным заболеваниям дыхательных путей. Поэтому помещение, где производятся монтажные работы, нужно стараться как можно чаще проветривать, особенно, если оно невелико по кубатуре. Для этого необходима установка вытяжного вентилятора, а если его установить по каким-либо причинам нельзя, следует чаще открывать окна или форточки.

Очень часто различные ранения рук и других частей тела у монтажера-сборщика происходят от неисправного инструмента. Всякий инструмент должен быть надежным и удобным в работе.

Нужно следить, чтобы ручки, деревянные или пластмассовые, на отвертках, напильниках, молотках, ножовках и т. д. не имели трещин и были крепко и надежно насажены на них. Ручка, имеющая даже небольшую трещину, во время работы может расколоться, а хвост того или иного инструмента сильно поранить руку. Работа молотком с плохо насаженной ручкой или изготовленной из плохого дерева может привести к еще более тяжелым ранениям, так как молоток может при ударе соскочить и поранить соседа или самого работающего. При затачивании сверл, отверток и т. д. на наждачном камне следует беречь глаза от попадания в них мелких частиц камня и металла, для этого обязательно нужно пользоваться защитным стеклом, установ-

лейным около камня, или защитными очками (фиг. 14-3). Производя сверление отверстий в той или иной детали на сверлильном станке, никогда не следует держать деталь рукой. Нужно деталь зажать в ручные тиски и держать при сверлении за них (фиг. 14-4).

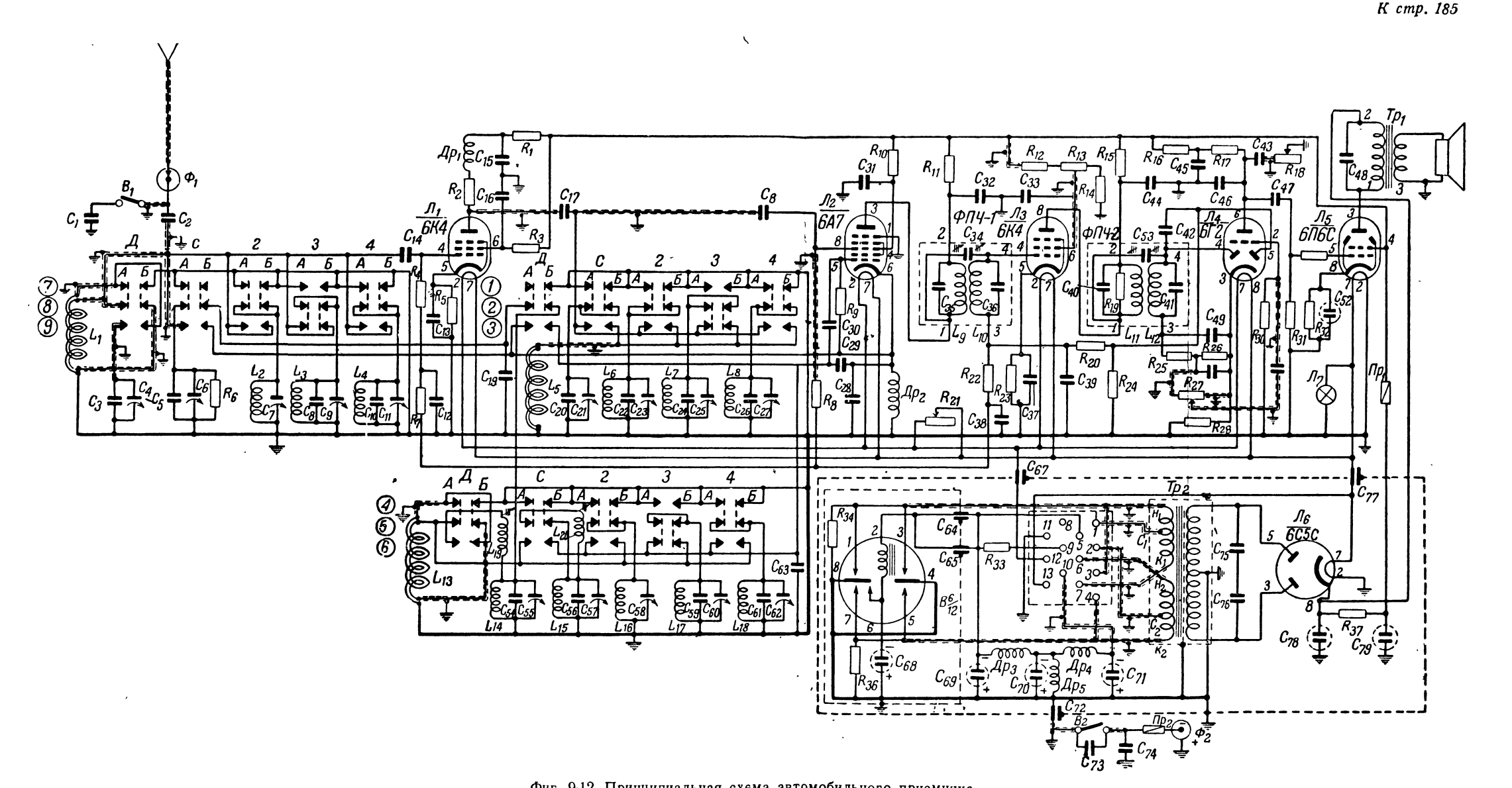
Иногда сверло при сверлении «заедает», особенно в толстом материале, деталь может вырваться из рук, и если работающий не успеет убрать руки, ему может быть нанесено тяжелое ранение. Перед сверлением нужно надеть головной убор, а женщинам повязать голову платком.

Для оказания первой помощи в случаях получения тех или иных ранений следует иметь аптечку первой помощи. При легких ранениях, а тем более при тяжелых нужно немедленно обратиться к врачу.

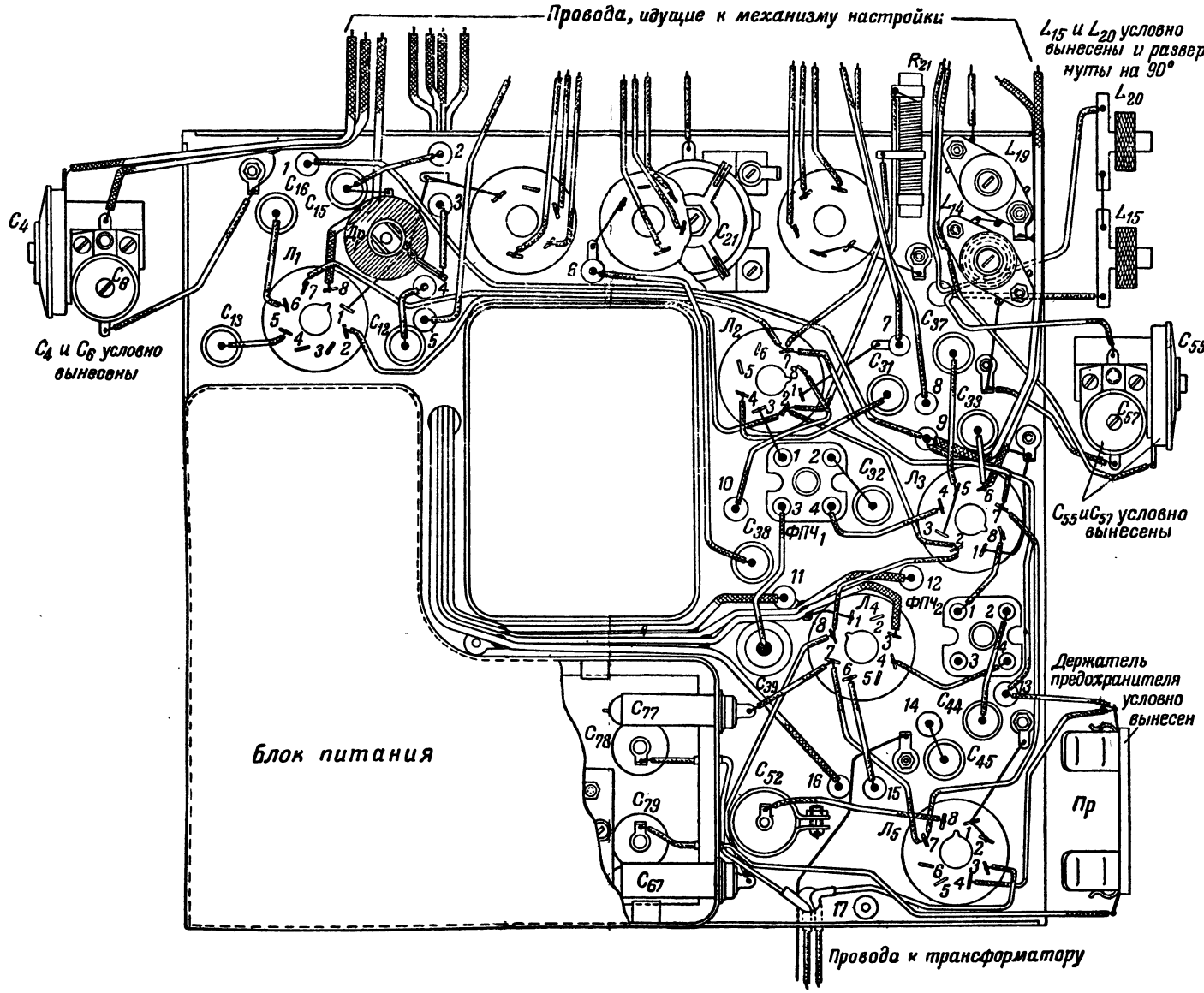
ЛИТЕРАТУРА

1. С. М. Плахотник, Технология производства радиоаппаратуры, Госэнергоиздат, 1949.
2. А. Д. Фролов, Справочник конструктора радиовещательных приемников, Госэнергоиздат, 1951.
3. Ф. И. Тарасов, Практика радиомонтажа, Госэнергоиздат, 1949.
4. Техника печатания схем, Советское радио, 1948.
5. Ведомственные технические условия на кабельные изделия, изд. ЦБТИ и Министерства электропромышленности, 1951, 1952, 1953.
6. Плакат «Лучшие приемы монтажных работ всем монтажникам». Плакат № 1, изд. БТИ МПСС, 1952.
7. В. Н. Мызников, Применение электросварки при монтаже радиоаппаратуры, Сборник материалов по обмену производственно-техническим опытом, изд. ЦБТИ МПСС, 1949, вып. 6, стр. 18—29.
8. И. П. Чесноков, Сварка монтажных соединений электрорадиоаппаратуры, Госэнергоиздат, 1951.
9. Междуведомственная нормаль «Система чертежного хозяйства», изд. ПКБ МПСС, 1952, ч. III, кн. II «Обозначения условные».
10. В. И. Комиссаров, Общий курс слесарного дела, Трудрезервиздат, 1953.
11. Электрифицированный стенд для сборки жгутов, «Обмен опытом в радиотехнической промышленности», изд. БТИ МРТП, 1955, № 4.

К стр. 185



Фиг. 9-12. Принципиальная схема автомобильного приемника.



Фиг. 9-13. Чертеж шасси автомобильного приемника с крупными узлами и примерным расположением монтажных проводов (вид со стороны монтажа).

Цена 9 р. 55 к.