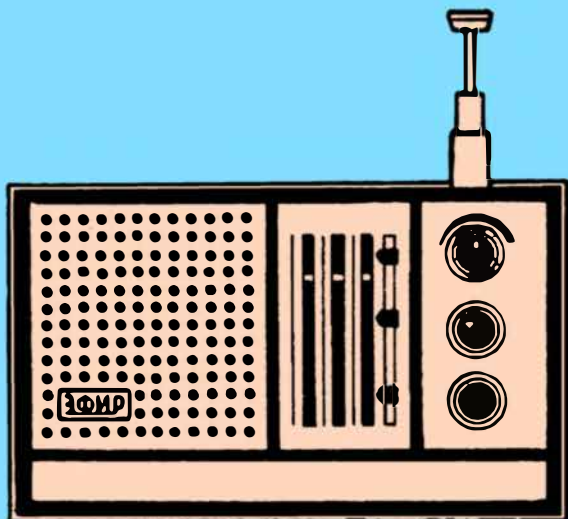


М. М. РУМЯНЦЕВ

ТРАНЗИСТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ

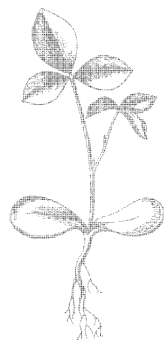


МОСКВА ·
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ДОСААФ СССР ·
1978

М. М. РУМЯНЦЕВ

ТРАНЗИСТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ

Москва
Ордена «Знак Почета»
Издательство ДОСААФ СССР
1978



Scan AAW

6Ф2.124
Р86

Румянцев М. М.

Р86 Транзисторные приемники. М., ДОСААФ, 1978.
128 с. с ил.

В книге рассказывается о конструировании радиовещательных приемников, систематизируется практический материал, помогающий радиолюбителям в их работе. Адресуется как начинающим радиолюбителям, так и более подготовленным, имеющим некоторый опыт сборки, монтажа и налаживания радиоаппаратуры.

30404-001
Р 072(02)-78 86—78

6Ф2.124

ПРЕДИСЛОВИЕ

Конструирование радиовещательных приемников — это своеобразный технический трамплин, который преодолевает почти каждый радиолюбитель, прежде чем сделает окончательный выбор направления своей деятельности.

Небольшое количество распространенных деталей, незначительная затрата времени на сборку, монтаж и налаживание простейшего приемника позволяют быстро ощутить результаты творчества — осуществить радиоприем.

Для радиолюбителей 20—30-х годов таким трамплином было конструирование детекторных приемников. Для поколения 30—50-х годов — ламповых, для нынешних радиолюбителей — транзисторных. Все аспекты конструирования повторяются вновь и вновь, но каждый раз на более совершенном техническом уровне, определяемом постоянным техническим прогрессом отечественной радиотехники и электроники, достижениями промышленности.

Учитывая это обстоятельство, автор попытался обобщить и систематизировать некоторый практический материал, который может быть полезен радиолюбителям в их деятельности.

Книга содержит четыре раздела. В первом из них на примере законченной конструкции рассказывается о работе каскадов транзистор-

ного приемника прямого усиления, особенностях их компоновки и налаживании. Второй раздел знакомит читателя с конструированием приемника супергетеродинного типа и некоторыми разновидностями схем его высокочастотного тракта. В третьем — приводятся описания автомобильного приемника и приемника УКВ ЧМ. В четвертом — рассматриваются конструкции нескольких измерительных приборов, полезных для домашней лаборатории.

Материал первого раздела рассчитан на начинающего радиолюбителя, приступающего к практической деятельности по конструированию транзисторных приемников, а других — на более подготовленных, имеющих некоторый опыт сборки, монтажа и налаживания радиоаппаратуры.

Книга может быть использована в качестве пособия для радиокружков, занимающихся конструированием транзисторных приемников.

ПРИЕМНИК ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

I. ХАРАКТЕРИСТИКА И СХЕМА ПРИЕМНИКА

Приемник прямого усиления (рис. 1) с автономным питанием собран на семи транзисторах, двух диодах и предназначен для приема мощных местных радиовещательных станций, работающих на средних волнах в диапазоне 187—570 м (1600—525 кГц).

Правильно налаженный приемник имеет следующие параметры. Чувствительность в пределах рабочего диапазона частот не хуже 10 мВ/м. Максимальная выходная мощность при коэффициенте нелинейных искажений не более 10% около 120 мВт. Полоса эффективно воспроизводимых звуковых частот 450—3000 Гц. Напряжение питания 9 В. Максимальный ток потребления не более 40 мА.

Источником тока служит гальваническая батарея типа «Крона-ВЦ» или аккумуляторная батарея Д-0,1. Вся конструкция размеще-

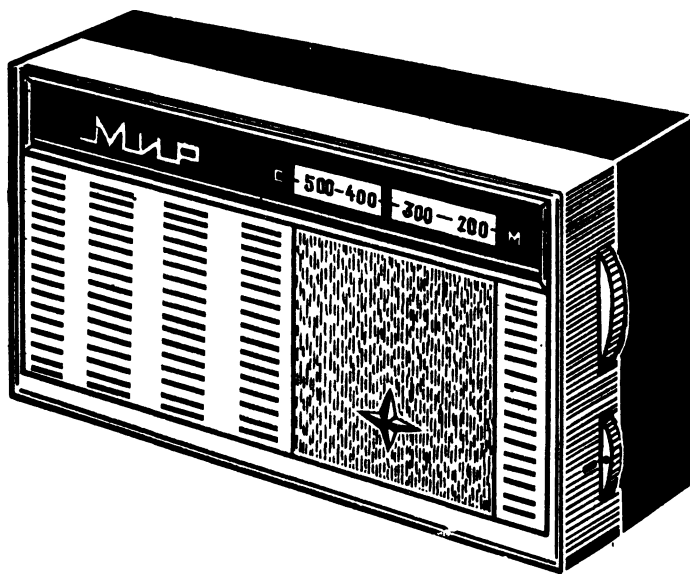


Рис. 1. Внешний вид приемника

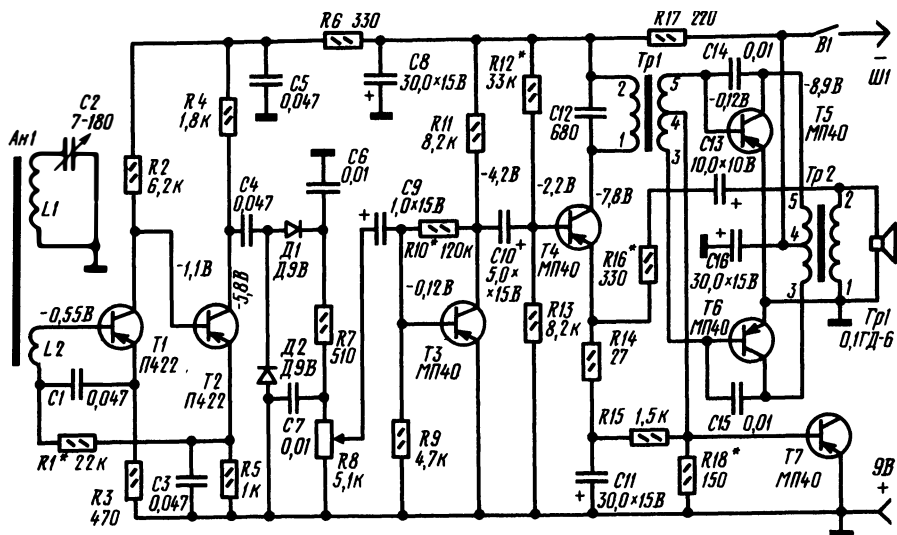


Рис. 2. Принципиальная схема приемника

на в полистироловом корпусе размером $153 \times 92 \times 39$ мм. Масса приемника с батарей не превышает 400 г.

Приемник собран по схеме 2—V—3 (рис. 2) и имеет входные цепи, усилитель высокой частоты, детектор и усилитель низкой частоты.

Входные цепи (магнитная антенна *Ан1*) состоят из настраиваемого входного контура *L1C2*, обеспечивающего избирательность приемника по соседнему каналу, и катушки связи *L2*, индуктивно связанной с контурной *L1*. На частоты рабочего диапазона контур настраивается конденсатором переменной емкости *C2*, а ко входу усилителя высокой частоты подключается посредством катушки связи *L2*.

Усилитель ВЧ резистивный двухкаскадный, собран на транзисторах *T1*, *T2*. Нагрузками обоих каскадов служат резисторы *R2* и *R4*, включенные в коллекторные цепи. Первый и второй каскады имеют непосредственную связь по переменному и постоянному току. Такое построение схемы позволило исключить разделительный конденсатор и взаимосвязать режимы работы транзисторов *T1*, *T2*.

Режим работы транзистора *T1* определяется напряжением смещения на его базе, которое снимается с резистора *R5*, включенного в цепь эмиттера *T2* через гасящий резистор *R1*. Регулировка напряжения смещения производится подбором этого резистора.

Режим работы транзистора *T2* устанавливается автоматически. Напряжение смещения на его базу поступает непосредственно с коллектора *T1* и определяется падением напряжения на нагрузочном резисторе *R2*.

Благодаря такой связи между транзисторами оба каскада уси-

ления высокой частоты оказываются охваченными отрицательной обратной связью по напряжению, что позволяет обеспечить достаточно жесткую температурную стабилизацию.

Если, например, под воздействием температуры окружающей среды увеличится ток коллектора (а равно и эмиттера) транзистора T_2 , то возрастет падение напряжения на резисторе R_5 . Эти изменения увеличат напряжение смещения на базе транзистора T_1 , ток коллектора и падение напряжения на нагрузочном резисторе R_2 . Напряжение на коллекторе станет ниже исходной нормы. Так как оно задает смещение на базе транзистора T_2 , то вызовет соответствующее снижение коллекторного и эмиттерного тока до первоначального значения. Режим работы полупроводникового прибора автоматически восстановится.

Для предотвращения возникновения отрицательной обратной связи по переменному току высокой частоты, которая могла бы снизить усиление каскадов, резисторы R_3 и R_5 в цепях эмиттеров транзисторов T_1 , T_2 зашунтированы конденсаторами C_1 и C_3 . Питание усилителя ВЧ от общего источника тока осуществляется через развязывающий фильтр, состоящий из резистора R_6 и блокировочного конденсатора C_5 . Этот фильтр исключает возможность проникновения напряжения высокой частоты в усилитель НЧ, а следовательно, и самовозбуждение приемника. Через разделительный конденсатор C_4 усилитель ВЧ подключен к детектору.

Усилители ВЧ, выполненные по рассмотренной схеме, не критичны к разбросу параметров транзисторов и достаточно стабильно работают в широком интервале температур окружающей среды. Применение в качестве нагрузок отдельных каскадов активных сопротивлений обеспечивает необходимую широкополосность высокочастотного тракта и значительно снижает возможность возникновения паразитных связей между отдельными элементами, что способствует устойчивости работы приемника в целом.

Детектор собран на двух диодах D_1 , D_2 по схеме удвоения напряжения. Такой детектор в отличие от обычного обеспечивает более высокий коэффициент передачи, что несколько повышает чувствительность приемника.

Нагрузкой детектора служит резистор R_8 , выполняющий одновременно функцию регулятора громкости. Для устранения проникновения высокочастотного напряжения сигнала с выхода детектора на вход усилителя низкой частоты последовательно с нагрузочным резистором R_8 включен П-образный фильтр, состоящий из резистора R_7 и блокировочных конденсаторов C_6 , C_7 . Через разделительный конденсатор C_9 детектор соединен с усилителем низкой частоты.

Трехкаскадный усилитель НЧ собран на транзисторах T_3 — T_6 по смешанной резистивно-трансформаторной схеме. Транзистор T_3 работает в каскаде предварительного усиления, T_4 — в фазоинверсном, T_5 , T_6 — в выходном.

Первый каскад — резистивный. Его нагрузкой служит резистор R_{11} . Режим работы транзистора стабилизируется отрицательной

обратной связью по напряжению, осуществляемой резистором $R10$. При увеличении коллекторного тока транзистора $T3$ возрастает падение напряжения на нагрузочном резисторе $R11$. Это вызывает уменьшение напряжения смещения на базе, что приводит к снижению коллекторного тока до первоначального значения и автоматическому восстановлению исходного режима работы каскада. Регулировка режима транзистора $T3$ производится подбором резистора $R10$.

Второй, фазоинверсный трансформаторный каскад собран на транзисторе $T4$ и связан с первым разделительным конденсатором $C10$. Через согласующий трансформатор $Tr1$ он нагружен на входное сопротивление выходного каскада. Для устранения самовозбуждения приемника коллекторная обмотка, обладающая достаточно большой индуктивностью, зашунтирована конденсатором $C12$.

Нужный режим работы транзистора $T4$ определяется напряжением смещения на его базе, снимаемым с делителя напряжения $R12, R13$. Регулировка производится подбором номинала резистора $R12$, а стабилизация — отрицательной обратной связью по постоянному току в цепи эмиттера.

Рассмотрим этот процесс несколько подробнее. Ток, проходящий через делитель, вызывает падение напряжения на резисторе $R13$, которое создает на эмиттерном переходе прямое смещение. Одновременно с этим ток эмиттера, протекающий по цепи $R14, R15, R18$ и переходе эмиттер — база $T7$, вызывает падение напряжения, которое создает на эмиттерном переходе транзистора $T4$ обратное смещение. В результате разности этих напряжений создается некоторое прямое смещение, определяющее начальный режим работы транзистора.

Если ток коллектора транзистора $T4$ изменится, то благодаря соответствующему изменению падения напряжения на участке цепи $R14, R15, R18$ и переходе эмиттер — база $T7$ прямое смещение на эмиттерном переходе станет меньше (при увеличении тока эмиттера) или больше (при его уменьшении) и режим работы полупроводникового прибора восстановится.

Третий, выходной трансформаторный каскад собран на транзисторах $T5, T6$ по двухтактной схеме. Через выходной трансформатор $Tr2$ он нагружен на сопротивление звуковой катушки электродинамической головки $Гр1$. Режим работы транзисторов определяется напряжением смещения, снимаемым с параллельно включенных резистора $R18$ и перехода эмиттер — база $T7$, являющихся частью делителя напряжения в цепи эмиттера транзистора $T4$. Переход используется для температурной стабилизации режима работы транзисторов $T5, T6$ выходного каскада. Для этого транзистор $T7$ должен быть такого же типа и с таким же температурным коэффициентом, что и транзисторы выходного каскада.

При увеличении температуры окружающей среды возрастают коллекторные токи транзисторов $T5, T6$. То же происходит и с током, протекающим через переход эмиттер — база $T7$. Уменьшение

сопротивления перехода приводит к снижению падения напряжения на суммарном сопротивлении резистора $R18$ и перехода, уменьшению напряжения смещения на базах транзисторов $T5$, $T6$ и автоматическому восстановлению их первоначальных режимов.

Выходной каскад усилителя НЧ имеет коррекцию в области высоких звуковых частот, осуществляемую с помощью конденсаторов $C14$, $C15$, которые «заваливают» частоты, превышающие 3500—4000 Гц и невозпроизводимые звуковой головкой. Паразитные связи между выходным каскадом усилителя НЧ и другими каскадами приемника устраняются тем, что в общий провод питания, соединенный с минусом источника тока, включен развязывающий фильтр $R17C8$, а сам источник заблокирован конденсатором $C16$ большой емкости.

Для снижения искажений усиливаемого сигнала фазоинверсный и выходной каскады усилителя НЧ охвачены отрицательной обратной связью по переменному току звуковой частоты. С этой целью переменное напряжение, снимаемое со вторичной обмотки выходного трансформатора $Tr2$, через цепочку, состоящую из разделительного конденсатора $C13$ и резистора $R16$, подается на эмиттер транзистора $T4$. Глубину обратной связи регулируют подбором этого резистора.

2. ДЕТАЛИ ПРИЕМНИКА

В приемнике используются постоянные резисторы типа ВС-0,125, МЛТ-0,125 и МЛТ-0,25; переменный — СП-3В с выключателем батареи питания; постоянные керамические конденсаторы типа К10-7В, КЛС и КМ; электролитические — К50-6.

Конденсатор переменной емкости (7-180 пФ) с твердым диэлектриком взят из радионабора «Юность». Вместо него можно применить одну секцию сдвоенного блока от какого-либо малогабаритного промышленного приемника, например КПЕ-5 (5-240 пФ) — «Сокол». Так как емкость этого конденсатора другая, то катушки магнитной антенны будут иметь различные намоточные данные.

Ферритовый стержень магнитной антенны прямоугольного сечения размером 115×20×3 мм марки 400НН или 700 НМ. Высоочастотные транзисторы типа П422. Вместо них можно использовать П423, П423А, ГТ309А-Е, П401, П402, П403, П403А. Низкочастотные транзисторы типа МП40. Их можно заменить на МП39А-Б, МП40А, МП41, МП41А, П13А-Б, П14, П14А-Б, П15, П15А. Высоочастотные диоды типа Д9В или любые другие серии Д9 и Д1, Д2. Расположение их выводов показано на рис. 3.

У транзисторов целесообразно проверить обратный ток коллектора $I_{к0}$ и статический коэффициент передачи тока в схеме с общим эмиттером h_{21c} . Они должны соответствовать техническим требованиям, которые можно найти в справочнике по полупроводниковым приборам. Для проверки можно использовать микроамперметр и миллиамперметр постоянного тока с пределами измере-

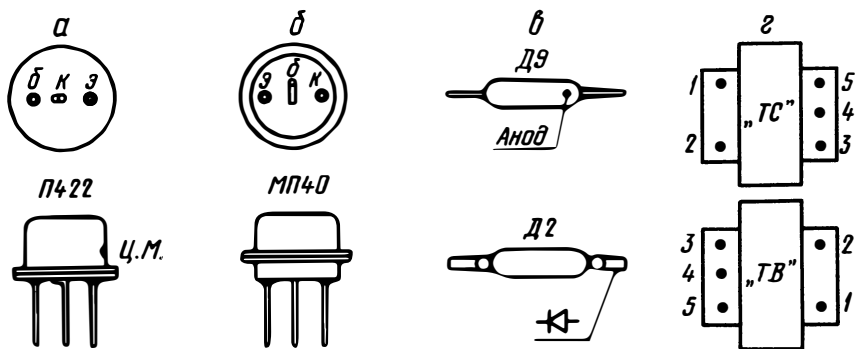


Рис. 3. Расположение выводов некоторых деталей:

a - транзисторов П422, П423 (П401, П402, П403); *б* - транзисторов МП39, МП40, МП41 (МП3, МП4, МП5); *в* - диодов Д9 (Д2); *г* - трансформаторов «ТС» и «ТВ»

ний 50—200 мкА и 5—10 мА или авометр (рис. 4). Схема соответствует измерению параметров транзисторов структуры *p-n-p*. При проверке транзисторов структуры *n-p-n* полярность включения их, а также источников питания следует изменить на обратную.

Обратный ток $I_{к0}$ измеряют, пользуясь схемой *a*. Его значение отсчитывают непосредственно по шкале микроамперметра ИП1. В качестве источника тока *Б1* используют гальванический элемент 332 напряжением 1,5 В.

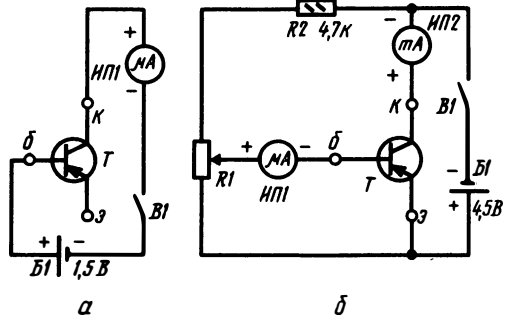
Статический коэффициент передачи тока в схеме с общим эмиттером $h_{21э}$ измеряют, пользуясь схемой *б*. Сначала при замкнутой цепи микроамперметра ИП1 переменным резистором *R1* устанавливают ток коллектора I_k , равный 1 мА, контролируя его миллиамперметром ИП2. Затем при замкнутой цепи прибора ИП2 микроамперметром ИП1 измеряют ток базы I_b . Отношение тока коллектора I_k к току базы I_b будет характеризовать коэффициент передачи тока $h_{21э}$ проверяемого транзистора *T*. В качестве источника тока *Б1* используют гальваническую батарею 3336 напряжением 4,5 В.

В процессе проверки для использования в выходном каскаде усилителя НЧ приемника следует подобрать пару низкочастотных трансформаторов с разбросом указанных параметров, не превышающим 20%.

Согласующий «ТС» и выходной «ТВ» низкочастотные трансформаторы берут из радиоконструктора или от промышленных приемников «Сокол» и «Кварц». Они рассчитаны для применения в усилителях НЧ с выходной мощностью 100—120 мВт и выполнены на магнитопроводах сечением 3×6 мм из пермаллоя марки 50Н. Для усилителей с выходной мощностью 150—200 мВт можно использовать трансформаторы от переносных приемников «Россия-301» и «Сокол-4» с магнитопроводами из того же материала сечением 5×6 (5×6,3) мм. Намоточные данные этих трансформа-

Рис. 4. Принципиальные схемы измерения наиболее употребительных параметров транзистора:

a — обратного тока коллектора; *б* — статического коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером



торов приведены в табл. 1, а расположение выводов обмоток на рис. 3.

Электродинамическая головка прямого излучения типа 0,1ГД-6, номинальной мощностью 0,1 Вт и полным сопротивлением звуковой катушки 8 Ом. Вместо нее можно применить аналогичную по размерам головку 0,1ГД-8. Для подключения питания используют колодку от батареи «Крона-ВЦ». Полистироловый корпус взят от приемника «Сокол» или «Сокол-403». Его можно заменить также готовым корпусом размером 153×92×39 мм, выпускаемым промышленностью специально для сборки любительских конструкций.

К самодельным деталям приемника относятся катушки магнитной антенны, ее держатели, элементы привода стрелки-указателя шкалы настройки и монтажная плата (о способе ее изготовления будет рассказано ниже).

Катушки (контурную *L1* и связи *L2*) наматывают на каркасе, склеенном из нескольких слоев тонкой плотной бумаги клеем БФ-4. Для придания каркасу большей жесткости его следует пропитать

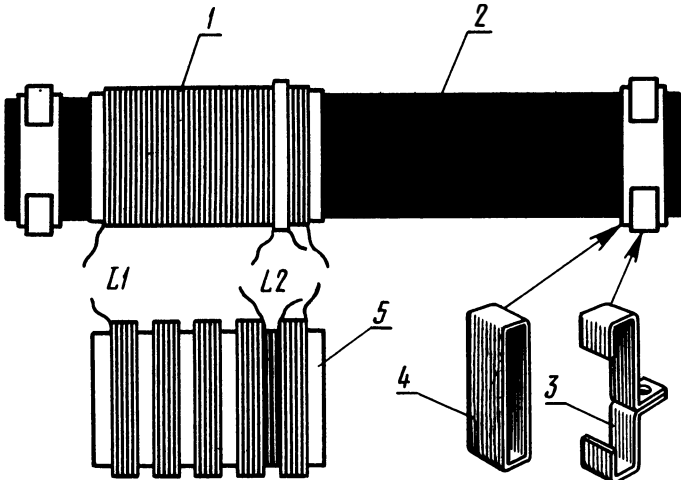


Рис. 5. Конструкция магнитной антенны: 1 — катушка СВ диапазона; 2 — ферритовый стержень; 3 — держатель; 4 — прокладка; 5 — катушки ДВ диапазона

Таблица 1

Намоточные данные низкочастотных трансформаторов

Приемник, трансформатор	Сечение магни- топровода. мм	Первичная обмотка			Вторичная обмотка		
		число витков	провод	сопротивление пост. току, Ом	число витков	провод	сопротивление пост. току. Ом
«Кварц»:							
«ТС»	3×6	1600	ПЭВ-1 0,06	230 ± 20%	320×2	ПЭВ-1 0,08	150×2 ± 20%
«ТВ»	3×6	320×2	ПЭВ-1 0,1	20×2 ± 20%	90	ПЭВ-1 0,29	0,3 ± 20%
«Россия»:							
«ТС»	5×6	1510	ПЭВ-1 0,09	150 ± 20%	420×2	ПЭВ-1 0,09	100×2 ± 20%
«ТВ»	5×6,3	280×2	ПЭВ-1 0,14	20×2 ± 20%	128	ПЭВ-1 0,25	2 ± 20%

Примечания: 1. Намотка катушек вторичной обмотки трансформатора «ТС» и первичной — «ТВ» выполнена одновременно в два провода.

2. Вторичные обмотки выходных трансформаторов рассчитаны на подключение электродинамических головок с номинальной мощностью 0,1 Вт и полным сопротивлением звуковой катушки 10 Ом (вариант приемника «Кварц») и 0,25—0,5 Вт и 8 Ом (вариант приемника «Россия»).

тем же клеем или полистироловым лаком, приготовленным из стружки полистирола, растворенной в дихлорэтано. Внутренние размеры каркаса должны быть такими, чтобы он легко перемещался по ферритовому стержню.

Намоточные данные катушек магнитной антенны приведены в табл. 2, а их конструкция и расположение на стержне антенны показаны на рис. 5. Катушки СВ диапазона 1 выполняют однослойными, а ДВ диапазона 5—многослойными, с равномерным распределением витков в отдельных секциях. В первом случае катушку связи L2 размещают сверху контурной L1, со стороны вывода, соединенного с общим проводом приемника, а во втором — между двумя крайними секциями. Намотанные катушки необходимо слегка пропитать клеем или полистироловым лаком.

Держатель магнитной антенны 3 изготавливают из листового мягкого алюминия толщиной 1—1,2 мм в виде фигурной скобы с уступом и отверстием для крепления к монтажной плате. Чтобы избежать сколов ферритового стержня, между ним и держателем следует проложить резиновую или полихлорвиниловую прокладку 4.

Привод стрелки-указателя настройки (рис. 6) состоит из следующих конструктивных элементов: ручки настройки 1, тросика 2, подшкальника 3, ободных роликов 4, стрелки 5 и пружины 6.

Ручка выполнена в виде пластмассового двухступенчатого диска. По периферии большего диаметра нанесена зубчатая накатка, а на меньшем — сделана мелкая прямоугольная канавка и центральное углубление для размещения тросика и пружины. Размеры ручки рассчитаны на корпус промышленного приемника «Сокол» и обеспечивают передвижение стрелки по шкале настройки в пределах 52 мм. Ручку с помощью винта жестко укрепляют на оси КПЕ.

Таблица 2

Намоточные данные катушек магнитной антенны приемника прямого усиления

Обозначение по схеме	Емкость КПЕ, пФ	Рабочий диапазон	Число витков	Провод	Тип намотки
L1	7—180	СВ	85	ЛЭШО 10×0,07	Рядовая, виток к витку
L2	—	—	9	ПЭВ-1 0,15—0,2	То же
L1	7—180	ДВ	270	ПЭВ-1 0,8—0,1	Внавал, 5 секций
L2	—	—	30	ПЭВ-1 0,1—0,12	Внавал, 1 секция
L1	5—240	СВ	65	ЛЭШО 10×0,07	Рядовая, виток к витку
L2	—	—	6	ПЭВ-1 0,15—0,2	То же
L1	5—240	ДВ	220	ПЭВ-1 0,8—0,1	Внавал, 5 секций
L2	—	—	20	ПЭВ-1 0,1—0,12	Внавал, 1 секция

Примечание. Высокочастотный провод ЛЭШО 10×0,07 можно заменить аналогичным другого сечения или ПЭШО 0,15—0,2

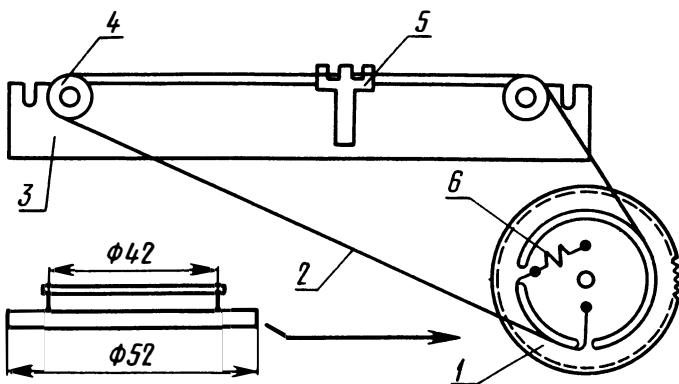


Рис. 6. Конструкция привода стрелки-указателя настройки

В качестве тросика используют капроновую нитку. Один ее конец крепят к ручке непосредственно, а второй — через пружину, обеспечивающую необходимое натяжение в процессе работы привода. Пружину навивают из тонкой стальной проволоки, например балалаечной струны.

Подшкальник изготавливают из алюминия или латуни толщиной 1—1,2 мм. Ни в коем случае нельзя применять сталь, так как это приведет к резкому ухудшению параметров магнитной антенны. Подшкальник окрашивают нитрокраской черного или белого цвета, чтобы на его фоне хорошо выделялась стрелка. С помощью заклепок или винтов устанавливают обводные ролики из изоляционного материала. Применение металла приведет при настройке к помехам в виде тресков.

Стрелку вырезают из тонкой жести или латуни и окрашивают, как правило, в яркий красный цвет. Чтобы стрелка при трении о подшкальник не создавала помех, ее с внутренней стороны обклеивают тонкой капроновой тканью.

3. МАКЕТИРОВАНИЕ ПРИЕМНИКА

Подобрав и изготовив все нужные детали, приступают к макетированию: производят предварительную сборку и проверку работоспособности каскадов, подгонку режимов транзисторов и отработку различных схемных решений. Все это позволяет избежать ошибок при окончательной сборке приемника и значительно упростить его налаживание.

Собирают макет на технологической плате из гетинакса или текстолита толщиной 1,5—2 мм. На ее поверхности укрепляют токонесущие шины или контактные площадки, обеспечивающие монтаж деталей (рис. 7).

В варианте *a* по длинным сторонам платы размещают две то-

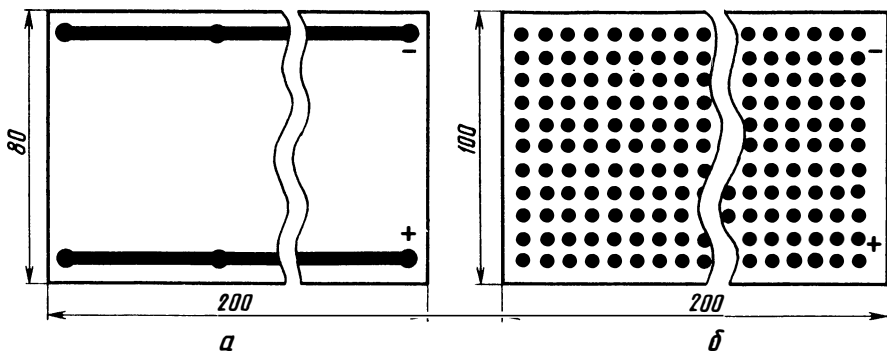


Рис. 7. Конструкция технологической монтажной платы:
а — вариант с токонесущими шинами; *б* — вариант с контактными площадками

конесущие шины из луженой проволоки диаметром 1—1,2 мм. Размеры платы определяются степенью сложности схемы макетируемого приемника с расчетом свободного расположения его каскадов в последовательности, приведенной на принципиальной схеме. Все детали монтируют между шинами, являющимися проводами общих цепей питания (рис. 8). Такой способ макетирования не позволяет учесть форму и размеры реальной платы, особенности совместной компоновки собираемых каскадов и определить схему соединений их деталей. Все эти вопросы придется решать на стадии окончательной сборки приемника.

В варианте *б* вместо токонесущих шин имеются контактные площадки, размещенные по всей площади платы с шагом 5 мм и являющиеся опорными точками монтажа. В качестве таких площадок используют пустотелые латунные заклепки, развальцованные в соответствующих отверстиях технологической платы, а монтажные соединения выполняют одножильным проводом. Монтаж деталей при таком способе макетирования весьма сходен с реальным. Он позволяет сделать прикидочную компоновку и определить схе-

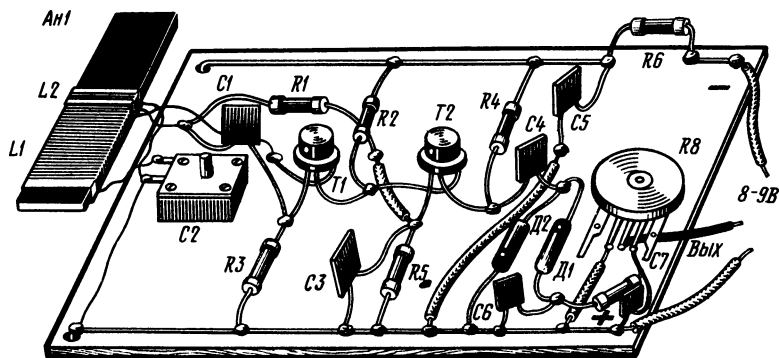


Рис. 8. Рабочий макет высокочастотного тракта приемника прямого усиления

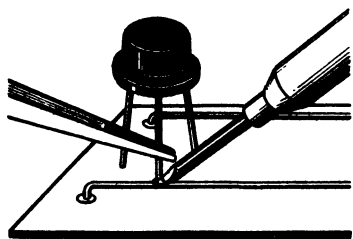


Рис. 9. Способ применения теплоотвода при пайке выводов транзистора

му соединений деталей собранных каскадов, что значительно упрощает изготовление реальной монтажной платы приемника и процесс его окончательной сборки.

Проводя макетирование, не следует укорачивать выводы деталей. При их гибке необходимо избегать острых углов, так как это может привести к обламыванию провода. Во избежание перегрева и порчи полупроводниковых приборов при пайке следует применять теплоотвод, используя

для этой цели пинцет или длинногубцы (рис. 9). Целесообразно пользоваться специальными переходными панельками для транзисторов от промышленных приемников.

Аналогичные меры предосторожности необходимо соблюдать при пайке выводов низкочастотных трансформаторов, которые имеют легкоплавкие полистироловые каркасы. Лучше во время макетирования соединения с этими деталями выполнять не пайкой, а с помощью проводников, оканчивающихся лепестками от панелек пальчиковых ламп или гнездами от какого-либо штепсельного разъема. Все это позволит избежать порчи деталей и сохранить их для окончательной сборки приемника на реальной монтажной плате.

Рассмотрим последовательность проверки работоспособности собранных каскадов и выполнения предварительных регулировок на примере рабочего макета высокочастотного тракта приемника (см. рис. 8).

Сначала тщательно проверяют все монтажные соединения, особенно правильность распайки выводов транзисторов $T1$, $T2$ усилителя ВЧ. После этого увеличивают номинал резистора $R6$ в минусовой цепи питания с 330 Ом до 1 кОм. Это необходимо для того, чтобы снизить напряжение батареи с 9 до 7 В, приблизив тем самым режим работы транзисторов к реальному. В качестве источника питания при макетировании целесообразно вместо батареи типа «Крона-ВЦ» использовать две соединенные последовательно батареи 3336, обладающие большей емкостью.

Затем в разрыв цепи между контактами колодки питания и батарей включают миллиамперметр постоянного тока с пределом 5—10 мА (например, авометр Ц-20). Ток, потребляемый усилительными каскадами тракта ВЧ, не должен превышать 2—3 мА. В противном случае необходимо еще раз проверить монтаж макета, номинал резистора $R1$ и работоспособность транзисторов $T1$ и $T2$.

При отсутствии явных неполадок причиной большого тока потребления может быть самовозбуждение усилителя ВЧ, вызванное паразитной связью между его входом и выходом. Чтобы избежать этого, следует увеличить расстояние между магнитной антенной и деталями второго каскада усилителя и детектора.

Затем проверяют и подгоняют режимы работы транзисторов $T1$, $T2$ по постоянному току. Делают это с помощью авометра, измеряя напряжения на базах и коллекторах. Они не должны отличаться от указанных на принципиальной схеме более чем на $\pm 20\%$. Контрольный прибор включают между соответствующим выводом транзистора и общим «заземленным» проводом тракта ВЧ. При необходимости режимы подгоняют подбором номинала резистора $R1$.

Чтобы упростить эту операцию, целесообразно резистор $R1$ заменить переменным резистором (33—47 кОм) с последовательно присоединенным к нему постоянным резистором сопротивлением 10—15 кОм. Установив нужные режимы, замеряют сопротивление вспомогательных резисторов и заменяют их резистором ближайшего (в сторону увеличения) номинала.

После этого к среднему выводу резистора $R8$, являющегося регулятором громкости, и «заземленному» проводу макета через разделительный конденсатор емкостью 0,01—1,0 мкФ подключают электромагнитный телефон типа ТОН-2, ТМ-2 или ТМ-2М. Регулятор громкости ставят в положение максимального усиления и проверяют работоспособность высокочастотного тракта приемника непосредственно с эфира. При приеме радиостанций определяют границы рабочего диапазона, ориентируясь по радиостанциям, частоты которых известны, или по шкале настроенного готового приемника.

Если диапазон смещен, то его вводят в нужные пределы. Наиболее низкочастотную границу устанавливают перемещением контурной катушки $L1$ по ферритовому стержню магнитной антенны. Если смещение произошло в область высоких частот, то ее передвигают к середине стержня, если же в область более низких частот — к его краю. Высокочастотную границу устанавливают с помощью дополнительного подстроечного конденсатора емкостью 10—20 пФ. При его параллельном подключении к входному контуру высокочастотная граница рабочего диапазона сместится в более низкочастотную область. Для увеличения ширины рабочего диапазона следует увеличить число витков контурной катушки $L1$.

Кроме перечисленных, можно провести и регулировку избирательности входного контура по соседнему каналу. Для этого прослушивают работу станций по всему диапазону. Если окажется, что они слышны с достаточной громкостью, но мешают друг другу, то для повышения избирательности необходимо уменьшить число витков катушки связи $L2$. Делая это, надо учитывать, что с улучшением избирательности будет ухудшаться чувствительность тракта ВЧ. Совместно с высокочастотной частью приемника целесообразно промакетировать и низкочастотную.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ МОНТАЖНОЙ ПЛАТЫ

Площадь монтажной платы выбирают с учетом достаточно свободного размещения всех деталей приемника. Чтобы не затруд-

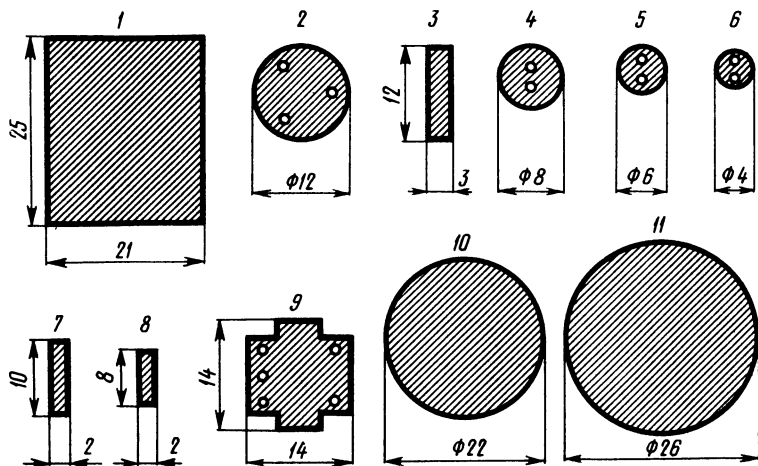


Рис. 10. Проекция деталей приемника прямого усиления:

1 — КПЕ радионабора «Юность»; 2 — транзистора П422 и МП40; 3 — диода Д9; 4—6 — электролитических конденсаторов К50-6 емкостью 30, 10 и 1 мкФ соответственно; 7 — постоянного резистора ВС-0,125а и керамического конденсатора К10-7В емкостью 0,047 мкФ; 8 — конденсаторов К10-7В емкостью 680 пФ и 0,01 мкФ; 9 — трансформаторов «ТС» и «ТВ»; 10 — переменного резистора СПЗ-3В; 11 — магнитной системы головки 0,1 ГД-6

пить сборочно-монтажные работы, детали желательно располагать в одной плоскости.

Сначала определяют проекции деталей приемника, устанавливаемых на монтажную плату, принимая во внимание не только конфигурацию корпуса детали, но и всех выступающих выводов. Это касается диодов, постоянных резисторов, конденсаторов с осевыми выводами, а также других деталей, у которых изгиб выводов в непосредственной близости от корпуса недопустим.

Затем по проекциям рассчитывают площади, нужные для размещения той или иной детали на монтажной плате. Для рассматриваемого приемника на рис. 10 показаны проекции и приведены размеры всех деталей.

Площади отдельных деталей суммируют с учетом их количества и получают общую площадь 3465 мм², на которой можно разместить все детали приемника вплотную друг к другу. Естественно, что в этом случае сборка и монтаж приемника будут сильно затруднены. Чтобы избежать этого, значение полученной площади делят на коэффициент заполнения (отношение значения площади, необходимой для размещения деталей вплотную друг к другу, к увеличенной площади, обеспечивающей необходимые условия для сборки и монтажа). Коэффициент может иметь значения от 0,1 до 1. В первом случае детали размещаются на монтажной плате чрезмерно свободно, во втором — предельно тесно.

Наиболее оптимальным как для промышленных, так и для любительских конструкций является коэффициент заполнения 0,4—

0,6. Учитывая, что рассматриваемый приемник рассчитан на начинающих радиолюбителей, выбираем коэффициент заполнения 0,4. Тогда увеличенная площадь монтажной платы будет около 8662 мм². Так как готовый корпус приемника позволяет разместить плату площадью 8625 мм², то на ней и остановимся. Окончательный размер платы будет 115×75 мм.

5. КОМПОНОВКА ДЕТАЛЕЙ НА ПЛАТЕ

Это — наиболее ответственный этап конструирования приемника, предопределяющий трудоемкость его налаживания и стабильность работы. Производят компоновку не механически, а с учетом специфики работы деталей, их взаимного влияния, возможности возникновения паразитных связей, способных привести к неустойчивой работе приемника.

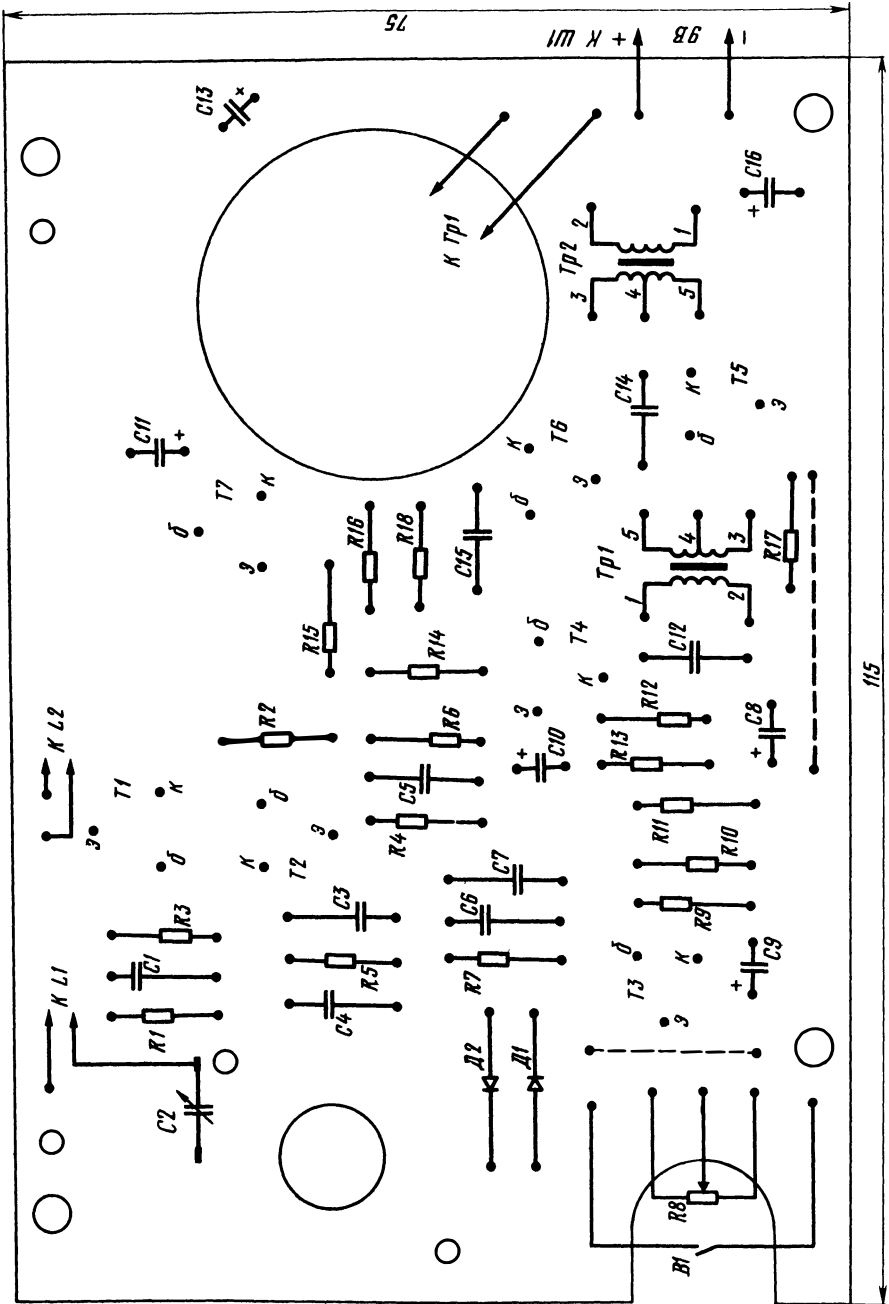
Компоновку и нужные соединения выполняют графически, с помощью специальных трафаретов, имитирующих детали приемника и являющихся их проекциями на плоскость платы. Трафареты выполняют в масштабе 1 : 1 или с четным кратным увеличением. В качестве материала используют плотную чертежную бумагу или жесткую пластмассовую пленку. На трафаретах, в местах выхода выводов, делают отверстия, с помощью которых в дальнейшем на чертеж монтажной платы приемника наносят центры установочных отверстий и контактных площадок.

Плату вычерчивают на миллиметровой или какой-либо другой бумаге с нанесенной координатной сеткой в таком же масштабе, что и трафареты деталей. На рис. 11 приведен пример компоновки деталей и схемы их соединений на монтажной плате приемника прямого усиления (см. рис. 2).

Сначала определяют место расположения магнитной антенны *Ан1* и, используя ее в качестве ориентира, выполняют компоновку всех остальных деталей. Так как антенна имеет плоскую форму, ее целесообразно вынести за пределы платы, разместив по верхней удлиненной стороне. Это позволит более рационально использовать внутренний объем корпуса приемника.

После этого на чертеже отмечают места отверстий для крепления держателей антенны и подшкальника к плате и самой платы к корпусу приемника. Определяют и фиксируют места для установки деталей, имеющих ручки управления (конденсатор подстройки *С2* и регулятор громкости *Р8* с выключателем питания), а также — для выхода магнитной системы электродинамической головки *Гр1*. Подшкальник размещают параллельно магнитной антенне, на некоторой высоте над платой, со стороны монтажных соединений, на участке, свободном от деталей.

Детали каскадов компонуют в последовательности их расположения на принципиальной схеме приемника, только не со стороны входа, а со стороны выхода. Делается это потому, что выходной каскад усилителя НЧ имеет более крупные детали, нежели осталь-



75

115

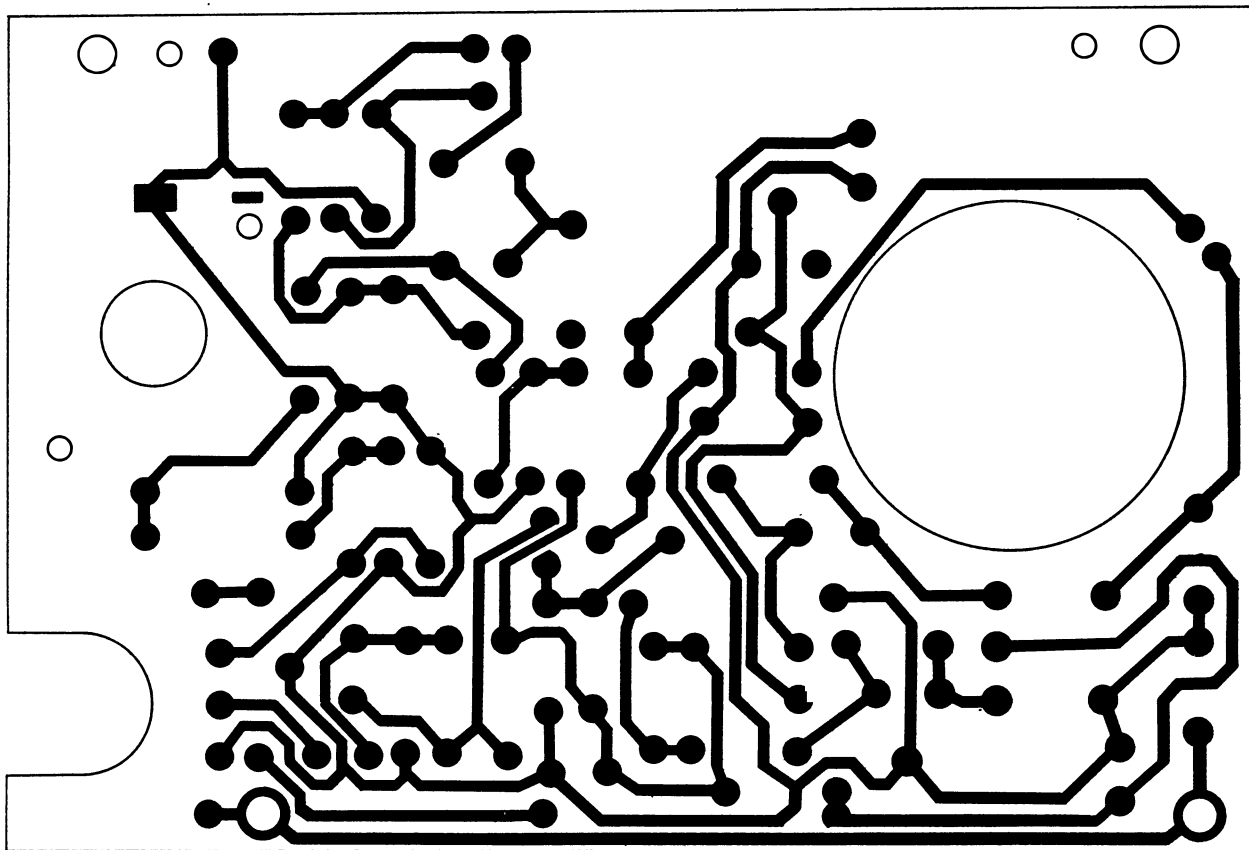


Рис. 11. Пример компоновки деталей и схемы соединений на монтажной плате приемника прямого усиления (вид со стороны печатного монтажа)

ные каскады. Кроме того, во избежание самовозбуждения приемника выходной каскад должен быть удален на максимально возможное расстояние от магнитной антенны. Вполне понятно, что выполнить такие условия значительно легче в самом начале компоновки, чем на стадии ее завершения. Подобная последовательность помогает укоротить выводы общих цепей питания, осуществить их рациональную прокладку, блокировку нужных участков по переменному току, что позволяет избежать нежелательных связей между отдельными каскадами приемника. Именно из этих соображений выходной каскад ($T5$, $T6$) скомпонован в нижнем правом углу монтажной платы. Там же сделан ввод общих цепей питания, размещен конденсатор $C16$, блокирующий источник тока, а на небольшом расстоянии от него — резистор $R17$ и конденсатор $C8$ фильтра, развязывающего цепи питания выходного и других каскадов усилителя НЧ.

Остальные каскады усилителя НЧ расположены последовательно один за другим в нижней части платы. Детали в цепи эмиттера транзистора $T4$ фазоинверсного каскада, не предрасположенные к созданию паразитных связей, размещены на участке платы возле отверстия для выхода магнитной системы головки. Чтобы уменьшить излучение трансформатором $Tr1$ высокочастотного напряжения, его магнитопровод развернут перпендикулярно ферритовому стержню.

На площади левой части платы размещены также в последовательности снизу вверх детали детектора ($D1$, $D2$), второго каскада усилителя ВЧ ($T2$) и первого каскада ($T1$). При такой компоновке выход этого тракта оказывается удаленным от входа, что способствует устойчивости его работы.

Детали отдельных каскадов приемника сгруппированы возле соответствующих транзисторов и диодов. Причем, относящиеся к базовым и коллекторным, а также анодным и катодным цепям полупроводниковых приборов, по возможности удалены друг от друга. Каждый каскад соединяется с «заземленным» проводом питания через собственную цепь. Этот провод последовательно проходит через все каскады приемника, не имея каких-либо кольцевых соединений. В противном случае пути прохождения токов на отдельных участках становятся произвольными и не поддаются контролю, что может оказаться причиной самовозбуждения усилительных трактов.

Чертеж размещения и соединения деталей на монтажной плате используют при ее изготовлении и сборке приемника. Рассмотренные вопросы компоновки деталей и схемы их соединений являются общими, и приведенные решения могут быть использованы при конструировании других приемных устройств.

6. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОНТАЖНОЙ ПЛАТЫ

Монтажную плату приемника изготавливают из гетинакса или текстолита толщиной 1,5—2 мм. Если применяется фольгированный

материал, опорными точками (контактными площадками) для монтажа деталей и проводниками их соединений на плате служит медная фольга, наклеенная на изоляционное основание. Если же нефольгированный, в качестве таких монтажных элементов используют пустотелые латунные заклепки и одножильный луженый провод без изоляции диаметром около 0,5 мм.

Сначала по чертежу, полученному в процессе компоновки, на заготовке размером 115×75 мм производят необходимую разметку. Затем выпиливают и высверливают все отверстия, предназначенные для установки и монтажа деталей на плате. Если компоновочный чертеж был сделан в масштабе 1 : 1, то необходимость в специальной разметке отпадает. Его наклеивают на заготовку и всю механическую обработку производят, пользуясь чертежом как кондуктором.

При применении фольгированного материала отверстия под выводы транзисторов, диодов, постоянных резисторов, конденсаторов и для проводов внешних соединений выполняют диаметром 1—1,2 мм, а под выводы трансформаторов—1,3—1,5 мм. Чтобы избежать поломки тонкого сверла, его хвостовик максимально вставляют в патрон дрели, оставляя открытой лишь небольшую рабочую часть. Использование сверл большего диаметра нежелательно, так как при монтаже деталей с тонкими выводами на плате могут появиться ложные пайки, обнаружить которые довольно трудно.

Просверлив отверстия, с фольгированной поверхности заготовки мелкозернистой наждачной бумагой счищают заусенцы и приступают к нанесению рисунка монтажных соединений. Выполняют это жидкой нитрокраской, вычерчивая контактные площадки и проводники с помощью стеклянной трубки — рейсфедера (рис. 12) или кисточки.

Контактные площадки, в зависимости от конструкции и расстояния между выводами монтируемой детали, делают круглой или прямоугольной формы (рис. 13) с цельной или подрезанной фольгой. Их размеры выбирают с таким расчетом, чтобы фольгированный поясok на свободных участках имел ширину не менее 1 мм, а в местах подрезки — не менее 0,5 мм. В противном случае при пайке фольга может легко отслоиться от изоляционного основания.

Проводники вычерчивают по возможности прямыми линиями. При выборе их ширины учитывают, что в отличие от навесных печатные соединения обладают значительно большей собственной емкостью, что может вызвать уменьшение пределов нужных регулировок, предусмотренных для высокочастотных каскадов приемника. Например, емкость монтажа конденсатора настройки, суммиру-

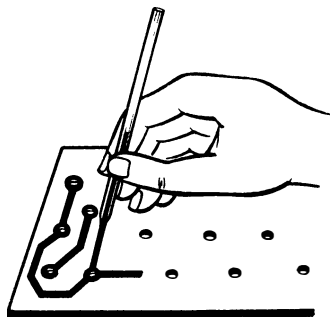


Рис. 12. Пример нанесения рисунка монтажных соединений на заготовке платы приемника

ясь с его минимальной емкостью, может вызвать уменьшение перекрытия диапазона в области наиболее высоких рабочих частот приемника. Чтобы этого не произошло, ширина проводников в данном случае не должна быть более 0,8—1 мм. Для снижения возможности возникновения паразитных связей проводники высокочастотных цепей необходимо максимально удалить от низкочастотных.

Выполнив рисунок всех монтажных соединений, устраняют неточности, делая подчистку острым ножом. После этого ненужные участки фольги, не защищенные краской, стравливают в растворе хлорного железа. 200—300 г хлорного железа растворяют в одном литре хорошо прокипяченной, охлажденной воды, пользуясь стеклянной, фарфоровой или металлической эмалированной (без сколов) посудой. Во избежание сильного выделения тепла хлорное железо высыпают постепенно, небольшими порциями. Затем полученный раствор выливают в плоскую посуду и в него погружают заготовку платы. Процесс стравливания фольги при комнатной температуре длится около 20—30 мин. Для его ускорения раствор можно подогреть, но не выше чем до 50—60° С. Выполнять эти работы следует в хорошо проветриваемом помещении.

По окончании стравливания ненужной фольги защитную краску удаляют тампоном из ткани, смоченной растворителем или ацетоном, а плату тщательно промывают горячей водой с мылом. После просушки контактные площадки и соединительные проводники зачищают наждачной бумагой и залуживают хорошо разогретым паяльником, применяя в качестве флюса раствор канифоли в спирте. Эта операция значительно упростит процесс дальнейшего монтажа деталей на плате и повысит механическую прочность проводников, так как толщина фольги, как правило, не превышает 35 мкм. Полностью обработанную и подготовленную к монтажу печатную плату целесообразно еще раз промыть в смеси бензина и спирта (две части бензина и одна часть спирта) и просушить.

Процесс изготовления монтажной платы из нефольгированного материала сводится к следующему. После соответствующей разметки на заготовке высверливают и вырезают нужные отверстия. Для опорных точек монтажа, являющихся контактными площадками, их выполняют с учетом размеров используемых пустотелых заклепок. В большинстве случаев оптимальный наружный диаметр этих монтажных элементов не превышает 1,5 мм. Пустотелые



Рис. 13. Формы контактных площадок монтажных плат печатного типа:

1 — для выводов резисторов ВС-0,125а, конденсаторов К10-7В (КЛС. КМ), транзисторов (диодов); 2 — контурных катушек (трансформаторов). 3 — электролитических конденсаторов К50-6; 4 — подстроечных конденсаторов КПК-МП (КПК-МП-3)



a



б

Рис. 14. Примеры крепления соединительных проводников на монтажной плате приемника:

a — через отверстие пустотелой заклепки; *б* — через вспомогательное отверстие в плате

лые заклепки несложно изготовить и самостоятельно. Для этого с помощью стальной проволоки нужного диаметра из полосок тонкой луженой жести, меди или мягкой латуни сгибают трубки длиной 30—50 мм. Затем, не вынимая проволоку, трубки прокатывают на ровной твердой поверхности и острым лезвием ножа разрезают на нужные части. Получившиеся таким образом пустотелые заклепки развальцовывают в соответствующих отверстиях платы.

Все монтажные соединения выполняют одножильным проводом со стороны, противоположной размещению деталей, соблюдая тот же рисунок, что и при изготовлении платы печатного типа. Концы проводников механически закрепляют в отверстиях пустотелых заклепок так, как показано на рис. 14, *a*, и приклеивают к изоляционному материалу клеем БФ-2. Для доведения клея до стадии полимеризации (полного затвердения) хорошо разогретый стержень паяльника приближают к месту склейки и нагревают его до температуры 120—150° С. Вместо клея можно применить эпоксидную смолу, просушив места склейки при комнатной температуре в течение 15—24 ч.

В тех случаях, когда опорные точки монтажа являются узлами сразу нескольких соединений, рядом с установочным отверстием делают нужное число пропилов, в которых и закрепляют концы подводимых проводников (рис. 14, *б*). После механического крепления (путем отгибки) их припаивают к пустотелым заклепкам.

Для облегчения сборки и монтажа на поверхность платы около опорных точек, со стороны установки деталей, желательно нанести обозначения деталей, аналогичные схемным, указать места для выводов транзисторов, диодов и электролитических конденсаторов, обладающих определенной полярностью включения.

7. ПОДГОТОВКА, СБОРКА И МОНТАЖ ДЕТАЛЕЙ НА ПЛАТЕ

Прежде чем приступить к сборке и монтажу деталей на плате приемника, выполняют ряд подготовительных работ. Они сводятся к дополнительной обработке выводов всех деталей. Их зачищают от окислов, залуживают и придают им нужную конфигурацию.

Зачистку участка вывода, нужного для монтажа детали, делают лезвием ножа; залуживание—хорошо разогретым паяльником по возможности быстро и с применением теплоотвода; гибку—монтажным инструментом, с соблюдением определенных мер предосторожности, устраняющих возможность обламывания выводов и нарушения герметизации корпуса детали. Вывод, подлежащий гибке, захватывают пинцетом или длинногубцами между корпусом детали и местом изгиба и рукой или вспомогательным инструментом выполняют нужную операцию (рис. 15). Конфигурацию выводов делают такой, чтобы они легко входили в установочные отверстия и обеспечивали возможность механического крепления детали на плате приемника. Кроме того, их длина от корпуса до места пайки не должна быть меньше допустимой величины, указанной в техническом описании детали. Примеры конфигурации выводов деталей приведены на рис. 16.

На рис. 16, а сверху показан постоянный резистор типа ВС-0,125а, выводы которого изогнуты с учетом его горизонтальной установки на плату, когда установочные отверстия удалены одно от другого на сравнительно большое расстояние. Средний вариант, наоборот, рассчитан на случай близкого размещения отверстий. И нижний— для вертикальной установки деталей. Во избежание замыкания длинного вывода на корпус резистора в данном варианте его изолируют полихлорвиниловой или линоксиновой трубкой.

На поз. б, в показаны керамические конденсаторы типа К10-7В, КЛС (КМ).

Электролитический конденсатор (рис. 16, г) типа К50-6 имеет выводы, закрепленные специальной смолой, которая часто выступает за пределы корпуса и мешает плотной установке его на плату. Во избежание этого под конденсатор целесообразно подкладывать изоляционную шайбу с отверстиями такого диаметра, чтобы в них разместился выступающий облой смолы (верхний рис.). При необходимости раздвинуть выводы конденсатора один от другого, что может потребоваться для того, чтобы пропустить между ними проводник, также применяют шайбу, только не с отверстиями, а со скошенными диаметрными прорезями (нижний рис.). Для придания

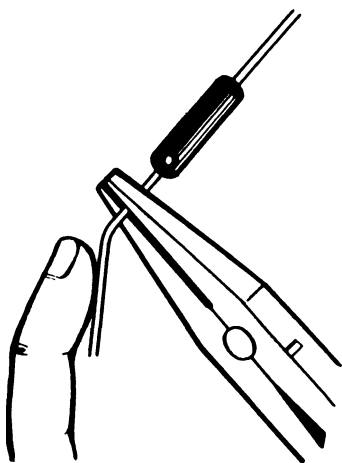


Рис. 15. Пример выполнения гибки вывода диода Д9

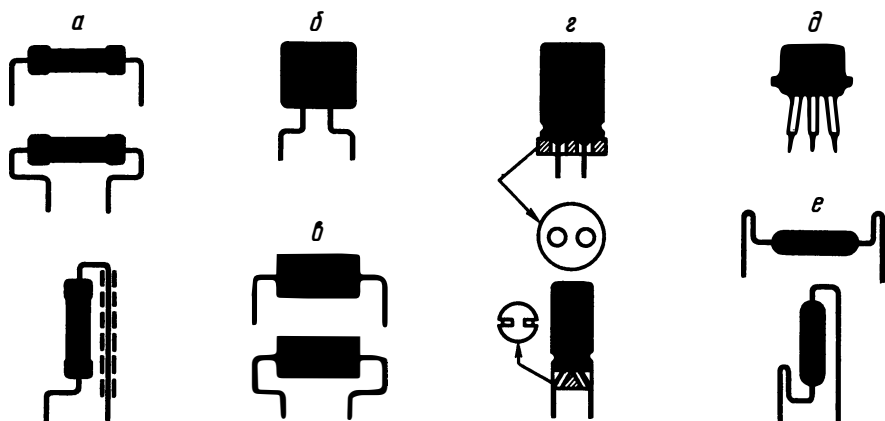


Рис. 16. Примеры гибки выводов деталей, подготовленных для монтажа:
 а — резистора ВС-0,125а; б — конденсатора К10-7В; в — КЛС (КМ); г — электролитического — К50-6; д — транзистора МП40; е — диода Д9

большей механической прочности шайбу желательно приклеить к корпусу конденсатора.

На рис. 16, д, е показаны транзистор и диод. Выводы первого, как правило, лишь разводят под некоторым углом по отношению к корпусу и изолируют трубками. Чтобы это не затрудняло определение нужного вывода, используют трубки разных цветов. На вывод коллектора транзистора структуры *p-n-p* надевают синюю, эмиттера — красную и базы — желтую. Для транзистора структуры *n-p-n* расцветку трубок на выводах коллектора и эмиттера меняют на обратную.

Сборку и монтаж деталей на плате приемника проводят в такой последовательности. Сначала устанавливают и монтируют транзисторы, диоды и электролитические конденсаторы, требующие соблюдения строгой полярности включения. Затем размещают постоянные резисторы и керамические конденсаторы, делая это так, чтобы надписи номиналов на их корпусах были открыты для чтения.

Для ускорения монтажа все детали сначала с помощью выводов закрепляют в установочных отверстиях платы и только потом производят пайку. Ненужную часть выводов откусывают на расстоянии 1—2 мм от места пайки. Оставшийся конец вывода может потребоваться при выпаивании детали и определении ложного соединения. Так как усилитель НЧ не макетировался и предварительно не регулировался, то резисторы *R10*, *R12* и *R18*, определяющие режим работы транзисторов *T3—T6*, устанавливают без механического крепления и с недоработанными выводами.

В последнюю очередь на плату устанавливают и монтируют КПЕ, трансформаторы, переменный резистор и магнитную антен-

ну, припаивают проводники колодки питания, соединения со звуковой катушкой головки и закрепляют подшкальник. При соединении собранной платы с головкой необходимо следить, чтобы припой и флюс не попадали на гибкие выводы, так как это может явиться причиной возникновения дребезга при работе приемника. На последних операциях монтаж тщательно проверяют, с мест паек удаляют остатки флюса.

8. НАЛАЖИВАНИЕ ПРИЕМНИКА

О последовательности налаживания высокочастотного тракта было подробно рассказано при описании процесса макетирования. Здесь мы рассмотрим только вопросы, связанные с налаживанием низкочастотного тракта и приемника в целом.

Сначала под напряжением проверяют правильность выполнения монтажа. Делают это с помощью миллиамперметра постоянного тока с пределом измерения 50—100 мА (например, авометра Ц-20), включенного в разрыв общей цепи питания приемника. Потребляемый ток не должен превышать 8—10 мА.

Если ток значительно больше, а головка не воспроизводит громкого низкочастотного звука, то неполадку следует искать в монтаже. Надо проверить все соединения и соответствие номинальных значений резисторов (особенно $R10$, $R12$ и $R18$ в цепях смещения) рекомендуемым в описании. Выполняют это покаскадно, последовательно снимая напряжение смещения с баз транзисторов $T5$, $T6$; $T4$ и $T3$. В первом случае замыкают резистор $R18$, во втором и третьем — отпаивают $R12$ и $R10$.

При наличии звука причиной большого тока является самовозбуждение усилителя НЧ. Оно может быть вызвано неправильной фазировкой напряжения обратной связи, поступающего через цепь $R16C13$ со вторичной обмотки выходного трансформатора $Tr2$ на эмиттер транзистора $T4$ фазоинверсного каскада. Если разорвать цепь обратной связи, то самовозбуждение прекратится. Для устранения этой неполадки необходимо изменить фазу включения первичной обмотки согласующего или выходного трансформатора.

В ряде случаев причинами самовозбуждения усилителя НЧ могут явиться сам контрольный миллиамперметр или разряженная батарея питания. Об этом также говорит низкочастотный звук, воспроизводимый головкой приемника, и увеличение тока потребления. Во втором случае звук носит прерывистый характер и проявляется в виде рокота или щелчков. Устранить такое самовозбуждение можно шунтированием источника тока или миллиамперметра конденсатором большой емкости.

Нередко самовозбуждение охватывает не только низкочастотные, но и высокочастотные каскады приемника. Оно может быть вызвано, как уже говорилось выше, неправильной компоновкой деталей на монтажной плате, а также паразитной связью каскадов через общие цепи питания. Во втором случае необходимо повысить

эффективность работы развязывающих фильтров, увеличив емкость конденсаторов $C5$, $C8$ и $C16$.

Устранив самовозбуждение, приступают к проверке и установке режимов транзисторов по постоянному току. Это касается лишь транзисторов $T3$ — $T6$ усилителя НЧ, так как режимы $T1$, $T2$ усилителя ВЧ устанавливались в процессе макетирования. Напряжения, рекомендуемые значения которых указаны на принципиальной схеме приемника (см. рис. 2), контролируют вольтметром авометра, обладающим достаточно большим входным сопротивлением (20 кОм/В). Его включают между соответствующим выводом транзистора проверяемого каскада и «заземленным» проводом общих цепей питания. Регулировку производят подбором резисторов $R10$, $R12$ и $R18$. После установки режимов транзисторов общий ток, потребляемый приемником, должен быть 6—8 мА.

Проверяя работоспособность приемника с эфира, прослушивают работу какой-либо мощной радиостанции с различными уровнями громкости. Если при небольшой громкости звуковая программа воспроизводится с заметными искажениями, то несколько увеличивают ток покоя транзисторов $T5$, $T6$ выходного каскада. Контролируют работоспособность по возрастанию общего тока потребления и качеству звучания приемника. Если искажения возникают при максимальной громкости, то следует более тщательно подобрать пару транзисторов $T5$, $T6$ выходного каскада. Если же приемник обладает избыточным усилением, указанные недостатки можно попытаться скомпенсировать увеличением напряжения отрицательной обратной связи. Выполняют это, уменьшая номинал резистора $R16$.

Затем на оси КПЕ закрепляют ручку настройки, полностью собирают механизм привода стрелки-указателя и головку с монтажной платой размещают в корпусе приемника. При необходимости подстраивают входной контур магнитной антенны в высокочастотной части рабочего диапазона. Это может быть вызвано тем, что благодаря близкому расположению катушки $L1$ относительно стенки корпуса в контур вносится дополнительная емкость и его собственная частота становится несколько ниже первоначального значения. После налаживания градуируют шкалу настройки и приемник окончательно устанавливают в корпусе.

9. СОВЕТЫ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ВЧ ТРАКТА ПРИЕМНИКА

В рассмотренном приемнике при необходимости можно несколько улучшить основные электрические параметры (чувствительность, избирательность по соседнему каналу), усовершенствовав высокочастотные тракты.

Краткая характеристика. Эти тракты рассчитаны на применение в приемниках прямого усиления, работающих в диапазонах длинных и средних волн. Приемники с такими трактами при работе на магнитную антенну обладают чувствительностью около 7—8 мВ/м. Это позволяет обеспечить выходную мощность 100—120 мВт.

Оба приведенных тракта содержат усилители ВЧ, каскады которых имеют различные нагрузки. В одном из них есть настраиваемый резонансный каскад, улучшающий избирательность приемника по соседнему каналу, что позволяет ослабить помехи радиостанций, работающих на близких частотах. Система автоматической регулировки усиления (АРУ) устраняет перегрузку усилительных каскадов при приеме сигналов мощных местных станций. Этот вариант тракта целесообразно применять при работе приемника на более насыщенном СВ диапазоне.

Принципиальные схемы. На рис. 17 приведена схема тракта, содержащего входные цепи, двухкаскадный усилитель ВЧ, выполненный на транзисторах $T1$, $T2$, и детектор на диоде $D1$.

Первый усилительный каскад на транзисторе $T1$ — резистивный, нагруженный на резистор $R3$. Второй — на $T2$, имеет индуктивную нагрузку в виде широкополосного трансформатора $L3L4$. Катушка $L3$, включенная в коллекторную цепь, в сочетании с емкостью монтажа и деталей образует контур, обладающий небольшими резонансными свойствами. Если не принять соответствующих мер, то на частоте этого резонанса усиление каскада будет значительно больше, чем на других частотах. Естественно, это приведет к сильной неравномерности усиления ВЧ тракта при настройке при-

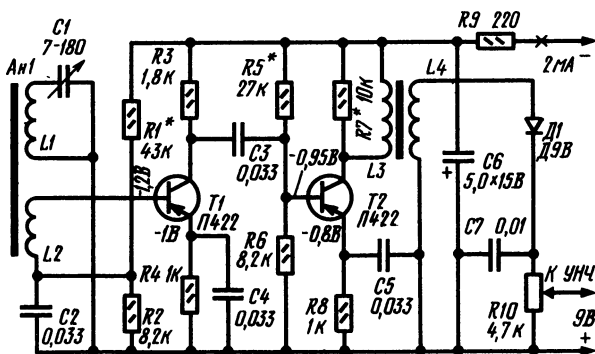


Рис. 17. Принципиальная схема тракта ВЧ с резистивным каскадом и каскадом с индуктивной нагрузкой

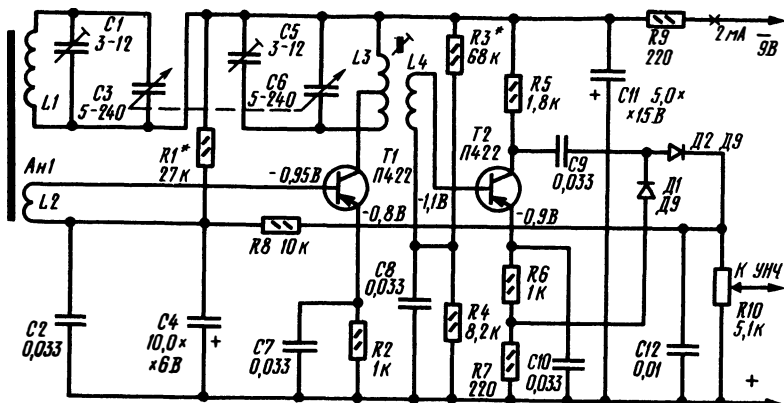


Рис. 18. Принципиальная схема тракта ВЧ с резонансным настраиваемым каскадом и резистивным каскадом

емника в пределах частот рабочего диапазона. Чтобы этого не произошло, катушку шунтируют резистором $R7$. Иногда же резонансные свойства индуктивной нагрузки используют специально для коррекции частотной характеристики высокочастотного тракта.

Такой каскад с индуктивной нагрузкой дает значительно большее усиление, нежели резистивный, и работает достаточно устойчиво.

Детекторный каскад тракта ВЧ выполнен по схеме последовательного детектирования на диоде $D1$, нагрузкой которого является переменный резистор $R10$.

Второй вариант тракта ВЧ (рис. 18) также содержит входные цепи, двухкаскадный усилитель на транзисторах $T1$, $T2$, детектор на диодах $D1$, $D2$ и систему АРУ.

Первый усилительный каскад на транзисторе $T1$ (настраиваемый, резонансный) нагружен на контур $L3C5C6$. Его настройка на сигналы принимаемых радиостанций происходит одновременно с настройкой входного контура $L1C1C3$ с помощью блока КПЕ $C3C6$. Такой каскад обладает еще большим усилением, чем резистивный или широкополосный с индуктивной нагрузкой. Наличие двух контуров позволяет улучшить избирательность приемника по соседнему каналу. Но как и предыдущий каскад с индуктивностями на входе и выходе, он неустойчив в работе.

Чтобы несколько снизить обратную связь с выхода на вход, надо применять высокочастотные транзисторы с небольшой емкостью коллектор – база и тщательно экранировать контур в цепи коллектора.

Кроме того, этот каскад сложнее налаживать, чем другие каскады усиления ВЧ, так как требуется выполнить сопряжение настроек одновременно двух контуров $L1C1C3$ и $L3C5C6$.

Несмотря на перечисленные сложности, сборка подобных каскадов позволяет не только улучшить параметры приемника прямо-

го усиления, но и полезна для практики. При конструировании приемника супергетеродинного типа разновидность таких каскадов (с фиксированной настройкой) используется очень широко.

Второй каскад (T_2) резистивный и ничем не отличается от рассмотренных ранее. Его связь с первым осуществляется посредством катушки L_4 , индуктивно связанной с контурной катушкой L_3 .

Детектор выполнен на диодах D_1 , D_2 по схеме удвоения напряжения и нагружен на резистор R_{10} . Для уменьшения нелинейных искажений слабых детектируемых сигналов напряжением около 50 мВ на диоды с делителя R_6R_7 подается небольшое напряжение смещения. Управляющее напряжение АРУ снимается с резистора R_{10} и через фильтр напряжения звуковой частоты R_8C_4 подается на базу транзистора T_1 . Благодаря этому при приеме сигналов мощных станций рабочая точка смещается в область с меньшей крутизной характеристики, что приводит к снижению усиления транзистора и устранению перегрузки каскадов приемника.

Детали и конструкция. Для сборки высокочастотных трактов нужны постоянные и переменный резисторы, керамические и электролитические конденсаторы, транзисторы и диоды таких же типов, как в рассмотренном выше приемнике прямого усиления. В первом варианте тракта (см. рис. 17) используются аналогичная магнитная антенна и односекционный конденсатор переменной емкости. Во втором — та же антенна и двухсекционный блок КПЕ-5, конструктивно совмещенный с подстроечными конденсаторами емкостью 3—12 пФ. В резонансном каскаде его усилителя ВЧ целесообразно применить транзистор с малой проходной емкостью коллектор — база, например ГТ309 или ГТ322, групп А, Б. Во втором приборе металлический корпус, снабженный выводом, изолирован от внутреннего устройства и используется в качестве экрана.

Высокочастотный трансформатор выполняют на ферритовом кольце. Намотку катушек производят специальным челноком, сделанным из проволоки или тонкого прочного картона (рис. 19). Во

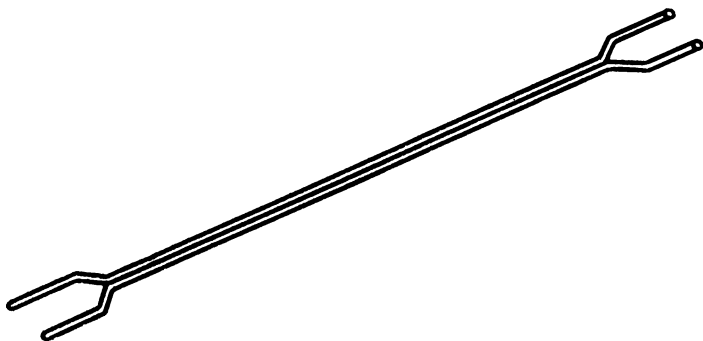


Рис. 19. Конструкция челнока для намотки катушек высокочастотного трансформатора

избежание порчи изоляции провода острые кромки кольца скругляют наждачной бумагой. Коллекторную катушку $L3$ и катушку связи с детектором $L4$ размещают на диаметрально противоположных участках сердечника так, как показано на рис. 20. Намоточные данные катушек, марка и размер сердечника приведены в табл. 3. После намотки витки катушек слегка смазывают клеем БФ-4 или полистироловым лаком.

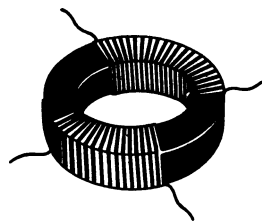


Рис. 20. Конструкция высокочастотного трансформатора

Катушку $L3$ резонансного контура и катушку связи $L4$ наматывают на полистироловом трехсекционном каркасе и размещают в сердечнике броневое типа, состоящем из двух ферритовых чашек и цилиндрического подстроечника, запрессованного в резьбовую пластмассовую пробку. Такие сердечники применяются в промышленных приемниках «Сокол-403», «Кварц-402» и других для изготовления контурных катушек гетеродина ДВ и СВ диапазонов и фильтров промежуточной частоты.

С помощью полистиролового основания со штырьками, снабженного колодкой для перемещения подстроечника, сердечник с катушками (рис. 21) устанавливается на монтажной плате приемника. Намоточные данные катушек, марка и размер сердечника даны в табл. 3.

Высокочастотные тракты собирают на такой же монтажной плате, что и приемник с резистивными каскадами усиления. Компоновку и схему соединений деталей усилителя НЧ оставляют без изменения. Детектор размещают на старом месте. Высокочастот-

Таблица 3

Намоточные данные катушек приемника прямого усиления

Обозначение на схеме	Рабочий диапазон	Число витков	Провод	Тип намотки	Марка и размер сердечника, мм
Высокочастотный трансформатор					
$L3$	ДВ, СВ	140	ПЭВ-1 0,08—0,1	Внавал	М1000НМ 7×4×2
$L4$	»	75	»	»	»
Резонансный контур					
$L3$	СВ	45×3, отв. от 50	ПЭВ-1 0,1	Внавал	М600НМ 8,5×4
$L4$	»	10	»	»	М600НН 2,8×12

Примечания: 1. Катушку связи $L4$ (см. рис. 18) размещают в средней секции каркаса сверху контурной катушки $L3$.

2. Отвод катушки $L3$ выполняют со стороны вывода, соединенного с минусовым проводом питания.

ный трансформатор или резонансный контур устанавливают на участке платы, занимаемом постоянными конденсаторами $C3$, $C4$ и резистором $R5$.

В случае сборки тракта с резонансным каскадом усиления ВЧ блок КПЕ разворачивают в плоскости платы по часовой стрелке на 90° так, чтобы секция, работающая в резонансном контуре, удалась от магнитной антенны. Одновременно с этим вывод конденсатора приблизится к катушке $L3$ и соединительный проводник будет иметь минимально возможную длину. Катушки контура обязательно экранируют.

В некоторых случаях вследствие близкого размещения высокочастотного трансформатора и магнитной антенны между ними может возникнуть паразитная связь, которая вызовет самовозбуждение усилителя ВЧ. Это легко устранить изменением фазы, что достигается поворотом трансформатора вокруг своей оси. Именно поэтому его целесообразно установить на шайбу из гетинакса или

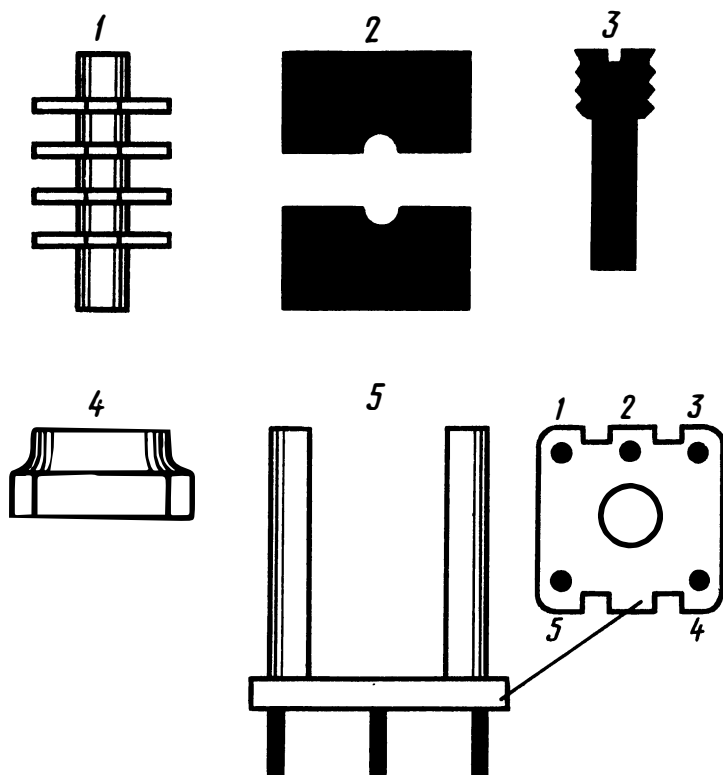


Рис. 21. Детали сердечника и крепления резонансного контура: 1 — каркас; 2 — чашки; 3 — подстроечный сердечник; 4 — колодка; 5 — основание

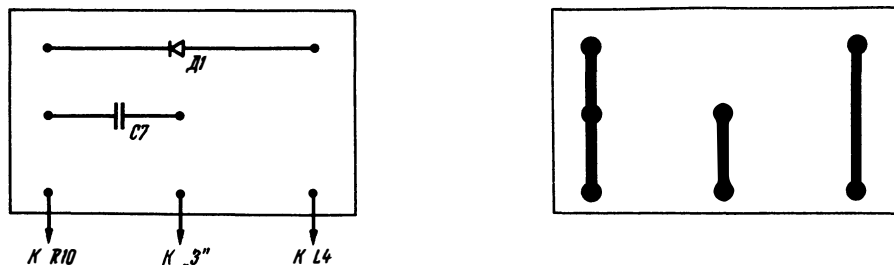


Рис. 22. Плата детектора в вертикальном оформлении

текстолита толщиной 1—2 мм, приклепанную к плате так, чтобы ее можно было вращать на угол 180° .

Если модернизируется уже работающий приемник, то более рациональным является введение дополнительной платы небольших размеров, устанавливаемой на готовую. Ее можно выполнить общей для всех каскадов тракта или для каждого каскада в отдельности. Совершенно не обязательно прибегать к компоновке только в горизонтальной плоскости. Пример выполнения платы детектора тракта ВЧ в вертикальном конструктивном оформлении приведен на рис. 22. Такую плату монтируют на основной с помощью выводов из голого провода диаметром 0,7—0,8 мм.

Налаживание. Сначала проверяют правильность выполнения монтажа и миллиамперметром, включенным в минусовую цепь питания последовательно с резистором $R9$, контролируют ток, потребляемый усилителем ВЧ. Его значение не должно превышать 2—2,5 мА. Самовозбуждение усилителя в варианте каскада с индуктивной нагрузкой устраняется поворотом высокочастотного трансформатора, а в варианте с резонансным каскадом — расстройкой его контура (вывертыванием подстроечного сердечника из катушек). Если указанные меры не дают результатов, коллекторную катушку $L3$ трансформатора или контура шунтируют резистором сопротивлением 1—2 кОм. Устранив самовозбуждение, проверяют и устанавливают режимы транзисторов $T1$, $T2$ по постоянному току (рекомендуемые значения напряжений на их базах и эмиттерах приведены на принципиальных схемах ВЧ трактов см. рис. 17 и 18). После этого сопротивление резистора в первом тракте увеличивают до 5—10 кОм, а во втором резистор отключают совсем и подстроечный сердечник ставят на место.

Затем проверяют работоспособность приемника с эфира и устанавливают границы его рабочего диапазона. При необходимости увеличить чувствительность и избирательность приемника в варианте каскада с индуктивной нагрузкой можно ввести некоторую положительную обратную связь. Для этого при приеме наиболее мощной станции поворотом катушек высокочастотного трансфор-

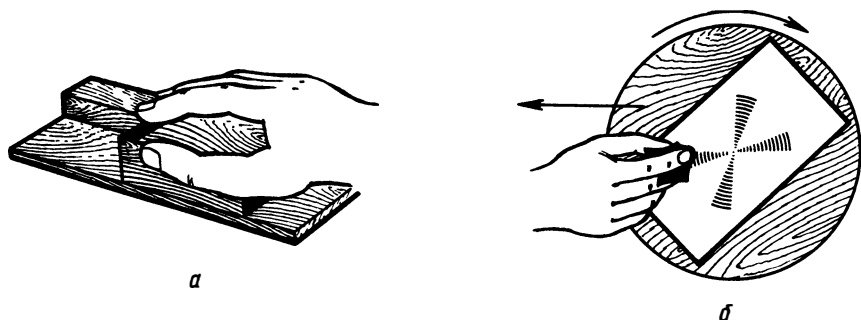


Рис. 23. Обработка поверхности детали, имитирующая «шлифовку» (а) и «солнце» (б)

матора добиваются увеличения усиления, следя за качеством звукового воспроизведения программы и не допуская заметных искажений. Батарея питания должна иметь номинальное значение напряжения, так как тракт одновременно проверяется и на устойчивость в работе.

В варианте с резонансным каскадом подстроечный сердечник катушки $L3$ и ротор конденсатора $C5$ ставят в среднее положение. После этого устанавливают границы рабочего диапазона. Приемник настраивают на радиостанцию, работающую на его наиболее низкочастотном участке. Подстроечным сердечником по максимальной громкости настраивают резонансный контур $L3C5C6$. Аналогично с помощью конденсатора $C5$ производят подстройку на наиболее высокочастотном участке диапазона. Эти операции повторяют несколько раз, добиваясь хорошего сопряжения настроек контуров $L1C1C3$ и $L3C5C6$.

При налаживании тракта ВЧ с помощью сигнал-генератора настройку контура целесообразно проводить в несколько иной последовательности. Сначала настраивают контур $L3C5C6$. Для этого с выхода прибора на базу транзистора $T1$ через разделительный конденсатор емкостью $0,01—0,33$ мкФ подают сигнал частотой 520 кГц, промодулированный звуковой частотой 1000 Гц, глубиной модуляции 30% , и устанавливают наиболее низкочастотную границу рабочего диапазона резонансного усилителя ВЧ. Затем, подавая сигнал частотой 1600 кГц, устанавливают наиболее высокочастотную границу диапазона. Входной сигнал должен быть минимально возможной величины, чтобы не проявлялось действие автоматической регулировки усиления и не затрудняло точную настройку контура в резонанс.

После этого настраивают входной контур $L1C1C3$ магнитной антенны. Высокочастотный сигнал с генератора подают через разделительный конденсатор емкостью $4,7—5,6$ пФ или с помощью рамки стандартного поля.

Момент точной настройки контуров в резонанс на нужную частоту определяют на слух, по максимальной громкости сигнала на

выходе приемника, или с помощью вольтметра переменного тока с пределом измерения 0,5—1 В, подключаемого параллельно звуковой катушке.

Общие замечания. В рассмотренных трактах ВЧ легко обеспечить сильную положительную связь, получая значительный выигрыш в улучшении чувствительности и избирательности приемника прямого усиления. Однако злоупотреблять этим нельзя, так как подобное улучшение сопровождается одновременным сужением полосы пропускания ВЧ тракта.

При положительной обратной связи, близкой к порогу генерации, полоса пропускания становится настолько узкой, что приемник теряет способность сколь-нибудь качественно воспроизводить музыкальные радиoproграммы. Кроме того, этот режим весьма неустойчив и сильно зависит от температуры окружающей среды и напряжения источника питания.

Полоса пропускания ВЧ трактов приемника в основном определяется параметрами резонансного настраиваемого контура. Полоса же пропускания контура зависит от рабочей частоты и при неизменной добротности сильно изменяется в пределах диапазона. С увеличением частоты она расширяется, с уменьшением — сужается.

Из этого недостатка приемника прямого усиления можно извлечь и некоторую пользу. Если в районе приема работает всего несколько станций, далеко отстоящих по частоте друг от друга, целесообразно несколько ухудшить избирательные свойства резонансного входного контура, что приведет к расширению полосы пропускания всего тракта ВЧ. Используя такой ВЧ тракт с хорошим усилителем НЧ, можно более рационально использовать весь спектр частот, передаваемых той или иной радиостанцией, и получить высокое качество звучания приемника.

Ухудшить избирательные свойства можно, увеличив число витков катушки связи входного контура с усилителем ВЧ, шунтируя его входным сопротивлением транзистора первого каскада или настроив оба контура резонансного каскада. Делают это на наиболее высокочастотном участке рабочего диапазона, следя за тем, чтобы близкие по частоте станции не мешали приему.

Естественно, что полностью обеспечить хорошее качество звучания можно только применяя высококачественные головки, размеры которых приемлемы лишь для крупногабаритных переносных или стационарных приемников.

10. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ

Чтобы придать любительской конструкции приемника, собираемой в готовом корпусе, индивидуальность, нередко достаточно только изменить какие-либо надписи на шкале настройки или отдельные конструктивные элементы внешнего оформления.

Если шкала стеклянная, то необходимую доработку производят следующим способом. Острым лезвием ножа с нее удаляют ненужные надписи в тех местах, где это необходимо. Новые надпи-

си наносят масляной краской обычным металлическим пером или палочкой с остро заточенным концом. Для ускорения сушки масляной краски в нее добавляют секатив. После высыхания надписи подправляют и при необходимости мягкой кисточкой или тампоном из ткани наносят дополнительный слой краски другого цвета, создающий общий фон шкалы приемника.

Деталям, выполненным из твердых алюминиевых сплавов, можно придать вид, напоминающий шлифованную сталь, или обработать у них поверхности, отражающие радиальные лучи света.

Первую операцию выполняют наждачной бумагой, закрепленной на деревянном бруске, перемещая ее вдоль обрабатываемой детали в прямом и обратном направлениях так, как показано на рис. 23, а. Вторую — тоже наждачной бумагой, нанося на поверхность детали концентрические риски. Деталь закрепляют на вращающемся деревянном диске (рис. 23, б).

Обработанные такими способами поверхности деталей тщательно промывают горячей водой с порошком для стирки белья и после просушки покрывают тонким слоем какого-либо прочного лака.

При макетировании высокочастотных каскадов новой схемы часто возникает необходимость многократной пайки выводов контурных катушек, выполненных на готовых полистироловых каркасах. Чтобы избежать их порчи от разогрева, на основание каркаса со стороны штырьков наносят слой эпоксидной смолы, оставляя нужный участок штырька для пайки. Доработанные таким способом каркасы допускают многократную пайку без разрушения материала и выпадания штырьков.

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЙ ПРИЕМНИК

1. ХАРАКТЕРИСТИКА И СХЕМА ПРИЕМНИКА

Супергетеродинный приемник (рис. 24) выполнен в виде малогабаритной конструкции с автономным питанием и собран на семи транзисторах и двух диодах. Он предназначен для приема ближних и дальних радиостанций, работающих на длинных волнах в диапазоне 735,5—2000 м (408—150 кГц). Для приема станций служит магнитная антенна, а для их прослушивания — электродинамическая звуковая головка.

Правильно налаженный приемник может обладать параметрами, соответствующими аналогичным параметрам промышленных приемников четвертого класса типа «Сокол-403» и других моделей.

Чувствительность при работе на магнитную антенну и выходной мощности 5 мВт не хуже 1—1,5 мВ/м. Промежуточная частота 465 кГц. Избирательность по соседнему каналу при расстройке на ± 10 кГц не менее 16 дБ. Ослабление сигналов зеркального канала более 20 дБ. Максимальная выходная мощность при коэффициенте нелинейных искажений не более 10% около 100—150 мВт. Полоса эффективно воспроизводимых звуковых частот 450—3000 Гц. При

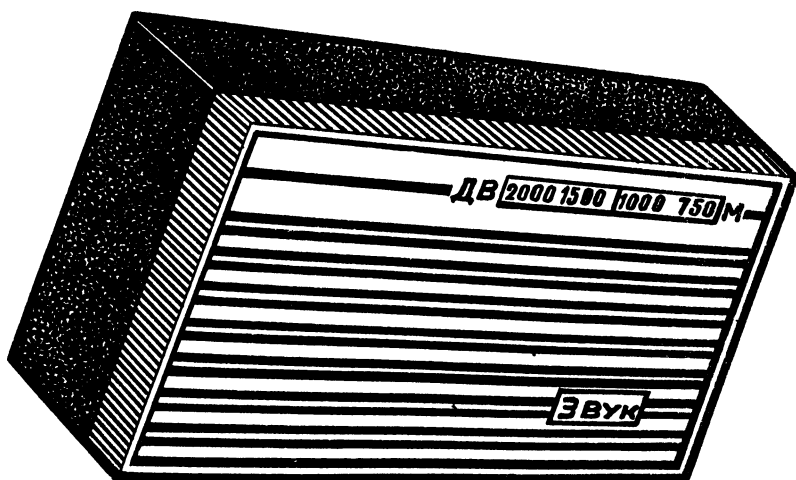


Рис. 24. Внешний вид супергетеродинного приемника

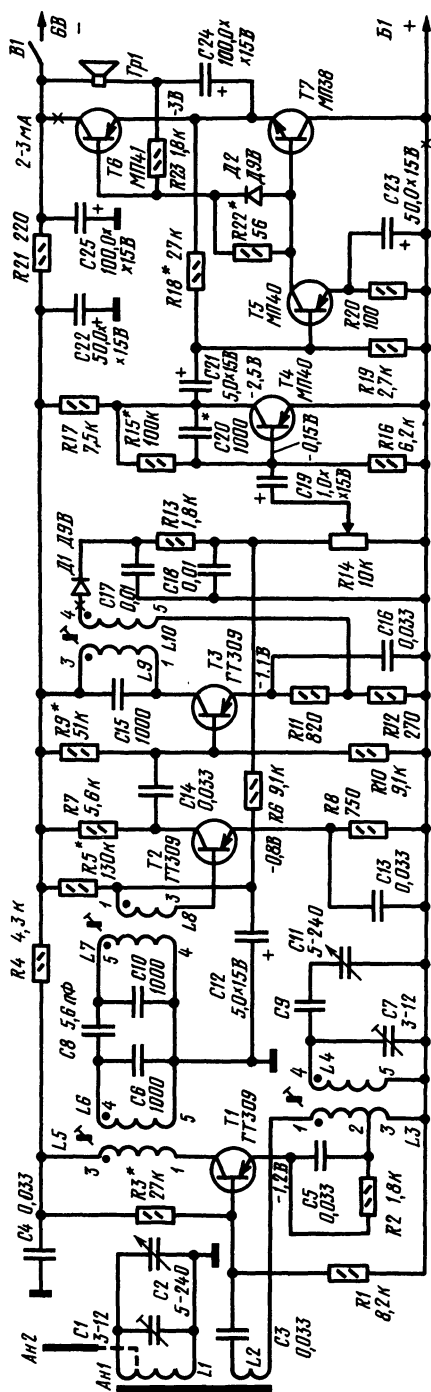


Рис. 25. Принципиальная схема супергетеродинного приемника (емкость сопрягающего конденсатора С9 для ДВ диапазона 120 пФ, для СВ — 240 пФ, для КВ — 2200 пФ)

изменении сигнала на входе приемника на 26 дБ напряжение на его выходе под действием АРУ изменяется не более чем на 8 дБ. Напряжение питания 6 В. Максимальный ток потребления около 30 мА.

В качестве источника тока используется батарея из четырех соединенных последовательно гальванических элементов типа 316. Размер приемника 153×92×39 мм. Масса с батареей питания около 400 г.

Схема приемника (рис. 25) содержит входные цепи, преобразователь частоты, усилитель промежуточной частоты, детектор с системой АРУ и усилитель низкой частоты.

Входные цепи выполнены в виде магнитной антенны АН1. Они состоят из настраиваемого контура $L1C1C2$ и катушки связи $L2$, индуктивно связанной с $L1$, и практически не отличаются от аналогичных цепей приемника прямого усиления.

Главная особенность рассматриваемого приемника — наличие преобразователя частоты принимаемого сигнала в промежуточную. Его функции выполняет транзистор $T1$, являющийся одновременно смесителем и ге-

теродином. Рабочая частота гетеродина определяется параметрами контура $L4C7C9C11$. Его настройка в пределах рабочего диапазона производится конденсатором переменной емкости $C11$. Напряжение обратной связи, необходимое для возбуждения гетеродина, снимается с части витков катушки связи $L3$, индуктивно связанной с контурной катушкой $L4$, и подается на эмиттер транзистора $T1$. Напряжение же, нужное для преобразования частоты входного сигнала, снимается со всей катушки и вместе с сигналом поступает на его базу.

Нагрузкой преобразователя частоты служит двухзвенный фильтр сосредоточенной селекции, обеспечивающий основную избирательность приемника по соседнему каналу и определяющий полосу пропускания усилителя ПЧ. Он состоит из контуров $L6C6$ и $L7C10$, настроенных на промежуточную частоту приемника. В коллекторную цепь транзистора $T1$ эти контуры включаются с помощью катушки связи $L5$, индуктивно связанной с контурной $L6$. Контуры фильтра между собой связаны конденсатором $C8$, а с первым каскадом усиления ПЧ — катушкой связи $L8$, индуктивно связанной с контурной $L7$.

Преобразователь частоты с совмещенным гетеродином в отличие от преобразователя частоты с отдельным гетеродином имеет более простую схему и содержит меньшее количество деталей. Однако для обеспечения устойчивой работы в нем необходимо применять транзисторы с граничной частотой, значительно превышающей рабочую частоту гетеродина. Это обстоятельство сильно ограничивает возможности использования такого преобразователя в приемниках с коротковолновым диапазоном.

Двухкаскадный усилитель ПЧ выполнен на транзисторах $T2$ и $T3$. Первый каскад резистивного типа. Его нагрузкой служит резистор $R7$, включенный в коллекторную цепь транзистора $T2$. Второй каскад — резонансный, с контуром $L9C15$, настроенным на промежуточную частоту приемника. Так как контур через катушку связи $L10$, индуктивно связанную с $L9$, нагружен на сравнительно небольшое входное сопротивление детектора, он обладает низкими избирательными свойствами и широкой полосой пропускания 40—60 кГц. Это делает выходной каскад усилителя ПЧ менее критичным при работе с большими сигналами. Сочетание чередующихся резонансных и резистивного каскадов способствует более устойчивой работе тракта усиления ПЧ и упрощает процесс его налаживания.

Детектор собран на диоде $D1$ по схеме последовательного детектирования. Через фильтр $R13C17C18$ он нагружен на резистор $R14$, являющийся регулятором громкости. Постоянная составляющая протектированного сигнала, выделенная на этом резисторе, используется для автоматической регулировки усиления, управляя режимом работы транзистора $T2$ первого каскада ПЧ.

Усилитель НЧ бестрансформаторный, трехкаскадный, с двухтактным выходом. Первый и второй каскады предварительного усиления выполнены на транзисторах $T4$ и $T5$. Их нагрузками являют-

ся резисторы $R17$ и $R23$ в цепях коллекторов. Между коллектором и базой транзистора $T4$ включен корректирующий конденсатор $C20$, обеспечивающий необходимый завал частотной характеристики усилителя в области высоких звуковых частот. Второй каскад непосредственно связан с выходным.

Выходной каскад выполнен на транзисторах $T6$, $T7$ (с различной структурой), включенных по схеме эмиттерного повторителя. Первый ($T6$) обеспечивает воспроизведение отрицательных, а второй ($T7$) — положительных полуволн усиливаемого напряжения звуковой частоты. По постоянному току транзисторы включены последовательно, а по переменному — параллельно. В результате создается каскад с низким выходным сопротивлением, что позволяет подключить звуковую катушку головки без трансформатора. Делается это с помощью разделительного конденсатора $C24$ большой емкости.

Непосредственное соединение второго каскада предварительно усиления с выходным позволяет охватить их отрицательной обратной связью по постоянному и переменному напряжению (с эмиттеров $T6$, $T7$ через резистор $R18$ на базу $T5$). Благодаря этому обеспечивается достаточно жесткая стабилизация режима работы транзисторов и уменьшаются нелинейные искажения усиливаемого сигнала. Температурная стабилизация транзисторов $T6$, $T7$ осуществляется с помощью диода $D2$, включенного между их базами. Необходимая симметрия плеч выходного каскада, выражающаяся в получении равенства падения напряжения на каждом из транзисторов, достигается подбором резистора $R18$. От величины сопротивления резистора $R22$ зависит ток покоя.

Для устранения паразитной связи между отдельными каскадами усиления ВЧ и НЧ в общую минусовую цепь питания приемника включены развязывающие фильтры $R4C4$ и $R21C22$, а источник питания заблокирован конденсатором $C25$ большой емкости.

2. ДЕТАЛИ ПРИЕМНИКА

Для сборки приемника нужны постоянные резисторы типа ВС-0,125а, переменный — СПЗ-3В с выключателем питания; постоянные керамические конденсаторы типа КТ-1а, К10-7В (КЛС или КМ), пленочные — ПМ-2, электролитические — К50-6, блок — КПЕ-5 с подстроечными конденсаторами; точечные диоды Д9 или Д2 с любым буквенным индексом; высокочастотные транзисторы типа ГТ309 групп А-Е (их можно заменить на П422, П423, П423А или П402, П403, П403А), низкочастотные МП38, МП38А ($n-p-n$); МП40, МП40А, МП41, МП41А ($p-n-p$) или ПЗ7Б, П38А; П40, П40А (П14, П15, П15А).

Для выходного каскада приемника желательно подобрать пару транзисторов $T6$, $T7$ с близкими значениями (не менее 50) коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером и обратного тока коллектора.

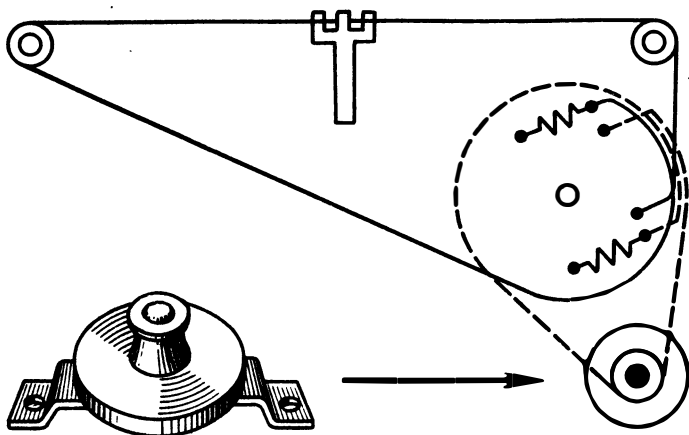


Рис. 26. Кинематическая схема верньерного устройства и конструкция ведущего шкива

Ферритовый стержень прямоугольного сечения размером $115 \times 20 \times 3$ мм из материала 700НМ. Головка типа 0,1ГД-6. Корпус от промышленного приемника «Сокол», «Сокол-403».

Катушки магнитной антенны, гетеродина и усилителя ПЧ, монтажная плата, верньерное устройство и кассета питания — самодельные.

Катушки магнитной антенны, контурную $L1$ и связи $L2$ наматывают на самодельном бумажном каркасе, размещаемом на ферритовом стержне. Все остальные катушки ($L3—L10$) наматывают на готовых трехсекционных полистироловых каркасах (см. рис. 21), размещаемых в ферритовых чашках, снабженных подстроечными сердечниками. Как уже отмечалось, эти детали применяются для изготовления контурных катушек гетеродина ДВ (СВ) диапазона и усилителя ПЧ (465 кГц) промышленных приемников «Сокол-403», «Россия-301» и других моделей. Намоточные данные высокочастотных катушек супергетеродинного приемника приведены в табл. 4.

Конструкция магнитной антенны и ее крепление к плате аналогичны рассмотренным выше. Монтажная плата отличается лишь компоновкой деталей и схемой их соединений. При работе приемника в диапазоне ДВ применение верньерного устройства из-за относительно небольшого числа работающих радиостанций нецелесообразно и можно обойтись таким же приводом, как в приемнике прямого усиления. При работе же в диапазоне СВ, где в большинстве случаев насыщенность эфира станциями значительно больше, верньер необходим.

От обычного привода он отличается лишь дополнительным механическим элементом — ведущим шкивом, объединенным с ручкой настройки приемника (рис. 26). Устройство имеет два тросика. С помощью первого, обозначенного пунктирной линией, вращатель-

**Намоточные данные высокочастотных катушек
супергетеродинного приемника**

Обозначение на схеме	Рабочий диапазон	Число витков	Провод	Тип намотки	Марка и размер сердечника, мм
L1	ДВ	280	ПЭВ-1 0,08—0,1	Рядовая	M700НН 20×3×115
L2	»	20	»	»	»
L3	»	8, отв. от 3	ПЭВ-1 0,1—0,12	Внавал	M600НН 8,6×4
L4	»	47×3	»	»	M600НН 2,8×12
L5	—	20	»	»	»
L6	—	35×2	»	»	»
L7	—	35×2	»	»	»
L8	—	10	»	»	»
L9	—	21×3	ПЭВ-1 0,08—0,1	»	»
L10	—	»	»	»	»
L1	СВ	68	ЛЭШО 10×0,07	Рядовая	
L2	»	6	ПЭВ-1 0,15—0,2	»	M700НН 115,×20×3
L3	»	6, отв. от 2	ПЭВ-1 0,1—0,12	Внавал	M600НН 8,6×4
L4	»	31×3	»	»	M600НН 2,8×12

- Примечания: 1. Катушки наматывают в одну сторону.
 2. Намотку L4, L6, L7, L9, и L10 начинают в нижней секции каркаса
 3. Катушки L2, L3 и L10 размещают сверху L1, L4 и L9, соответственно
 4. Катушки L5 и L8 наматывают в верхней (со стороны подстроечного сердечника), а L3 — в средней секциях каркаса.
 5. Отвод у катушек L3 делают со стороны «заземленного» вывода.
 6. Собранные катушки помещают в экраны.

ное движение передается от ведущего на ведомый шкив, а второго, показанного сплошной линией, передвигается стрелка указателя шкалы настройки.

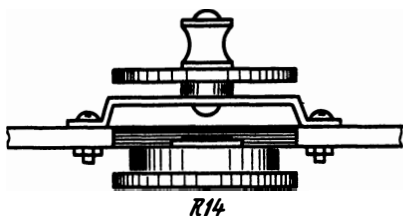
Ведущий шкив устанавливают на металлической скобе с отверстиями для крепления на монтажной плате около переменного резистора R14. Шкив размещают со стороны радиодеталей, а резистор — со стороны их соединений (рис. 27).

Для вывода ручки настройки в боковой стенке корпуса делают щелевой пропил. Отверстие под старую ручку закрывают пластинкой из полистирола.

В качестве источника питания используются четыре гальванических элемента 316. В единую батарею их соединяют с помощью кассеты питания (рис. 28). Изоляционный корпус вырезают из текстолита или капрлона. Его можно изготовить из отдельных полистироловых деталей, склеенных дихлорэтаном.

Для придания корпусу большей механической прочности на пе-

Рис. 27. Установка ведущего шкива на монтажной плате приемника



регородке делают ребра жесткости, которые одновременно являются фиксаторами отдельных элементов. На боковых стенках устанавливают контакты от батареи «Крона-ВЦ», обеспечивающие соблюдение полярности источника тока и его подключение к приемнику. Контактную пластину изготавливают из латуни, а пружины из бронзы. Чтобы элементы не выпадали из кассеты, на нее надевают изоляционный чехол. Нужную форму чехлу придают на деревянной оправке, предварительно разогрев заготовку.

Собранную кассету питания размещают в отсеке корпуса приемника, предназначенном для батареи или аккумулятора.

3. МАКЕТИРОВАНИЕ ПРИЕМНИКА

Перед компоновкой деталей на монтажной плате целесообразно провести полное или частичное макетирование. При этом уточняют влияние одних каскадов на работу других и производят предварительное налаживание. Полное макетирование желательно делать на технологической плате с опорными точками монтажа, соответствующей размерам и конфигурации реальной платы приемника.

Проведение частичного макетирования рассмотрим на примере предварительной сборки и налаживания усилителя НЧ приемника. Регулировку начинают с установки режима работы транзисторов T_6 , T_7 выходного каскада приемника. Для этого между точкой симметрии (соединением эмиттеров приборов) и «заземленным» проводом общей цепи питания включают вольтметр постоянного тока с

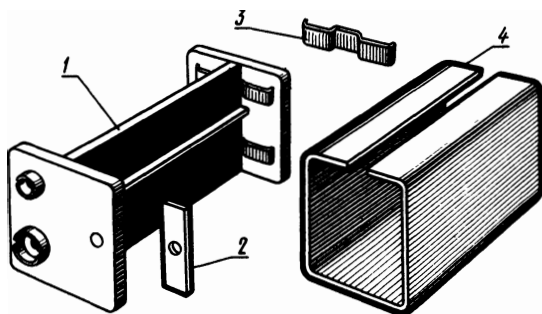


Рис. 28. Кассета питания приемника:

1 — кассета в сборе; 2 — контактная пластина; 3 — контактная пружина; 4 — чехол

пределом измерения 5—10 В. После этого подбором номинала резистора *R18* устанавливают напряжение, равное половине напряжения питания. В этом случае не должно быть сигнала на входе усилителя НЧ. Затем, включив в разрыв цепи питания транзисторов *T6*, *T7* миллиамперметр постоянного тока на 5—10 мА, подбирают резистор *R22* с тем расчетом, чтобы ток в цепи не превышал 2—3 мА. Аналогично с помощью резистора *R15* регулируют и режим транзистора *T1* каскада предварительного усиления НЧ.

После этого проверяют работоспособность усилителя в целом. В разрыв общей минусовой цепи питания включают миллиамперметр с пределом измерения 50—100 мА. Регулятор громкости (*R14*) ставят в положение максимального усиления. На вход усилителя НЧ через разделительный конденсатор 1—10 мкФ подают с выхода какого-либо промышленного приемника сигнал такой величины, чтобы максимальный ток потребления был около 30 мА. Это ориентировочно будет соответствовать выходной мощности 100—150 мВт.

Чтобы работа звуковой головки эталонного приемника не мешала прослушиванию программы, воспроизводимой головкой проверяемого усилителя, ее отключают с помощью автоматического гнезда для телефона.

Если воспроизведение сопровождается заметными на слух искажениями, то в первую очередь следует убедиться в хорошем качестве звучания эталонного приемника и лишь после этого производить дополнительную регулировку усилителя НЧ. В случае искажений при максимальной громкости причиной может быть неидентичность параметров транзисторов *T6*, *T7*, а при минимальной — недостаточная величина тока покоя.

4. КОМПОНОВКА ДЕТАЛЕЙ НА ПЛАТЕ

Компоновку деталей супергетеродинного приемника производят на такой же по размерам и конфигурации монтажной плате, как и для приемника прямого усиления (рис. 29).

Магнитную антенну, блок КПЕ, регулятор громкости, подшкальник, отверстия для элементов крепления платы и для выхода магнитной системы электродинамической головки размещают на тех же участках, что и ранее (см. рис. 11). Высокочастотные и низкочастотные каскады располагают в следующем порядке.

В правом нижнем углу komponуют детали выходного каскада усилителя НЧ: транзисторы *T6*, *T7*, разделительный конденсатор *C24*, включенный последовательно со звуковой катушкой головки, конденсатор *C25*, блокирующий источник питания, и другие. Эти конденсаторы обладают большой индуктивностью, работают в цепях с большими переменными токами и могут служить источниками паразитных связей между выходом и входом приемника. Именно поэтому их удаляют на максимально возможное расстояние от магнитной антенны.

Далее, последовательно, слева направо, располагают детали

второго ($T5$) и первого ($T4$) каскадов предварительного усиления НЧ. На этом же участке платы komponуют элементы развязывающего фильтра $R21C22$.

В левой части платы, возле регулятора громкости ($R14$), размещают детекторный каскад ($D1$), который также достаточно удален от элементов входа приемника, что обеспечивает устойчивую работу высокочастотного тракта.

За детектором снизу вверх следуют: выходной каскад усилителя ПЧ ($T3$), его первый каскад ($T2$) и преобразователь частоты ($T1$). Конденсатор $C15$ контура $L9C15$, находящегося под сравнительно большим напряжением высокой частоты, также максимально удаляют от магнитной антенны и размещают за экраном контура, в нижней части платы приемника. В центральной части komponуют детали фильтра сосредоточенной селекции $L6C6C8L7C10$. Возле КПЕ размещают детали контура $L4C7C9C11$ гетеродина.

5. НАЛАЖИВАНИЕ ПРИЕМНИКА

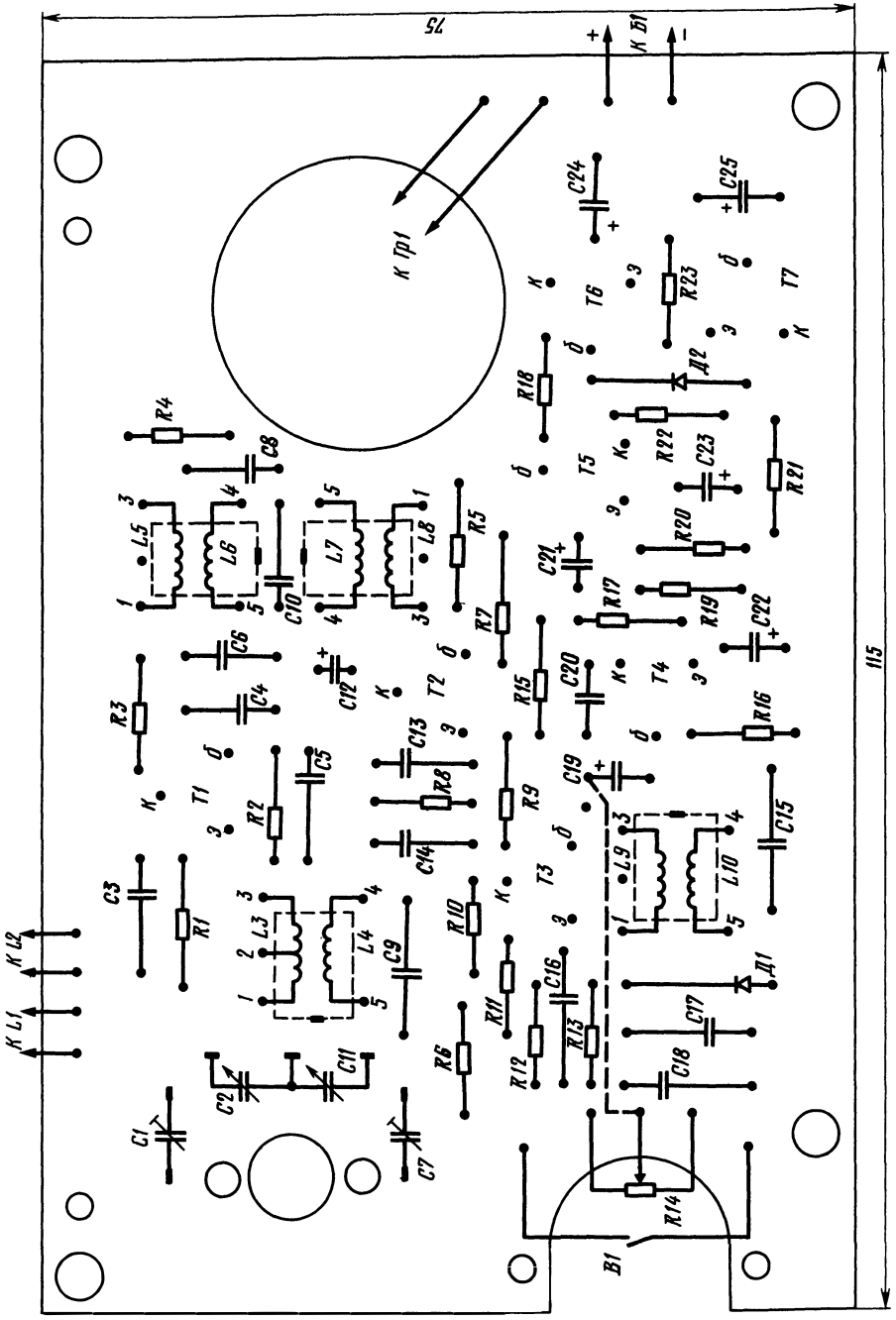
Перед окончательным налаживанием приемника движок переменного резистора $R14$ устанавливают на максимум усиления, а подстроечные сердечники всех контурных катушек — в среднее положение. Включив питание, убеждаются в отсутствии самовозбуждения, которое может проявиться в виде звука высокого тона.

Первой, наиболее вероятной причиной самовозбуждения может быть совпадение частоты настройки входного контура $L1C1C2$ с частотой, близкой к промежуточной. Это выявляется на наиболее высокочастотном участке ДВ диапазона или наиболее низкочастотном — СВ диапазона. Если сдвинуть настройку приемника в область более низких частот на длинных волнах или более высоких на средних волнах, то самовозбуждение пропадает. В первом случае катушки $L1L2$ магнитной антенны сдвигаются к середине ферритового стержня, а во втором — к его краю.

Второй причиной самовозбуждения может быть большое высокочастотное напряжение гетеродина, превышающее 50—70 мВ. Его измеряют с помощью любого милливольтметра ВЧ, в том числе и самодельного, описание которого приведено ниже. Прибор включают между отводом катушки связи $L3$ и «заземленным» проводом общей цепи питания. Самовозбуждение устраняют уменьшением числа витков катушки между «заземленным» концом и отводом для обратной связи гетеродина. Эту регулировку выполняют на наиболее низкочастотном участке ДВ или СВ диапазона.

Затем проверяют и устанавливают режимы транзисторов $T1$ преобразователя частоты и $T2$, $T3$ усилителя ПЧ. Делают это подбором номиналов резисторов $R3$, $R5$ и $R9$, ориентируясь на значения напряжений, указанные на принципиальной схеме приемника (см. рис. 25).

Так как усилитель НЧ макетировался без высокочастотной части приемника и регулировка режимов транзисторов проводилась



115

75

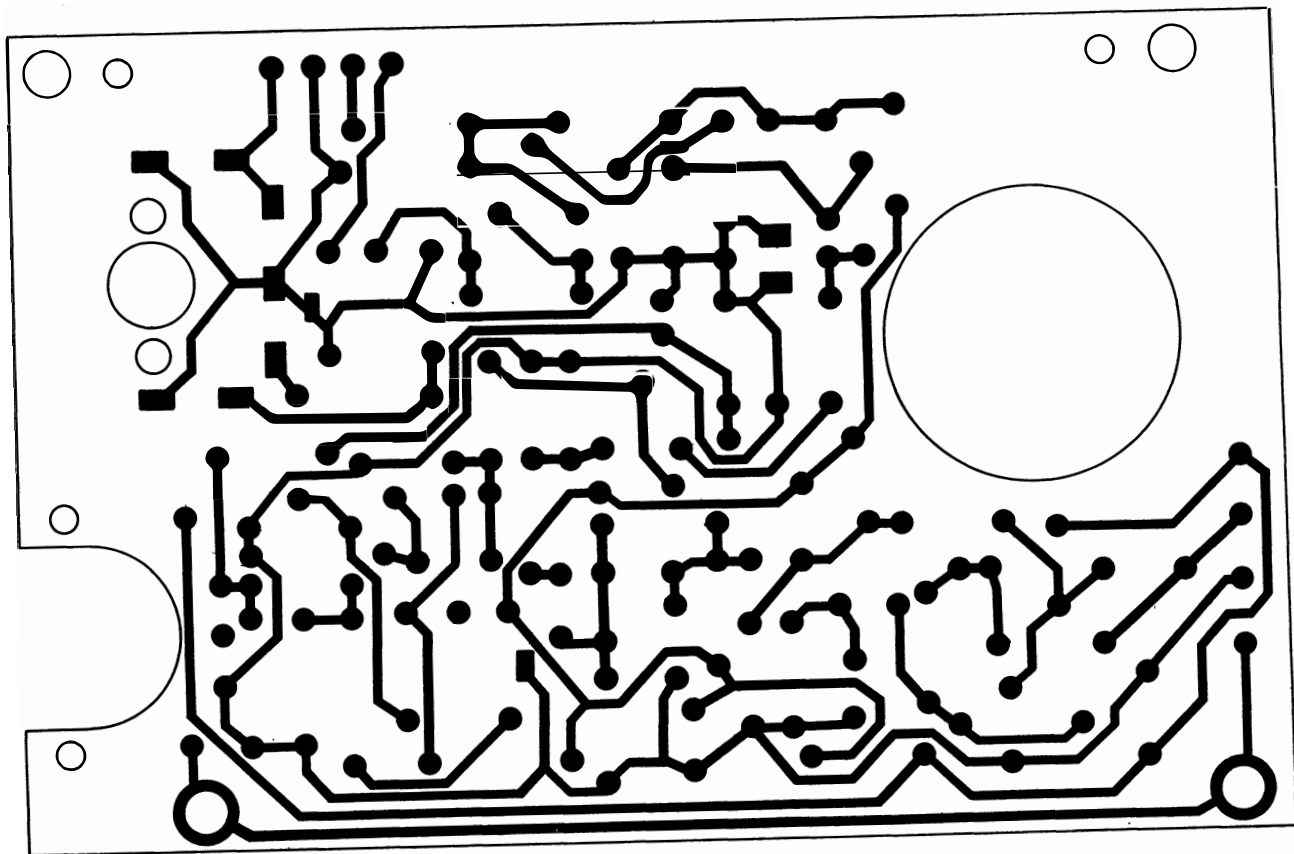


Рис. 29. Компоновка деталей и схема их соединений на монтажной плате супергетеродинного приемника

при несколько большем напряжении питания, то целесообразно вновь проверить и при необходимости подогнать напряжение в точке симметрии транзисторов T_6, T_7 выходного каскада.

Далее с помощью промышленного транзисторного приемника, имеющего промежуточную частоту 465 кГц, проверяют работоспособность детектора и настраивают контуры усилителя ПЧ, используя его в качестве источника высокочастотного модулированного сигнала.

Для этого «заземленный» провод эталонного приемника соединяют с аналогичным проводом налаживаемого. К точке соединения катушки связи фильтра ПЧ первого приемника с диодом детектора (на рис. 25 отмечена крестиком) припаивают гибкий тонкий проводник длиной 120—150 мм с конденсатором емкостью 0,01—0,033 мкФ на конце. После этого приемник точно настраивают на хорошо слышимую местную станцию и до минимума уменьшают громкость воспроизведения.

Регулятор громкости налаживаемого приемника устанавливают в положение максимального усиления. К точке соединения катушки связи L_{10} с диодом D_1 подключают свободный вывод разделительного конденсатора и, прослушивая работу станции, убеждаются в работоспособности детектора.

Подключив конденсатор к базе транзистора T_3 , подстроечным сердечником настраивают контур L_9C_{15} на промежуточную частоту 465 кГц. Момент точной настройки контролируют на слух или по максимальным показаниям миллиамперметра постоянного тока. Во время настройки необходимо следить за тем, чтобы величина высокочастотного сигнала, подаваемого с эталонного приемника, не вызывала перегрузки усилительных каскадов, что проявляется в искажении звуковой программы станции. В противном случае величину входного сигнала с помощью разделительного конденсатора меньшего номинала снижают до восстановления качественного звучания.

Аналогично проверяют работоспособность первого каскада усилителя ПЧ, подавая входной сигнал на базу транзистора T_2 . Налаживание тракта ПЧ завершают настройкой контуров L_6C_6 и L_7C_{10} фильтра сосредоточенной селекции, включенного на выходе преобразователя частоты (T_1). Так как в работе участвует каскад (T_2), на который воздействует автоматическая регулировка усиления, входной сигнал, подаваемый на базу транзистора T_1 , снижают до минимально возможной величины. Иначе действие АРУ будет маскировать момент точной настройки контуров фильтра в резонанс на промежуточную частоту 465 кГц. После настройки контуров усилителя положение подстроечных сердечников в каркасах катушек фиксируют церезином или парафином и приступают к налаживанию преобразователя частоты.

Сначала производят укладку границ рабочего диапазона. С помощью эталонного приемника контролируют правильность настройки контура $L_4C_7C_9C_{11}$. Настроив контур на станцию, работающую в наиболее низкочастотной части диапазона, и определив

ее место на шкале, переходят к настройке высокочастотной части диапазона. Если станция смещена по шкале настройки в ту или иную сторону, подстроечным сердечником катушки $L4$ гетеродинного контура ее перемещают в нужное место. Затем с помощью подстроечного конденсатора $C7$ то же самое выполняют на наиболее высокочастотном участке рабочего диапазона. Для точной настройки эти операции повторяют два-три раза, так как изменение настройки на одном участке диапазона вызывает некоторую расстройку на другом.

Установив границы рабочего диапазона, с помощью милливольтметра ВЧ проверяют работу гетеродина. Подключив прибор к отводу катушки связи $L3$ и «заземленному» проводу питания, плавно изменяют настройку приемника и контролируют высокочастотное напряжение. В оптимальном случае оно не должно превышать указанного выше значения и изменяться по диапазону более чем в два раза. Добиться необходимого напряжения можно тщательным выбором режима транзистора $T1$ по постоянному току ($I_k = 0,5—0,8$ мА) и параметров цепи обратной связи гетеродина. В первом случае регулируют напряжение смещения, а во втором — подбирают отвод от катушки $L3$ и емкость конденсатора $C5$, помня, что уменьшение емкости вызывает снижение усиления каскада на промежуточной частоте.

Последними операциями по налаживанию приемника являются регулировка напряжения гетеродина и сопряжение настроек входного и гетеродинного контуров.

Высокочастотное напряжение регулируют подбором числа витков верхней по схеме (см. рис. 25) части катушки связи $L3$ (между отводом для подключения цепи эмиттера транзистора $T1$ и выводом, соединенным с катушкой связи $L2$ входного контура). Напряжение контролируют тем же милливольтметром ВЧ, включая его между верхним выводом катушки и «заземленным» проводом общей цепи питания приемника. Величина этого напряжения должна быть 70—150 мВ.

Настройки входного и гетеродинного контуров сопрягают, пользуясь сигналами станций, работающих на наиболее низкочастотном и высокочастотном участках диапазона приемника. В первом случае входной контур $L1C1C2$ настраивают, изменяя индуктивность катушки $L1$ (передвигая ее по ферритовому стержню магнитной антенны), а во втором — регулируя емкость подстроечного конденсатора $C1$. Для получения более точного сопряжения указанные операции повторяют 2—3 раза.

При наличии сигнал-генератора ВЧ настройку контуров усилителя ПЧ, гетеродина и магнитной антенны выполняют в той же последовательности, что и в случае использования эталонного приемника. Рабочим является высокочастотный сигнал, промодулированный звуковой частотой 1000 Гц при глубине модуляции 30%. Настраивая контуры ПЧ, его подают через разделительный конденсатор емкостью 0,033 мкФ, а настраивая гетеродин и магнитную антенну — емкостью 5,6 пФ или с помощью рамки стандартного

поля. Точность настройки контролируют вольтметром переменного тока с пределом измерения 2—3 В, подключая его к звуковой катушке головки через конденсатор емкостью 10—30 мкФ. Напряжение на выходе приемника должно быть не менее 1 В, что соответствует мощности 100 мВт.

Работоспособность детектора проверяют, подавая на анод диода *Д1* сигнал частотой 465 кГц напряжением 80—100 мВ. После этого напряжение сигнала снижают до 400—500 мкВ и, подавая его на базу транзистора *Т3*, настраивают контур выходного каскада усилителя ПЧ. Затем напряжение еще снижают до 30—50 мкВ и, подавая его на базу транзистора *Т2*, проверяют работоспособность первого каскада усилителя ПЧ. Контур фильтра сосредоточенной селекции настраивают при сигнале 2—3 мкВ, подавая его на базу транзистора *Т1* преобразователя частоты.

Изменив частоту генератора на 148 кГц, сигнал величиной 30—40 мкВ подают на входной контур магнитной антенны и настройкой контура гетеродина устанавливают наиболее низкочастотную границу ДВ диапазона. Изменив частоту генератора на 415 кГц, устанавливают наиболее высокочастотную границу. После этого сопрягают настройки входного и гетеродинного контуров на частотах 165 и 380 кГц. При этом величину сигнала и место его подачи не изменяют. Для получения более точного сопряжения операции по настройке входного контура повторяют 2—3 раза. Сопряженные настроек в середине диапазона на частоте 250 кГц получается автоматически.

На СВ диапазоне контуры настраивают на частотах 570 и 1550 кГц. Если используют рамку стандартного поля, то при ее удалении от магнитной антенны на расстояние 1 м сигнал увеличивают до 0,4—0,5 мВ на ДВ диапазоне и до 0,2—0,3 мВ на диапазоне СВ. Эти значения, пересчитанные в напряженность поля (0,4—0,5 мВ/м и 0,2—0,3 мВ/м) выражают максимальную чувствительность приемника, когда соотношение сигнал/шум равно 6 дБ, а выходная мощность максимальна. При реальной чувствительности приемника соотношение сигнал/шум равно 20 дБ, а выходная мощность составляет 5 мВт.

6. СОВЕТЫ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРИЕМНИКА

В рассмотренный супергетеродинный приемник можно внести некоторые усовершенствования.

Первое усовершенствование — это замена рабочего ДВ—СВ диапазона на коротковолновый, позволяющий принимать ближние и дальние радиостанции, работающие на частотах 12,1—5,95 МГц (25—49 м). Введение КВ диапазона потребует лишь незначительной конструктивной доработки держателей магнитной антенны и применения входных и гетеродинных катушек с другими намоточными данными. Принципиальная схема приемника остается без изменения.

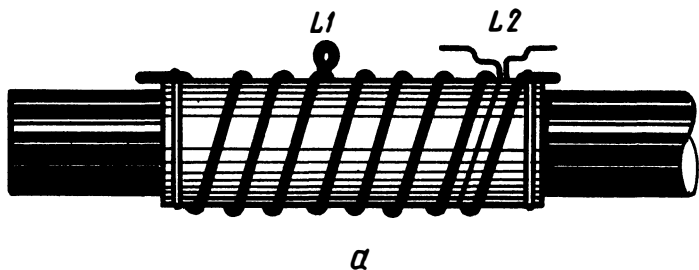
Плоский ферритовый стержень магнитной антенны из материала 400НН заменяют круглым из материала 150ВЧ, предназначенным для работы на частотах 4—12 МГц. Для приемника нужен стержень длиной 115 мм. Более длинный укорачивают до нужных размеров. Мелкозернистым наждачным бруском или надфилем с мелкой насечкой в нужном месте стержня делают неглубокий кольцевой пропил, после чего лишнюю часть отламывают. Острые кромки торца скругляют тем же бруском или наждачной бумагой.

Держатели магнитной антенны переделывают с учетом формы сечения стержня и возможности свободной установки собранной монтажной платы, с закрепленной антенной, в корпусе приемника.

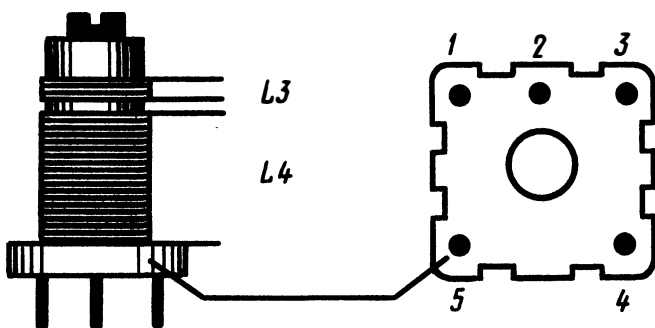
В качестве каркаса для намотки входных катушек — контурной $L1$ и связи $L2$ — используют кусок какой-либо пластмассовой тонкостенной изоляционной трубки или склеивают бумажный каркас длиной 30—35 мм. Для катушек гетеродина — контурной $L4$ и связи $L3$ — можно применить готовый полистироловый каркас диаметром 7 и длиной 18 мм от коротковолновых входных и гетеродинных катушек промышленных транзисторных приемников «Россия-302», «Сокол-4» или катушек фильтров ПЧ канала звукового сопровождения телевизоров «Рубин-106», «Темп-9» и других. Первые каркасы снабжены ферритовыми подстроечными сердечниками из материала 100ВЧ, а вторые — из карбонильного железа МР20. Вторые каркасы имеют слишком большое основание с выводами, поэтому используют лишь отрезок цилиндрической части длиной 15—18 мм, приклеивая его с помощью дихлорэтана к основанию нужных размеров. Крайние витки контурной катушки $L1$ закрепляют на каркасе нитками. Намотку гетеродинных катушек $L3$, $L4$ начинают у основания каркаса. Витки приклеивают клеем БФ-4. Верхние выводы соединяют с общим «заземленным» проводом питания. Намоточные данные катушек приведены в табл. 5, а их конструкция показана на рис. 30.

Как уже говорилось, в преобразователе частоты с совмещенным гетеродином необходимо применять транзисторы с граничной частотой, значительно превышающей наиболее высокую частоту рабочего диапазона приемника. Учитывая это, целесообразно использовать транзисторы типа ГТ309, ГТ310, ГТ313 и ГТ322 групп А и Б с граничной частотой, превышающей 100 МГц. При монтаже транзисторов двух последних типов вывод корпуса, являющегося экраном, соединяют с «заземленным» проводом питания.

Коротковолновые катушки устанавливают на монтажную плату вместо длинноволновых или средневолновых и приступают к налаживанию приемника в той же последовательности, как и приемника с диапазоном ДВ или СВ. Устойчивой работы гетеродина и стабильности генерируемого высокочастотного напряжения в пределах рабочего диапазона добиваются тщательным выбором параметров цепи обратной связи и режима транзистора. Изменение параметров цепи, в основном, достигается подбором числа витков катушки связи $L3$, поэтому ее целесообразно намотать на бумажном кольце.



a



б

Рис. 30. Коротковолновые катушки супергетеродинного приемника:
a — магнитной антенны; *б* — гетеродина

При сопряжении настроек входного и гетеродинного контуров может возникнуть необходимость изменения индуктивности катушки *L1*. Сделать это можно не только ее передвижением по ферритовому стержню магнитной антенны, но и уменьшением или увеличением расстояния между ее витками. После сопряжения витки катушки необходимо снова приклеить к каркасу.

Для увеличения радиуса действия приемника к его входному контуру через конденсатор емкостью 5,6—8,2 пФ можно подключать внешнюю антенну в виде отрезка провода длиной 2—3 м. Если конструкция собрана в корпусе несколько больших размеров, например от приемника «Селга-402», то следует использовать телескопическую антенну, подключая ее к отводу катушки *L1*.

Второе усовершенствование приемника — улучшение избирательности по соседнему каналу. Для этого в его усилитель ПЧ вводят бесконтурный избирательный фильтр, рассчитанный на промежуточную частоту 465 кГц, обеспечивающий не только высокую избирательность, но и нужную полосу пропускания.

Промышленность выпускает несколько типов таких фильтров: малогабаритные пьезокерамические ПФ1П-1М, ПФ1П-2; миниатюр-

Намоточные данные катушек КВ диапазона супергетеродинного приемника

Обозначение на схеме	Рабочий диапазон	Число витков	Провод	Тип намотки	Марка и размер сердечника, мм
L_1	КВ	8, отв. от 5	ПЭВ-1 0,59—0,7	С шагом 1 мм	М150 ВЧ 8×115
L_2	»	1	ПЭЛШО 0,15—0,23	—	—
L_3	»	3, отв. от 1,5	ПЭВ-1 0,1—0,12	Рядовая	М100 ВЧ 2,8—12
L_4	»	14,5	ПЭЛШО 0,23—0,29	»	—

Примечания: 1. Катушку связи L_2 размещают между витками контурной L_1 со стороны вывода, соединенного с «заземленным» проводом питания.

2. Отводы катушек L_2 и L_3 выполняют со стороны вывода, соединенного с тем же проводом.

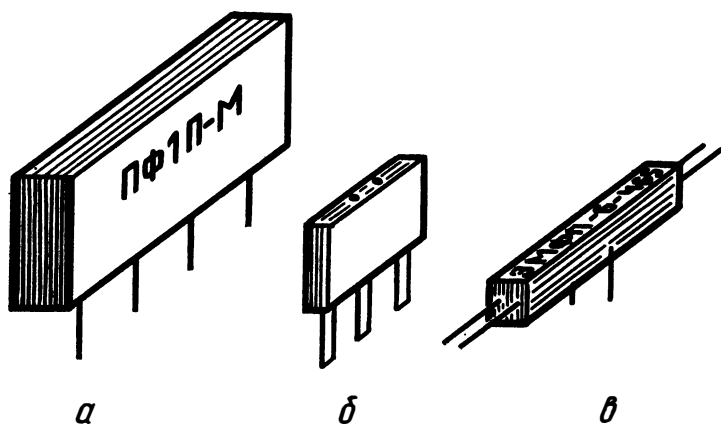


Рис. 31. Избирательные фильтры:

a — пьезокерамический ФФП; *b* — пьезокерамический ФПП; *v* — электро-механический ЭМФП

ные ФПП-022 (023—027) и электромеханические ЭМФП-6-465-6 (9, 13), обладающие высокими электрическими параметрами. Фильтры первого типа применяют в переносных, а второго — в малогабаритных приемниках. Основные данные наиболее распространенных фильтров приведены в табл. 6, а их конструктивное исполнение показано на рис. 31.

Два первых фильтра размещаются в пластмассовых герметичных корпусах, а последний — в металлическом, являющимся экраном. Их выводы рассчитаны под печатный монтаж и служат не только для электрического соединения, но и для крепления на монтажной плате приемника.

Параметры распространенных избирательных фильтров

Параметр	Т и п					
	ПФ1П-1М	ПФ1П-2	ФП1П-022	ФП1П-023	ЭМФП-6-465-13	ЭМФП-6-465-9
Средняя частота полосы пропускания, кГц	465 ± 2	465 ± 2	465 ± 2	465 ± 2	$465 \pm 1,5$	$465 \pm 1,5$
Ширина полосы пропускания на уровне 6 дБ (для ПФ1П и ФП1П) и 3 дБ (для ЭМФП), кГц	7—9,5	8,5—12,5	10,5—14,5	8—11,5	12,2—13,8	8,4—9,6
Вносимое затухание в полосе пропускания не более, дБ	8	8	9,5	9,5	7	7
Избирательность при расстройке на ± 10 кГц (для ПФ1П) и ± 9 кГц (для ФП1П и ЭМФП), дБ	46	40	26	40	26	40
Неравномерность затухания в полосе пропускания, дБ	2	2	2	2	2	2
Размеры, мм	$37 \times 24 \times 11$	$37 \times 24 \times 11$	$16 \times 16 \times 5$	$16 \times 16 \times 5$	$37 \times 5 \times 5$	$37 \times 5 \times 5$

Примечания: 1. Маркировка ПФ1П-1М, ПФ1П-2, ЭМФП-6-465-13 и ЭМФП-6-465-9 нанесена на корпусе.
2. Фильтры ФП1П-022 и ФП1П-023 маркированы краской: красная и синяя точки — первый тип, две красные точки — второй.

Электромеханические фильтры, в отличие от пьезокерамических, имеют входную и выходную катушки, что обеспечивает электрическую цепь для постоянного тока при их включении в каскады преобразователя частоты и первого усилителя ПЧ. Допустимый ток через эти катушки 5 мА. Входное сопротивление около 2,5 кОм, а выходное — 0,4 кОм. Аналогичные параметры пьезокерамических фильтров составляют около 1,5 и 0,6 кОм. И те и другие фильтры достаточно хорошо согласуются с выходным сопротивлением транзистора преобразователя частоты и входным — усилителя ПЧ.

На схеме рис. 32, а показано включение пьезокерамического фильтра, а на рис. 32, б — электромеханического. И в том и в другом случае их вход подключают к выходу транзистора Т1 преобразователя частоты посредством согласующего контура $L_K C_K$ и катушки связи L_C , что позволяет получить выигрыш в усилении каскада почти в полтора раза. Конструкция катушек аналогична примененным в усилителе ПЧ супергетеродинного приемника. Контурная L_K содержит 70 витков, намотанных в двух секциях каркаса, а связи L_C — 35 витков, размещенных в его верхней секции. В обоих случаях используется провод ПЭВ-1 0,1—0,12. Собранные катушки помещают в экран.

При включении пьезокерамического фильтра в цепь автоматической регулировки усиления последовательно с резистором R6 вводят дополнительный резистор R1 сопротивлением 1,2 кОм, устранивающий замыкание токов промежуточной частоты через конденсатор C12 на «заземленный» провод приемника.

При включении электромеханического фильтра к его входу и выходу подключают постоянные конденсаторы $C_{ВХ}$ и $C_{ВЫХ}$, обеспечивающие настройку резонаторов на частоту 465 кГц. Емкость конденсаторов $C_{ВХ}$ для фильтров с полосой пропускания 9 и 13 кГц должна составлять $330 \text{ пФ} \pm 5\%$, а $C_{ВЫХ}$ — 2200 и 3300 пФ $\pm 10\%$ для первого и второго фильтра соответственно.

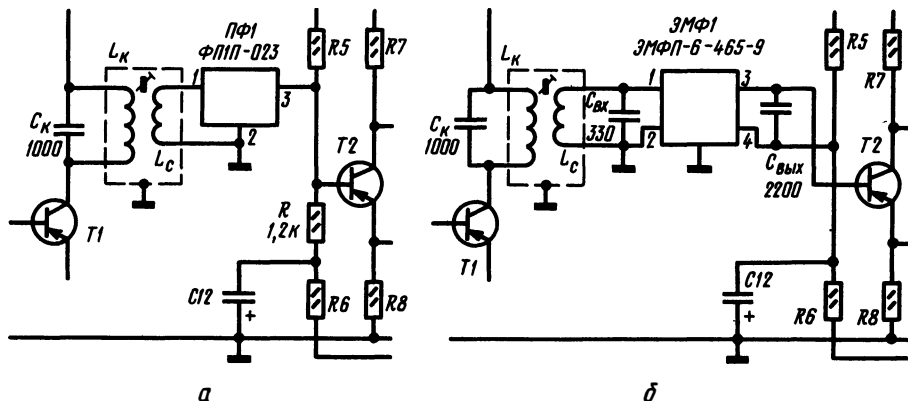


Рис. 32. Схемы включения избирательных фильтров в приемник:
а — пьезокерамического; б — электромеханического

Налаживание усилителя ПЧ с такими фильтрами производят в обычном порядке, по максимальной громкости принимаемой станции. О процессе настройки контуров ПЧ с помощью приборов будет сказано при рассмотрении автомобильного приемника.

Если выигрыш в усилении не имеет значения, например при конструировании приемника, рассчитанного только на прием местных станций, то из схем согласующий контур можно исключить, а фильтр включить непосредственно в коллекторную цепь транзистора $T1$ преобразователя частоты.

В случае использования пьезокерамического фильтра в эту цепь включают постоянный резистор сопротивлением 1,8—2,2 кОм и к точке его соединения с коллектором транзистора подключают вывод 1 фильтра, оставляя вывод 2 соединенным с «заземленным» проводом. В случае использования электромеханического фильтра вывод 1 входной катушки соединяют с коллектором транзистора, а на вывод 2 подают необходимое напряжение питания.

7. ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ УЗЛЫ И ТРАКТЫ ПРИЕМНИКА

Описываемые ниже высокочастотные узлы и тракты позволяют существенно улучшить электрические параметры супергетеродинного приемника. Однако повторить их можно только в конструкции с большей площадью монтажной платы, изменив компоновку.

Преобразователь частоты с отдельным гетеродином (рис. 33) отличается от преобразователя частоты с совмещенным гетеродином более сложной схемой и количеством требующихся для сборки деталей. Но зато он более стабилен в работе, значительно проще в налаживании и достаточно хорошо работает на частотах всего радиовещательного диапазона.

Транзистор $T1$ выполняет функцию смесителя, а $T2$ — гетеродина. Благодаря этому удается выбрать более оптимальный режим работы, что трудно выполнить в преобразователе частоты на одном транзисторе.

Смеситель содержит входной контур $L1C2C3$, к которому через разделительный конденсатор $C1$ и гнездо $Гн1$ подключается антенна. Выделенный контуром сигнал принимаемой станции через катушку связи $L2$, индуктивно связанную с контурной $L1$, и разделительный конденсатор $C4$ подается на базу транзистора $T1$.

Нагрузкой каскада смесителя служит контур $L3C5$, настроенный на промежуточную частоту (465 кГц) приемника. Посредством катушки связи $L4$, индуктивно связанной с контурной $L3$, к выходу смесителя может быть подключен избирательный фильтр и вход усилителя ПЧ. Нужный режим транзистора по постоянному току устанавливается подбором резистора $R1$.

Гетеродин выполнен по распространенной схеме с индуктивной обратной связью, осуществляемой с коллектора на эмиттер транзистора $T2$ посредством катушки $L5$ и разделительного конденсатора $C11$. Катушка является составной частью рабочего контура

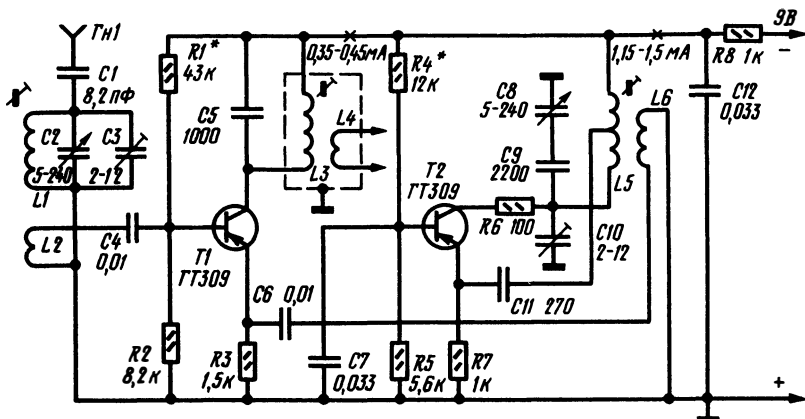


Рис. 33. Принципиальная схема преобразователя частоты с отдельным гетеродином

$L5C8C9C10$ гетеродина, включенного в коллекторную цепь транзистора через резистор $R6$, уменьшающий влияние выходной емкости каскада на его параметры. Это необходимо из-за значительного разброса емкости различных экземпляров транзисторов одного типа. Высокочастотное напряжение гетеродина, нужное для преобразования частоты принимаемого сигнала, через катушку связи $L6$, индуктивно связанную с контурной $L5$, и разделительный конденсатор $C6$ подается на эмиттер транзистора $T1$ смесителя. Нужный режим транзистора $T2$ устанавливается резистором $R4$.

Для исключения попадания высокочастотного напряжения гетеродина через цепи питания в другие каскады приемника, что может вызвать самовозбуждение, в минусовый провод включен развязывающий фильтр $R8C12$.

В преобразователе частоты кроме транзистора типа ГТ309, указанного на схеме, можно использовать другие высокочастотные аналоги. Но надо учитывать, что транзистор с большим коэффициентом передачи тока целесообразно ставить на место смесителя, а с меньшим — в гетеродин.

Постоянные конденсаторы КТ-1а, К10-7В, ПМ-2. Блок КПЕ-5.

Входные и гетеродинные контурные катушки для работы на коротких волнах 25—49 м выполняют на каркасах, конструкция которых приведена на рис. 30, б. Их намоточные данные указаны в табл. 7. Для работы приемника в диапазонах длинных и средних волн данные катушек следует брать из табл. 5, учитывая, что одинаковые позиционные обозначения на схемах рис. 25 и рис. 33 совпадают лишь для входных катушек $L1$ и $L2$. Их можно выполнить на ферритовом стержне диаметром 8 и длиной 160 мм из материала 400НН или 700НМ.

При размещении деталей преобразователя частоты на монтажной плате приемника во избежание влияния входного и гетеродин-

Намоточные данные контурных катушек преобразователя частоты с отдельным гетеродином

Обозначение на схеме	Рабочий диапазон	Число витков	Провод	Тип намотки	Марка и размер сердечника, мм
<i>L1</i>	КВ	15	ПЭЛШО 0,23—0,29	Рядовая	100ВЧ 2,8×12
<i>L2</i>	»	2	ПЭВ-1 0,1—0,12	»	—
<i>L3</i>	ПЧ	24×3	»	Внавал	600НН 8,6×4
<i>L4</i>	»	7	»	»	600НН 2,8×12
<i>L5</i>	КВ	14,5, отв. от 2,5	ПЭЛШО 0,23—0,29	Рядовая	100ВЧ 2,8×12
<i>L6</i>	»	3	ПЭВ-1 0,1—0,12	»	—

Примечание. Данные катушки связи *L4* рассчитаны для подключения к каскаду усиления ПЧ.

ного контуров друг на друга расстояние между катушками *L1L2* и *L5L6* должно быть не менее 30 мм. Детали контура гетеродина диапазонов ДВ и СВ необходимо удалять от входа усилителя ПЧ, так как это может вызвать самовозбуждение приемника.

Налаживание преобразователя частоты сводится к установке режимов работы транзисторов *T1* и *T2* по постоянному току. Токи должны иметь значения, указанные на принципиальной схеме. Регулировку выполняют резисторами *R1* и *R4*. Для контроля используют вольтметр постоянного тока, измеряя падение напряжения на резисторах *R3* и *R7*, в цепях эмиттеров транзисторов, предварительно сделав необходимый пересчет по закону Ома.

Затем проверяют работоспособность гетеродина. Для этого подстроечный сердечник контурной катушки *L5* и ротор конденсатора *C10* ставят в среднее положение. К эмиттеру транзистора *T2* и «заземленному» проводу питания подключают милливольтметр ВЧ. Плавно изменяя частоту настройки контура гетеродина в пределах рабочего диапазона, на катушке *L6* контролируют высокочастотное напряжение. Его величина должна составлять около 150—300 мВ. При этом не должно наблюдаться срывов генерации или резкого (более чем в два раза от максимального значения) уменьшения напряжения.

Наличие генерации гетеродина можно проверить и с помощью вольтметра постоянного тока. Измеряя напряжение на резисторе *R7*, замыкают контурную катушку накоротко. Если гетеродин генерирует, то в момент замыкания это напряжение будет уменьшаться на 10%.

Если наблюдается срыв генерации на более низкочастотном конце диапазона, то отвод на эмиттер *T2* следует сделать от большего (на 0,5—1) числа витков контурной катушки *L5*. При срыве

на верхнем — более высокочастотном — конце диапазона — увеличить емкость конденсатора $C11$. В случаях резкого уменьшения генерируемого напряжения причиной неполадки является взаимное влияние настроек входного контура $L1C2C3$ и контура $L5C8C9C10$ гетеродина. Проверить это можно замыканием катушки $L1$.

Добившись устойчивой работы гетеродина в пределах всего рабочего диапазона приемника, подбором числа витков катушки связи $L6$ устанавливают высокочастотное напряжение на эмиттере транзистора $T1$ величиной не более 150 мВ. После этого обычными способами выполняют укладку границ рабочего диапазона и сопряжение настроек входного и гетеродинного контуров приемника. При наличии высокочастотного сигнал-генератора и рабочем диапазоне приемника 12,1—5,95 МГц это производят на частотах 11,6 и 6,3 МГц.

Преобразователь частоты с совмещенным гетеродином собран на двух транзисторах, включенных по каскодной схеме (рис. 34). Первый из них ($T1$) выполняет функции смесителя и гетеродина, а второй ($T2$) является усилителем промежуточной частоты приемника.

В смесителе транзистор $T1$ включен по схеме с общим эмиттером. К входу смесителя подключен резонансный контур $L1C1C2$ магнитной антенны приемника. Посредством катушки связи $L2$, индуктивно связанной с контурной $L1$, сигнал принимаемой радиостанции подается на базу транзистора.

В гетеродине транзистор $T1$ включен по схеме с общим коллектором. Рабочая частота определяется параметрами контура $L4C8C9C11$. Необходимая для генерации гетеродина обратная связь осуществляется с базы на эмиттер транзистора посредством

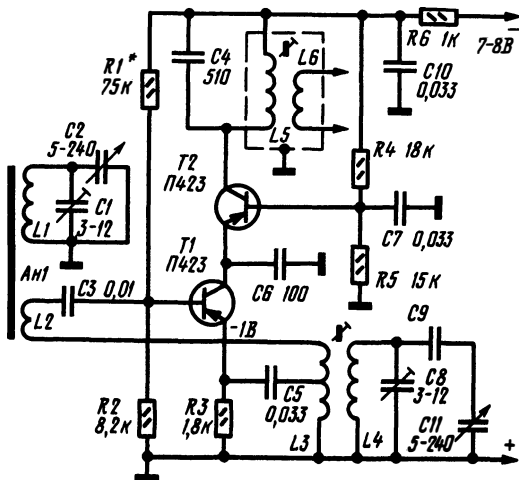


Рис. 34. Принципиальная схема преобразователя частоты с каскодным включением транзисторов (емкость конденсатора $C9$ для диапазона ДВ 120 пФ, СВ 240 пФ)

части витков катушки связи $L3$, индуктивно связанной с контурной $L4$, и разделительного конденсатора $C5$. Высокочастотное напряжение гетеродина, необходимое для преобразования частоты принимаемого сигнала в промежуточную, снимается с катушки $L3$ и через катушку связи $L2$ антенного контура подается на базу транзистора $T1$.

Усилительный каскад промежуточной частоты ($T2$) выполнен по схеме с общей базой. Выходной нагрузкой транзистора служит контур $L5C4$, настроенный на промежуточную частоту приемника. Через катушку связи $L6$, индуктивно связанную с $L5$, контур ПЧ подключается на вход других усилительных каскадов ПЧ. В минусовую цепь питания преобразователя частоты включен развязывающий фильтр $R6C10$.

По сравнению с обычным однотранзисторным преобразователем частоты с совмещенным гетеродином, примененным в супергетеродинном приемнике (см. рис. 25), такой двухтранзисторный преобразователь частоты обладает более высокими электрическими параметрами. В нем практически отсутствует обратная связь с выхода на вход через проходную емкость транзистора, что устраняет его самовозбуждение на частотах, близких к промежуточной частоте приемника. Высокочастотный ток гетеродина не попадает в контур ПЧ, а замыкается конденсатором $C6$ на «заземленный» провод питания, что способствует значительному снижению уровня интерференционных помех, создающих свисты при приеме станций. И, кроме того, усилитель ПЧ, собранный на транзисторе по схеме с общей базой, увеличивает выходное сопротивление преобразователя частоты, что позволяет использовать в фильтре ПЧ контур с высоким эквивалентным сопротивлением и конденсатором небольшой емкости. Преобразователи частоты, выполненные по подобным схемам, позволяют использовать транзисторы с относительно низкой граничной частотой и устойчиво работают на длинных, средних и коротких волнах.

Для сборки преобразователя используют постоянные резисторы ВС-0,125а, конденсаторы КТ-1а, К10-7В, такой же сдвоенный блок КПЕ, что и в предыдущем случае. Вместо транзистора типа П423 при работе на диапазонах ДВ и СВ можно применять транзисторы П401, П402 и другие аналоги.

Намоточные данные катушек магнитной антенны и гетеродина диапазонов ДВ и СВ заимствуют из табл. 4. Катушки фильтра ПЧ выполняют на броневом сердечнике (см. рис. 21). При указанной на схеме емкости конденсатора $C4$ 510 пФ контурная катушка $L5$ содержит 32×3 витков, а связь $L6$ — 8 витков провода ПЭВ-1 0,1. При емкости конденсатора 220 пФ первая должна иметь 53×3 , а вторая — 10 витков такого же провода.

Компоновку каскадов преобразователя частоты на монтажной плате приемника выполняют с учетом общих требований, размещая детали, относящиеся ко входу и выходу, на некотором (25—30 мм) расстоянии друг от друга, стремясь обеспечить минимально возможную емкость монтажа. При большой плотности монтажа между ка-

сками преобразователя необходимо вводить вертикальный экран в виде пластинки из латуни толщиной 0,3—0,5 мм.

Налаживание преобразователя частоты производят обычным способом. Нужный режим работы транзисторов $T1$ и $T2$ определяется напряжением смещения на их базах, снимаемым с делителей $R1R2$ и $R4R5$. При этом ток через транзисторы выбирается в пределах 0,5—1 мА.

Высокочастотный тракт приемника. Рассматриваемый ВЧ тракт (рис. 35) рассчитан на применение в супергетеродинном приемнике с диапазонами длинных, средних и коротких волн. От распространенных транзисторных трактов на дискретных элементах он отличается тем, что выполнен на интегральных микросхемах, специально предназначенных для использования в радиовещательных приемниках. Такой тракт весьма перспективен, так как соответствует современному уровню развития отечественной приемной техники.

Он собран на пяти ($MC1-MC5$) интегральных микросхемах серии 224 и содержит входные цепи, преобразователь частоты, усилитель ПЧ, детектор сигнала с усилителем напряжения АРУ и стабилизатор напряжения питания микросхем.

Входные цепи выполнены в виде магнитной антенны $An1$ с контуром $L1C1C2$ и катушкой связи $L2$. Через эту катушку, индуктивно связанную с контурной $L1$, и антипаразитный резистор входной сигнал подается на вход преобразователя частоты.

Последний имеет отдельный гетеродин и собран на микросхеме $MC1$ (рис. 36, а). Транзистор $T1$ выполняет функцию смесителя, а $T2$ — гетеродина. В коллекторную цепь первого транзистора включен контур $L5C8$ (см. рис. 35), настроенный на промежуточную частоту приемника и через катушку связи $L6$, индуктивно связанную с $L5$, нагруженный на входное сопротивление пьезокерамического избирательного фильтра $ПФ1$.

Гетеродин выполнен по схеме с индуктивной обратной связью. Его параметры определяются контуром $L4C3C5C6$, включенным через антипаразитный резистор в коллекторную цепь второго транзистора. Необходимая для генерации гетеродина обратная связь с коллектора на эмиттер транзистора $T2$ осуществляется через отвод контурной катушки $L4$ и резистор $R3$. Посредством катушки связи $L3$, индуктивно связанной с контурной $L4$, высокочастотное напряжение гетеродина через катушку $L2$ входного контура подается на вход смесителя.

Усилитель промежуточной частоты двухкаскадный, резонансный, выполнен на однотипных микросхемах $MC3$ и $MC4$ (рис. 36, в). Они представляют собой обычный усилительный каскад на высокочастотном транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером. Нагрузкой первого каскада усиления ПЧ служит резонансный контур $L7C12C13$, а второго — $L8C15$ (см. рис. 35). Межкаскадная связь емкостная. Через катушку связи $L9$, индуктивно связанную с контурной $L8$, к выходному каскаду усиления ПЧ подключен детектор, собранный на микросхеме $MC5$ (рис. 36, г).

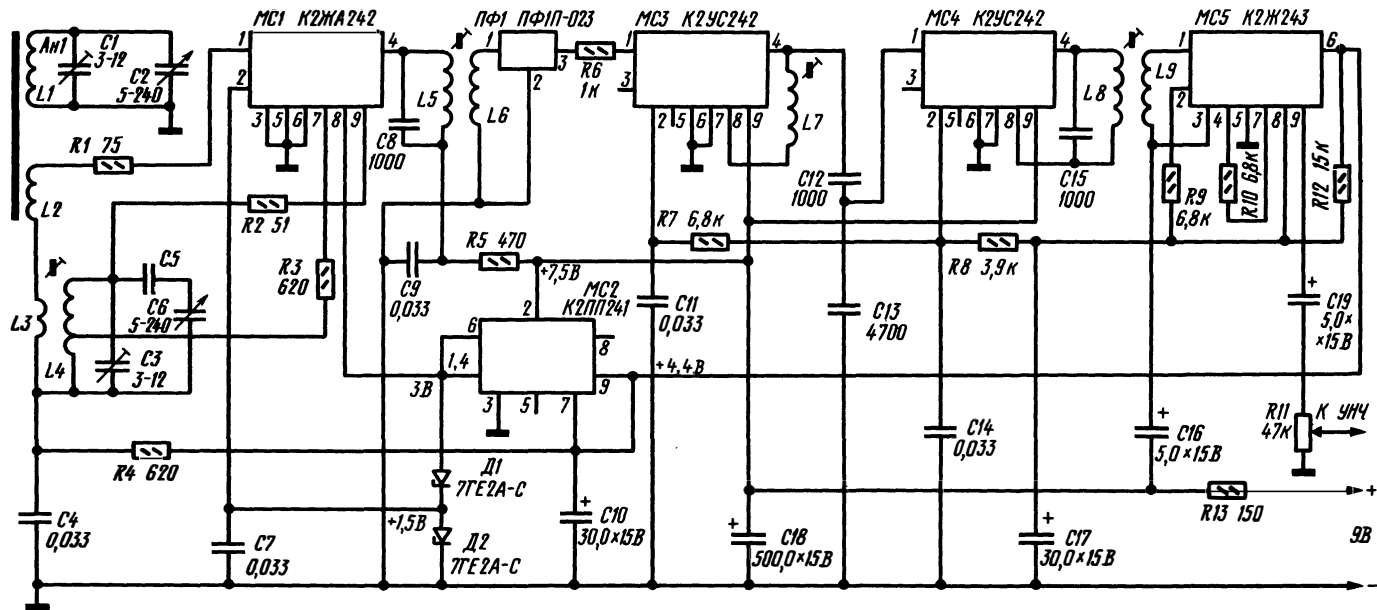


Рис. 35. Принципиальная схема высокочастотного тракта на интегральных микросхемах

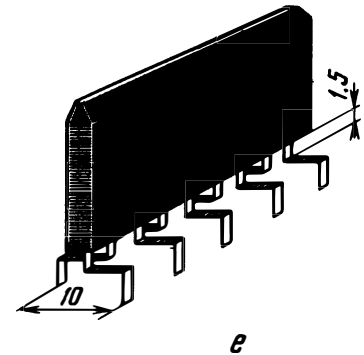
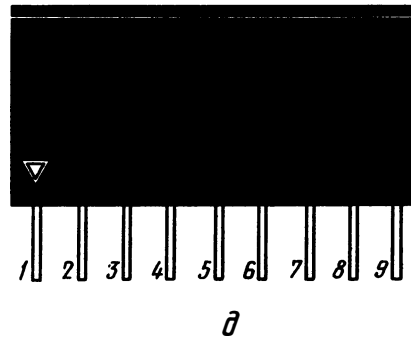
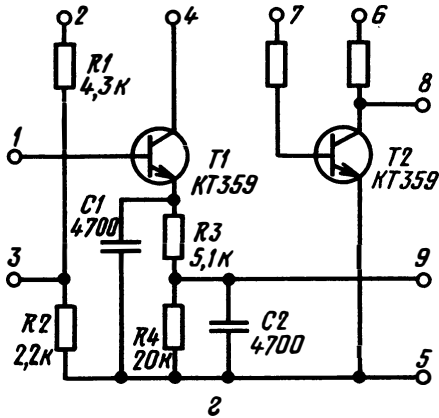
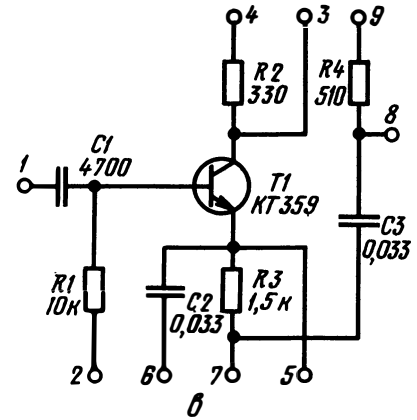
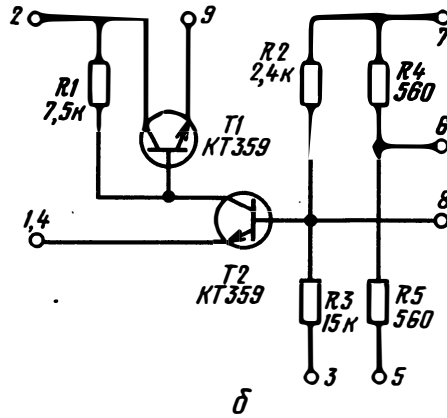
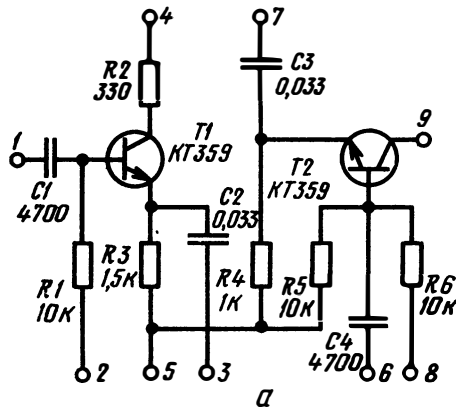


Рис. 36. Принципиальные схемы и конструкция интегральных микросхем серии 224:
 а — МС1 (К2ЖА242); б — МС2 (К2ПП241). в — МС3, МС4 (К2УС242); г — МС5 (К2Ж243); д — конструкция микросхемы типа 224; е — вид микро-
 схемы, подготовленной к монтажу

Транзистор *T1* используется в схеме диодного детектора, в которой переход база — эмиттер служит для детектирования сигнала, а переход база — коллектор — для получения управляющего напряжения автоматической регулировки усиления. Транзистор *T2* выполняет функцию усилителя напряжения АРУ. Это напряжение снимается с коллектора транзистора и через фильтр звуковой частоты, состоящий из резисторов *R7*, *R8* и конденсаторов *C11*, *C14*, *C17*, подается на базы транзисторов микросхем *МС3* и *МС4*, осуществляя регулировку усиления одновременно в двух каскадах усилителя ПЧ.

Питание базовой и коллекторной цепей транзистора гетеродина, а также базовых цепей транзисторов смесителя и усилителя ПЧ осуществляется от стабилизатора напряжения, собранного на микросхеме *МС2* (рис. 36, б) и стабилитронах *D1* и *D2*. Благодаря применению стабилизатора напряжения в рассматриваемом ВЧ тракте не надо производить регулировку режимов транзисторов. По этой же причине его каскады сохраняют свою работоспособность при значительном разряде батареи питания.

Для сборки высокочастотного тракта нужны следующие детали: постоянные резисторы типа ВС-0,125а, переменный — СПЗ-4В; постоянные конденсаторы К10-7В, КТ-1а, ПМ-2, электролитические — К50-6, блок конденсаторов переменной емкости типа КПЕ-5. Ферритовый стержень магнитной антенны диаметром 8 и длиной 160 мм, изготовленный из материала 400НН или 700НМ (для диапазонов ДВ и СВ) или 150ВЧ (для диапазона КВ). Телескопическая антенна от промышленного приемника «Россия-302» или какого-либо другого. Интегральные гибридные микросхемы типа К2ЖА242, К2УС242, К2ЖА243 и К2ПП241; селеновые стабилитроны типа 7ГЕ2А-С.

Контурные катушки самодельные. Входные, контурную *L1* и связи *L2* наматывают на бумажные или пластмассовые каркасы. Гетеродинные *L3* и *L4* КВ диапазона — на полистироловый каркас от соответствующих катушек промышленного приемника «Россия-302» или «Сокол-4». Катушки гетеродина диапазонов ДВ и СВ, а также *L5—L9* фильтров промежуточной частоты наматывают на трехсекционный полистироловый каркас, помещаемый в ферритовый сердечник, состоящий из чашек и подстроечника. Конструкция входных катушек и гетеродина КВ диапазона аналогична показанным на рис. 30, а гетеродина ДВ и СВ и фильтров ПЧ — на рис. 21. Намоточные данные приведены в табл. 8.

Первоначальную сборку и налаживание ВЧ тракта целесообразно провести совместно с усилителем НЧ на макете, используя для этой цели технологическую плату с контактными площадками (см. рис. 7). Макетирование выполняют с учетом размеров и конфигурации будущей реальной платы приемника.

Усилитель НЧ можно собрать по схеме, приведенной на рис. 25, введя в нее небольшие изменения. Развязывающий фильтр *R21C22* необходимо убрать из минусового провода питания и включить в «заземленный» (в разрыв цепи, обозначенный на схеме кре-

Намоточные данные контурных катушек высокочастотного тракта на интегральных микросхемах

Обозначение на схеме	Рабочий диапазон	Число витков	Провод	Тип намотки	Марка и размер сердечника, мм
L1	КВ	7, отв. от 4	ПЭВ-1 0,51—0,59	Рядовая	M150 ВЧ 8×160
L2	»	1	ПЭЛШО 0,15—0,2	—	—
L3	»	3	ПЭВ-1 0,1—0,12	Рядовая	M100НН 2,8×12
L4	»	14,5, отв. от 2,5	ПЭЛШО 0,23—0,29	»	»
L5	ПЧ	36×2	ПЭВ-1 0,1—0,12	Внавал	M600НН 8,6×4
L6	»	36	»	»	M600НН 2,8×12
L7	»	24×3	»	»	»
L8	»	24×3	ПЭВ-1 0,08—0,1	»	»
L9	»	36×3	»	»	»
L1	СВ	80	ПЭЛШО 0,15—0,2	Рядовая	M400НН 8×160
L2	»	8	»	»	—
L3	»	6	ПЭВ-1 0,1—0,12	Внавал	M600НН 8,6×4
L4	»	31×3, отв. от 4	»	»	M600НН 2,8×12
L1	ДВ	54×3	ПЭВ-1 0,08—0,1	»	M400НН 8×160
L2	»	25	ПЭВ-1 0,1—0,12	»	»
L3	»	8	»	»	M600НН 8,6×4
L4	»	46×3, отв. от 6	ПЭВ-1 0,08—0,1	»	M600НН 2,8×12

Примечание. Контурную катушку L1 ДВ диапазона наматывают в пяти секциях шириной 3 мм и расстоянием между ними 2 мм. Катушку связи L2 ДВ диапазона размещают между крайними секциями контурной L1, а L2 СВ диапазона — сверху L1, со стороны вывода, соединенного с «заземленным» проводом.

стиком). В этот же провод надо перенести и выключатель питания В1. При желании можно применить усилитель НЧ, собранный по схеме промышленного приемника «Селга-402» или какой-либо другой.

Монтаж деталей производят пайкой их выводов к контактным площадкам платы. Интегральные микросхемы желательно монтировать без пайки, используя специальные соединительные панели, аналогичные предназначенным для транзисторов. Их следует изготовить самостоятельно.

После тщательной проверки монтажа, собранного на макете приемника, проверяют режимы работы транзисторов микросхем МС1—МС5 по постоянному току. Контроль осуществляют вольтметром, включенным между выводом микросхемы и минусовым проводом питания приемника.

При самовозбуждении приемника с ВЧ тракта снимают напряжение питания и проверяют усилитель НЧ. Если он работает стабильно, его отключают от источника тока и снова включают высокочастотную часть приемника. К регулятору громкости (*R11*) через разделительный конденсатор 0,1—5 мкФ присоединяют телефон ТОН-2, ТМ-2 или какой-либо другой и проверяют работу ВЧ тракта. Если он не самовозбуждается, то причиной неполадки может быть неисправный конденсатор *C18* (см. рис. 35). Если же самовозбуждение есть, питание подают на весь приемник и производят покаскадную проверку ВЧ тракта.

Для этого конденсатором емкостью 0,033—0,1 мкФ последовательно замыкают на минусовый провод питания входы (вывод 1) интегральных микросхем *МС1—МС5*, начиная с каскада смесителя. Прекращение самовозбуждения в момент замыкания показывает, что неисправность следует искать именно в этом каскаде. Аналогичным способом проверяют остальные каскады ВЧ тракта приемника. Причиной неполадки может быть и неудачная компоновка каскада, когда между элементами входа и выхода существует паразитная связь. В этом случае детали, относящиеся ко входу и выходу каскада, необходимо удалить друг от друга.

Устранив самовозбуждение, приступают к проверке детектора и настройке контуров ПЧ с помощью эталонного приемника или сигнал-генератора ВЧ. В обоих случаях высокочастотный сигнал подают на вывод 1 микросхем *МС1*, *МС3—МС5*, начиная от детектора (*МС5*) и кончая преобразователем частоты. Проверку работоспособности и налаживание гетеродина и входных цепей ВЧ тракта производят способами, рассмотренными выше.

Предварительно налаженный на макете приемник собирают и монтируют на реальной плате. При монтаже интегральных микросхем необходимо соблюдать меры предосторожности. Хотя они и допускают двукратное выпайивание из платы, однако во избежание порчи микросхем пайку их выводов следует производить паяльником мощностью не более 40—60 Вт при температуре места пайки, не превышающей 260° С, и времени ее воздействия на корпус менее 5 с. Устанавливают микросхемы на монтажную плату приемника без специального механического крепления с зазором не более 1,5 мм.

При монтаже желательно применять теплоотвод в виде медного стержня с плоским концом и небольшим углублением под вывод микросхемы или специальный зажим из этого же металла (рис. 37). Вторую конструкцию можно сделать более универсальной, рассчитанной на одновременное касание всех выводов микросхемы. Такой теплоотвод может пригодиться не только при монтаже, но и при выпайивании микросхем из монтажной платы.

При компоновке микросхем среди других деталей приемника на монтажной плате следует резервировать некоторое свободное пространство, обеспечивающее возможность применения рассмотренных теплоотводов.

Окончательное налаживание ВЧ тракта приемника выполня-

ют также с помощью эталонного приемника или сигнал-генератора. Во втором случае на вход микросхемы *МС4* выходного каскада усиления ПЧ подают модулированный сигнал частотой 465 кГц величиной 1,5—2 мВ и настраивают контур *L8C15*. Контролируют точную настройку по максимальному звуковому сигналу на выходе приемника или с помощью вольтметра переменного тока, подключенного через разделительный конденсатор к звуковой катушке головки. После этого на вход микросхемы *МС3* первого каскада усиления ПЧ подают сигнал 50—80 мкВ и настраивают контур *L7C12C13*, а затем при сигнале 2—5 мкВ, подаваемом на вход микросхемы *МС1* преобразователя частоты, — контур *L5C8*.

Налаживание гетеродина, укладку рабочих частот выбранного диапазона и сопряжение настроек входного и гетеродинного контуров выполняют так же, как описано выше. Если в приемнике используется телескопическая антенна, а настройка ведется с помощью сигнал-генератора ВЧ, то входной сигнал подают на нее через разделительный конденсатор емкостью 4,7—5,6 пФ, причем длина антенны должна быть минимальной (звенья полностью вдвинуты).

8. ВЕРНЬЕРНОЕ УСТРОЙСТВО

Верньерное устройство — ответственный механический узел транзисторного приемника, от которого во многом зависит плавность и точность настройки на принимаемые станции. Его роль особенно существенна при работе на обзорном коротковолновом диапазоне, где плотность размещения станций велика и настройка вызывает большие затруднения.

Верньерные устройства различных радиовещательных приемников отличаются друг от друга лишь кинематическими схемами и количеством конструктивных элементов. Для наглядности рассмотрим это на конкретных примерах.

На рис. 38, *а* показана кинематическая схема распространенного верньерного устройства. Ведущий шкив небольшого диаметра (везде обозначен буквой В), соединенный с ручкой настройки тросиком и обводным роликом, связан с ведомым шкивом большего диаметра, закрепленным на оси конденсатора (или блока) переменной емкости. В процессе настройки вращение первого шкива передается второму с замедлением, численно равным отношению их диаметров.

Сцепление ведущего шкива с тросиком обеспечивается за счет трения (для его увеличения на рабочую поверхность шкива нама-

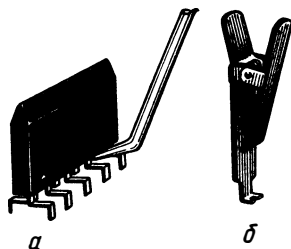


Рис. 37. Конструкция теплоотводов для пайки микросхем:

а — стержень; *б* — зажим

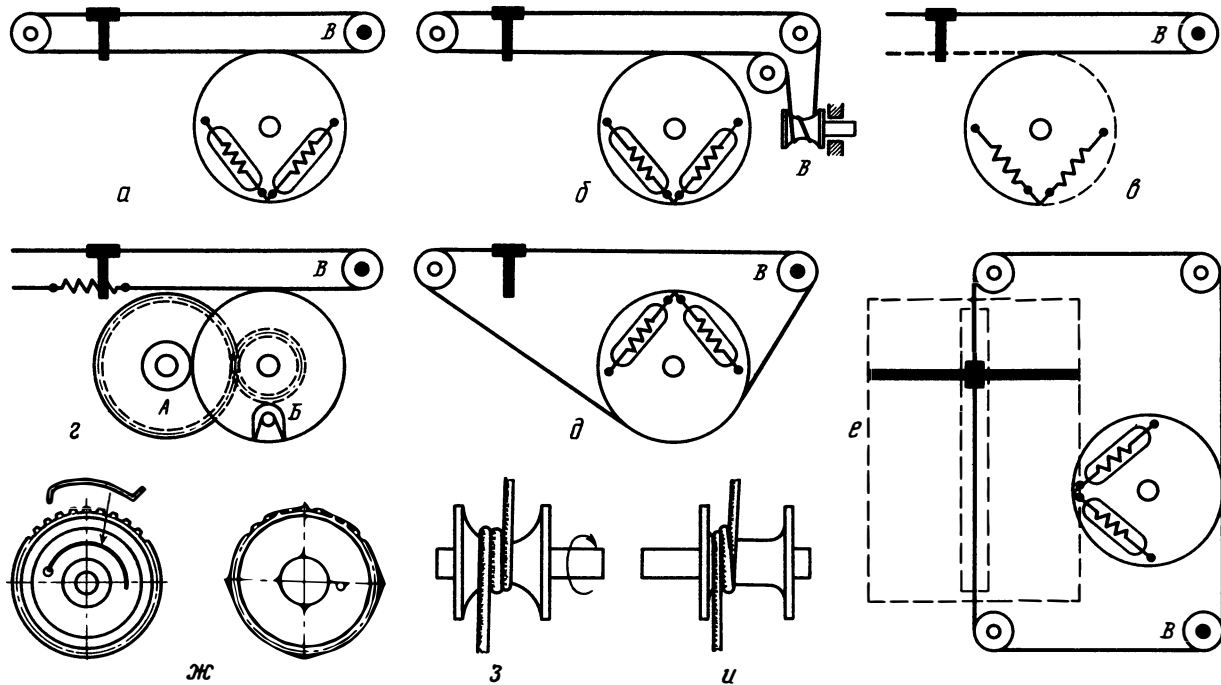


Рис. 38. Примеры кинематических схем и конструктивных элементов верньеров:

a — схема для горизонтальной шкалы; *b* — схема для цилиндрической (валик) ручки настройки; *v* — схема правильного размещения тросика на ведомом шкиве; *g* — схема с зубчатыми колесами (шестернями); *d* — схема неправильного положения тросика; *e* — схема для вертикальной шкалы; *ж* — конструкция зубчатых колес; *з* — правильная форма ведущего шкива; *и* — неправильная форма ведущего шкива

тывают 1,5 витка тросика) и натяжения пружинами, закрепленными на ведомом шкиве. Для изменения направления движения тросика служит обводной ролик. На тросике укреплен стрелка — указатель настройки. Расстояние ее передвижения на шкале приемника зависит от диаметра ведомого шкива.

Такую конструкцию применяют в приемниках с горизонтальными удлиненными шкалами, размещенными на передних или верхних стенках корпуса и снабженными ручками настройки, выведенными на передние, боковые или верхние стенки. Если применяется круглая шкала, то необходимость в обводном ролике отпадает.

На рис. 38, б показана кинематическая схема верньера, позволяющего вывести на боковую стенку корпуса ручку настройки цилиндрического, а на переднюю — дискового или цилиндрического («валикового») типа.

Чтобы обеспечить хорошую работу пружин, натягивающих тросик, ведомый шкив на оси конденсатора следует устанавливать так, чтобы длина рабочей части тросика, охватывающая шкив, составляла не более половины длины его окружности. Это необходимо для поворота оси ротора конденсатора на 180° (рис. 38, в). В противном случае трение о шкив будет велико и пружины не смогут обеспечить нужное натяжение. Применять слишком жесткие пружины не следует, иначе работа верньера будет затруднена.

Чтобы удлинить шкалу приемника и увеличить ход стрелки-указателя, необходимо увеличивать диаметр шкива. В конструкции небольших размеров часто этого сделать нельзя. Тогда в верньерные устройства вводят зубчатые колеса *A* и *B* (рис. 38, г).

В этом случае ведущий шкив замедляет вращение ведомого шкива *B* с зубчатым колесом. Это колесо зацепляется с большим колесом *A*, закрепленным на оси переменного конденсатора, и вращает его также с замедлением. При повороте колеса *A* на 180° колесо *B*, при соответствующем соотношении числа зубьев, успевает сделать несколько оборотов, что и приводит к увеличению хода стрелки-указателя и, естественно, удлинению шкалы приемника.

Люфт в зубчатых зацеплениях недопустим для работы верньерного устройства, поэтому одно из колес выполняют в виде двух частей, одинаковых по числу зубьев (рис. 38, ж). Первую часть колеса жестко закрепляют на оси конденсатора, а вторую на оси первой части так, чтобы обеспечивалось ее свободное вращение. С помощью пружины отдельные части колеса поворачивают относительно друг друга на 1—2 зуба, а колеса *A* и *B* сцепляют друг с другом. Под воздействием пружины колесо со свободным вращением стремится развернуться вокруг своей оси и тем самым выбирает люфт между зубьями.

Из схем, приведенных на рисунках, легко заметить, что верхняя и нижняя ветви тросика размещены параллельно друг другу. В этом случае сила натяжения не передается на ось конденсатора, а действует лишь на ведомый шкив, сжимая его. Если этим прене-

бречь (рис. 38, *д*), то сила натяжения будет действовать не только на шкив, но и на ось конденсатора, которая будет работать с перекосом, что значительно сократит его срок службы.

На рис. 38, *е* приведена кинематическая схема верньерного устройства, рассчитанного на вертикальную шкалу с длинной стрелкой-указателем. Такая конструкция стрелки, состоящей из двух равных частей, позволяет избавиться от возможных качаний и перекосов в процессе ее передвижения по подшкальнику.

Если проточка на ведущем шкиве сферическая и выполнена правильно (рис. 38, *з*), то в процессе работы набегающие витки тросика соскальзывают с большего диаметра на меньший. Если же проточка прямая (рис. 38, *и*), то набегающие витки тросика натыкаются на бортик шкива и захлестывают друг друга, что приводит к неравномерной работе или полному заклиниванию верньерного устройства.

9. ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭСТЕТИКИ И ЭРГОНОМИКИ

Наряду с вопросами чисто технического характера по обеспечению хороших электрических и акустических показателей современного радиоприемника при его конструировании неизбежно возникают не менее серьезные вопросы, касающиеся его внешнего оформления и удобства эксплуатации. Это — проблемы технической эстетики и эргономики, решением которых в промышленности занимаются специалисты. Их нельзя опускать и при любительском конструировании. Вполне понятно, что качественно решить эти проблемы в любительских условиях весьма трудно, но все же можно.

Мы часто имеем дело с радиоприемниками различных марок. Одни привлекают внимание лаконичностью форм корпуса, оригинальностью и изяществом элементов внешнего оформления, тщательностью отделки и общей композиционной завершенностью. Другие, напротив, или вообще не вызывают зрительных ассоциаций, оставаясь как бы в тени, или раздражают глаз конструктивным несовершенством форм, примитивностью внешнего оформления, низким качеством отделки.

У одних органы управления размещены с учетом функциональных возможностей человека, имеют четкую фиксацию, плавный ход, ими удобно и легко пользоваться. Работа с такими радиоаппаратами доставляет удовлетворение. У других они размещены неудобно, имеют неравномерный ход, манипуляция с ними сопровождается лишними усилиями, дополнительными движениями. Работа вызывает раздражение, нервозность.

Причинами возникновения таких противоречивых эмоций является то, что в первом случае конструирование проводилось с учетом требований технической эстетики и эргономики, а во втором к ним отнеслись как к второстепенным. Для подкрепления сказанного рассмотрим некоторые конкретные примеры рационального конструирования.

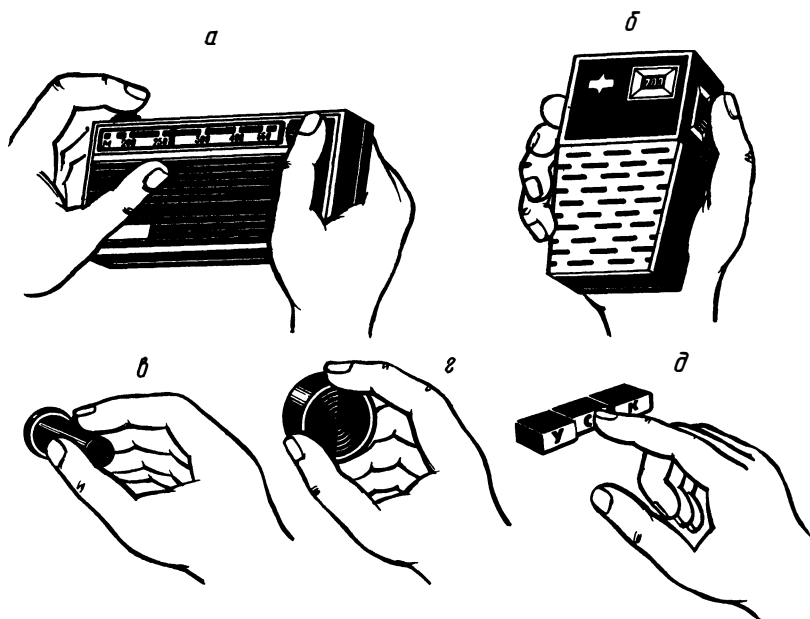


Рис. 39. Примеры конструктивного оформления приемника и ручек управления:

а — горизонтальное; *б* — вертикальное; *в* — удлиненные малого диаметра; *г* — укороченные большого диаметра; *д* — кнопочные

На рис. 39, *а*, *б* для примера показан внешний вид малогабаритных приемников горизонтального и вертикального конструктивного оформления. Первый в рабочем положении удерживается обеими руками, второй — одной. Учитывая, что у преобладающего большинства людей правая рука более развита, нежели левая, ручки настройки, которыми пользуются длительно и значительно чаще, чем остальными, размещены именно с правой стороны корпуса приемника, а кратковременно (регуляторы громкости и выключатели питания) — с левой. В первом варианте дополнительные удобства создаются выбором конструкции ручки в виде валика, применительно к большому пальцу руки. Шкалы настройки размещены так, чтобы в рабочем положении руки не затрудняли их обзор. С этим же расчетом размещены планки с названием модели («маркой») и при необходимости промышленным («фирменным») знаком.

Очень важен и диаметр ручек управления. Вращение ручек маленького диаметра (рис. 39, *в*) можно передать лишь двумя пальцами. Если ручка будет короткой, то пальцы будут соприкасаться с ней лишь в отдельных точках, что вызовет затруднения при ее вращении. Для устранения этого недостатка ручку удлиняют, увеличивают тем самым площадь ее соприкосновения с пальцами. Когда удлинить ручку нельзя, то увеличивают ее диаметр

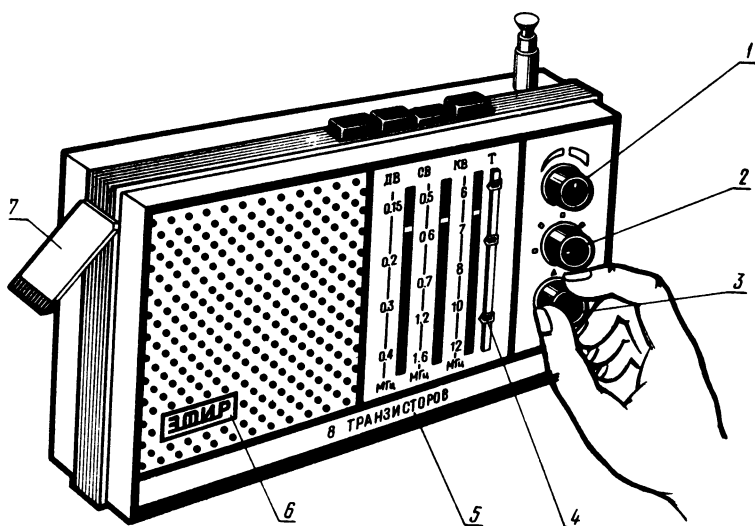


Рис. 40. Пример внешнего оформления и отдельные конструктивные элементы переносного приемника:

1 — ручка регулятора громкости и выключателя питания; 2 — ручка точной настройки; 3 — ручка грубой настройки; 4 — указатель расположения станции; 5 — декоративная планка; 6 — планка с маркой приемника; 7 — ручка переноса

(рис. 39, з) с таким расчетом, чтобы можно было работать с ней тремя-четырьмя пальцами.

На рис. 39, д показаны кнопки переключателя диапазонов, весьма удобные в работе.

Размещение органов управления и внешнее оформление переносного приемника (рис. 40) выполнены также с учетом требований технической эстетики и эргономики. Наверху регулятор громкости с выключателем питания 1, в середине ручка точной настройки 2 («растяжки» КВ диапазона) и внизу ручка основной настройки 3. Такое размещение сделано не только с учетом работы правой рукой, но и для создания облегченных условий. Так, поставив приемник на какую-либо поверхность, при выполнении длительной настройки руку не надо держать на весу. Она будет находиться на опоре.

С помощью передвижных указателей 4 фиксируют место работы нужной станции на шкале приемника, что позволяет при необходимости быстро восстановить настройку. Сама шкала, помимо своего основного назначения, является элементом внешнего оформления приемника. Графика ее проста, не затрудняет чтение, несет всю нужную информацию о рабочих диапазонах, их частотах и показывает место расположения кнопок переключателя диапазонов и тембра. С целью быстрой ориентации зрения на нужный диапазон поле шкалы разбито на части, отделяющие один диапазон от

другого вертикальными прорезями, в которых хорошо просматриваются отрезки стрелки-указателя настройки.

Горизонтальная планка 5 несколько смягчает зрительное восприятие передней стенки, разбитой на три вертикальных поля: ручки управления, шкала и декоративная сетка, закрывающая отверстие под динамическую головку.

Пустота большого поля сетки компенсируется планкой 6 с указанием марки приемника. Поверхности сетки и горизонтальной планки обработаны под «блики солнца» и «шлифовку», вызывающие приятную зрительную ассоциацию. Выступающий бортик придает корпусу некоторую рельефность. Приемник снабжен откидной ручкой переноски 7, обеспечивающей свободный доступ к кнопкам переключателя диапазонов и телескопической антенне.

КОНСТРУКЦИИ СУПЕРГЕТЕРОДИННЫХ ПРИЕМНИКОВ

1. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПРИЕМНИКИ

Краткая характеристика. Приемник (рис. 41) предназначен для установки и работы в легковых автомобилях. По своим электрическим и акустическим параметрам он сходен с промышленными транзисторными приемниками моделей «А-370» и «А-370М», предназначенными для эксплуатации в автомобилях «Москвич» и «Жигули», но отличается от них рабочими диапазонами.

Приемник рассчитан для приема радиовещательных станций, работающих на средних волнах в диапазоне 187—571,4 м (1605—525 кГц) и двух растянутых поддиапазонах коротких волн: 25 м (11,7—11,9 МГц) и 49 м (6,0—6,2 МГц).

Наличие растянутых КВ поддиапазонов значительно упрощает эксплуатацию приемника при движении автомобиля и обеспечивает уверенный прием нужных станций.

Чувствительность приемника при выходной мощности 50 мВт и отношении сигнал/шум 20 дБ: в диапазоне СВ — не хуже 50 мкВ, а в диапазоне КВ — не хуже 20 мкВ. Избирательность по соседнему каналу при расстройке на ± 10 кГц — не менее 40 дБ. Ослабление зеркального канала: на средних волнах — не менее 30 дБ, на коротких — 16—18 дБ. Система АРУ при изменении входного сигнала на входе приемника на 60 дБ обеспечивает изменение сигнала на его выходе не более чем на 10 дБ. Благодаря этому автоматически поддерживается выбранный уровень громкости принимаемой станции.

Выходная мощность усилителя НЧ приемника при коэффициенте нелинейных искажений всего тракта не более 7% — около 2 Вт. Максимальная, при КНИ, равном 10%, — 3 Вт. Это позволяет

осуществлять нормальное прослушивание звуковой программы принимаемой станции, несмотря на повышенный уровень шума, возникающего при движении автомобиля.

Полоса эффективно воспроизводимых звуковых частот 150—3700 Гц. Питается приемник от бортовой сети автомобиля (с «заземленным» корпусом) напряжением 12,8 В. Ток потребления при максимальной выходной мощности не превышает 250 мА. Специальный

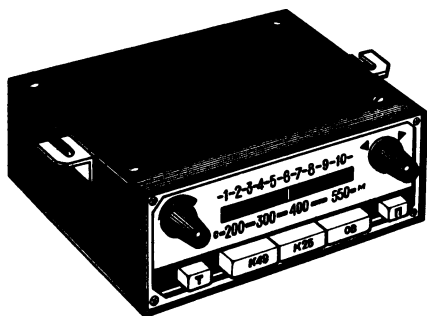


Рис. 41. Внешний вид автомобильного приемника

фильтр защищает цепи питания от попадания в них помех, создаваемых системой зажигания автомобиля. Размер приемника 170×155×55 мм, масса 1,5 кг.

Приемник снабжен телескопической антенной, устанавливаемой на кузове автомобиля. Управление осуществляется с помощью ручек: регулятора громкости, объединенного с выключателем питания, настройки, переключателя диапазонов и тембра. Шкала настройки щелевого типа проградуирована в метрах и относительных единицах, что удобно как при работе на СВ, так и КВ поддиапазонах. Приемник устанавливается под приборной панелью в салоне автомобиля и сделан легкоъемным, что может потребоваться при ремонте или эксплуатации приемника в стационарных условиях. С этой же целью электрические соединения приемника с телескопической антенной, динамической головкой и бортовой сетью автомобиля осуществляются с помощью проводов, снабженных штепсельными разъемами.

Принципиальная схема. Приемник (рис. 42) содержит: входные цепи, усилитель ВЧ, преобразователь частоты, усилитель ПЧ, детектор и усилитель НЧ.

Входные цепи выполнены в виде двух резонансных контуров, работающих в диапазоне средних и поддиапазонах коротких волн. Первый из них состоит из катушки $L1$ и конденсаторов переменной емкости $C8$ и подстроечного $C13$. Второй (при работе приемника в растянутом поддиапазоне 25 м) образуется катушкой $L2$, конденсатором переменной емкости $C14$, постоянным $C1$ и подстроечным $C4$. В поддиапазоне 49 м вместо конденсаторов $C1$ и $C4$ к контуру подключаются $C9$, $C15$. Каждый контур имеет самостоятельный некоммутируемый конденсатор настройки.

При переводе приемника с диапазона СВ на работу в поддиапазонах КВ необходимая коммутация входных контуров осуществляется с помощью секции $B1g$ переключателя диапазонов, а с одного поддиапазона на другой — секций $B2a$ и $B3a$. Посредством секций $B1a$ и $B1b$ к входным контурам подключается телескопическая антенна, а они, в свою очередь, соединяются со входом усилителя ВЧ. Связь антенны с контурами емкостная, а с усилителем — автотрансформаторная.

Усилитель высокой частоты аperiodический однокаскадный. Он выполнен на транзисторе $T1$ и нагружен на резистор $R8$ и включенный последовательно с ним корректирующий дроссель $Dr1$. Благодаря этому значительно уменьшается влияние входной проводимости преобразователя частоты на усилительные свойства каскада при его работе на различных частотах радиовещательного диапазона. Усилитель ВЧ с такой нагрузкой обладает хорошим постоянством коэффициента усиления во всем интервале рабочих частот 0,525—12 МГц приемника.

Применение усилительного ВЧ каскада позволяет несколько улучшить соотношение полезного сигнала и шумов, что способствует повышению реальной чувствительности приемника. Его включение между входом и преобразователем частоты приемника значи-

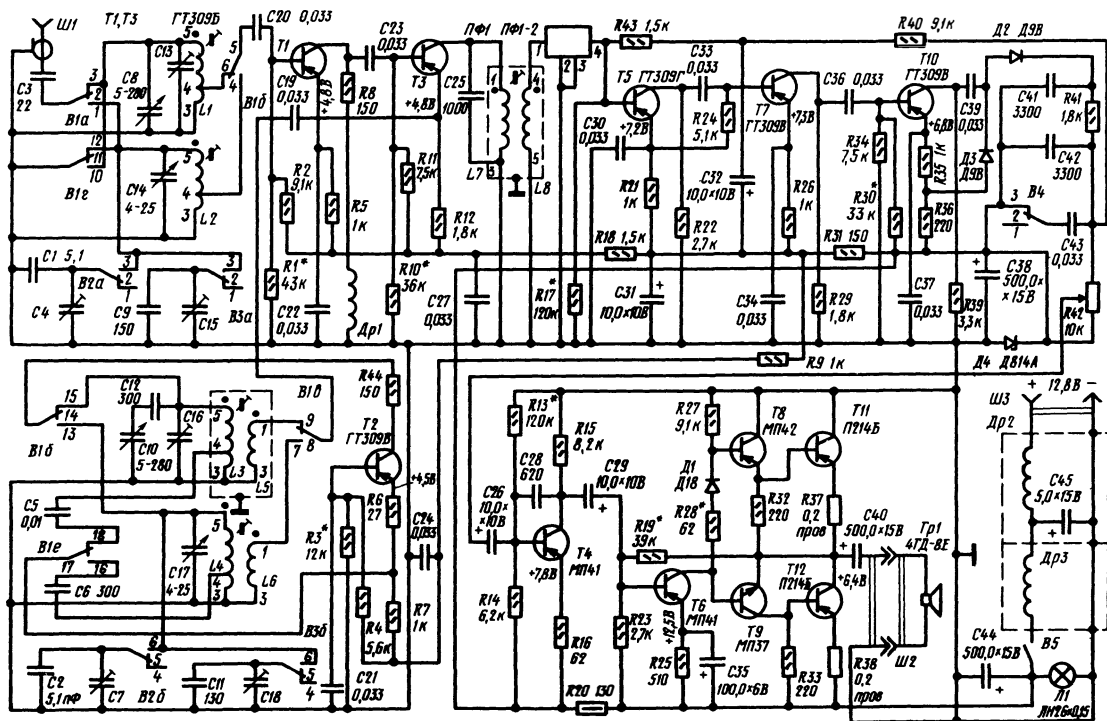


Рис. 42. Принципиальная схема автомобильного приемника (конденсаторы C_4 , C_7 , C_{13} , C_{15} , C_{16} и C_{18} емкостью 5—20 пФ)

тельно уменьшает паразитное излучение высокочастотного напряжения гетеродина через антенну в эфир. Это позволяет снизить уровень помех, создаваемых приемником, и устраняет влияние настроек входных и гетеродинных контуров, упрощая тем самым процесс налаживания ВЧ тракта. Через разделительный конденсатор $C23$ усилитель ВЧ соединяется с преобразователем частоты.

Преобразователь частоты с отдельным гетеродином собран на транзисторах $T2$ и $T3$. Первый из них выполняет функцию гетеродина, а второй — смесителя.

В гетеродине применена распространенная схема с индуктивной обратной связью, осуществляемой с коллектора на эмиттер транзистора $T2$. Параметры гетеродина при работе на СВ диапазоне определяются контуром, состоящим из катушки $L3$ и конденсаторов: переменной емкости $C10$, сопрягающего $C12$ и подстроечного $C16$. На КВ диапазоне, так же как и во входных контурах, к постоянно включенным катушке $L4$ и конденсатору переменной емкости $C17$ при работе на растянутом поддиапазоне 25 м дополнительно подключаются постоянный конденсатор $C2$ и подстроечный $C7$, а при работе на поддиапазоне 49 м вместо них присоединяются $C11$ и $C18$.

Перевод гетеродина приемника со средних на короткие волны производят секцией $B16$ переключателя диапазонов, а коммутацию поддиапазонов КВ — секциями $B26$ и $B36$. Конденсаторы переменной емкости для настройки средневолновых и коротковолновых контуров не переключаются, что несколько упрощает коммутацию цепей гетеродина приемника. Конденсаторы гетеродинных и входных контуров объединены в единый счетверенный блок КПЕ. Секциями $B1e$ и $B1v$ коммутируются цепи обратных связей гетеродина при работе на средних и коротких волнах и катушки связи $L5$ и $L6$, индуктивно связанные с контурными $L3$ и $L4$.

Смеситель выполнен на транзисторе $T3$. Входной сигнал поступает на его базу, а напряжение гетеродина подается на эмиттер. Нагрузкой каскада служит резонансный контур $L7C25$, к которому через катушку связи $L8$, индуктивно связанную с контурной $L7$, подключен пьезокерамический фильтр $ПФ1$, обеспечивающий нужную полосу пропускания усилителя ПЧ и основную избирательность приемника по соседнему каналу. Выход фильтра непосредственно включен на вход первого каскада усилителя ПЧ.

Усилитель промежуточной частоты — трехкаскадный, резистивный. Он выполнен на транзисторах $T5$, $T7$ и $T10$. Нагрузками отдельных каскадов являются резисторы $R22$, $R29$ и $R39$. Первый и второй каскады усилителя имеют непосредственную связь по постоянному току через резистор $R24$, включенный между эмиттером транзистора $T5$ и базой $T7$. Благодаря такому включению каскады имеют взаимосвязанные режимы работы, что используется для повышения эффективности работы системы автоматической регулировки усиления приемника. По переменному току все каскады усилителя ПЧ и детектор объединены емкостной связью с помощью разделительных конденсаторов $C33$, $C36$ и $C39$.

Детектор сигнала собран на диодах *D2, D3* по схеме удвоения выходного напряжения. Его нагрузкой является резистор *R42*, служащий одновременно регулятором громкости. Фильтрация высокочастотного напряжения, проникшего на выход детектора, производится ячейкой, состоящей из резистора *R41* и конденсаторов *C41* и *C42*. Параллельно резистору нагрузки *R42* подключен ступенчатый регулятор тембра, состоящий из конденсатора *C43* и переключателя *B4*. Этим конденсатором при необходимости корректируется частотная характеристика низкочастотного тракта приемника.

Постоянная составляющая протектированного сигнала используется для работы системы автоматической регулировки усиления приемника. Напряжение АРУ снимается с резистора *R42* и через фильтр звуковых частот *R40C32R43* подается на базу транзистора *T5*, регулируя усиление первого каскада ПЧ. Благодаря непосредственной связи транзисторов *T5* и *T7* по постоянному току этой регулировкой охватывается и второй каскад усилителя ПЧ, что значительно повышает эффективность действия системы АРУ приемника. Через разделительный конденсатор *C26* детектор соединяется с усилителем НЧ.

Этот усилитель — бестрансформаторный, четырехкаскадный и собран на транзисторах *T4, T6, T8, T9, T11, T12*. Два первых (*T4* и *T6*) работают в резистивных каскадах предварительного усиления и нагружены на резисторы *R15* и *R27*. Емкостная связь между ними осуществляется разделительным конденсатором *C29*.

В предвыходном каскаде, собранном по двухтактной схеме, применены транзисторы *T8, T9* различных структур (*p-n-p* и *n-p-n*). Благодаря этому было возможно непосредственно связаться с выходом второго каскада (*T6*) предварительного усиления и исключить фазоинвертор. Выходной каскад собран по последовательно-параллельной схеме включения транзисторов *T8, T9* по постоянному и переменному току. Его нагрузка — сопротивление звуковой катушки головки *Гр1*, подключаемой через разделительный конденсатор *C40*. Для уменьшения нелинейных искажений три последних каскада охвачены отрицательной обратной связью, напряжение которой с выхода усилителя через резистор *R19* подается на вход транзистора *T6*.

Все каскады приемника содержат элементы режимной и температурной стабилизации. Питание транзисторов *T1—T5, T7* и *T10* стабилизируется стабилитроном *D4*, ток которого ограничивается резистором *R20*. Этот резистор совместно с конденсатором *C38* одновременно входит в фильтр *R20C38*, развязывающий цепи питания трех последних усилительных каскадов от остальных каскадов приемника. Аналогичные функции выполняют фильтры *R31C31, R18C27* и *R9C24*.

Для защиты приемника от помех, создаваемых системой зажигания автомобиля, на входе цепей питания включен двухзвенный фильтр *Др2C45* и *Др3C44*. Сигнализация о включении питания (выключатель *B5*) и подсветка шкалы приемника производятся лампой накаливания *Л1*.

Детали и конструкция. Для сборки приемника нужен блок конденсаторов переменной емкости КП4-4, имеющий две секции емкостью 5—280 пФ и две—4—25 пФ. Первые из них предназначены для работы в приемниках с ДВ, СВ и КВ диапазонами, а вторые— с УКВ ЧМ. Вместо этого блока можно применить КПЕ от промышленного переносного приемника «Рига-302» или «Рига-302Б» с секциями емкостью 5—270 пФ и 4—15 пФ. Надо учесть, что такая замена потребует увеличить число витков входной L_2 и гетеродинной L_4 катушек приемника.

Подстроечные конденсаторы C_4 , C_7 , C_{13} , C_{15} , C_{16} и C_{18} — миниатюрные, типа КПК-МП-3 емкостью 5—20 пФ. Их можно заменить малогабаритными конденсаторами КПК-МП.

Вместо пьезокерамического фильтра ПФ1П-2 можно применить ФП1П-023, учитывая, что он имеет меньшие размеры и не четыре, как первый, а лишь три вывода.

Переключатель диапазонов B_1 , B_2 и B_3 кнопочный типа П2К. Кнопка B_1 содержит шесть контактных групп, а B_2 и B_3 — по две. Все три кнопки имеют зависимую фиксацию в рабочем положении и должны быть собраны в единый узел с расстоянием между ними 10 мм. Переключатель тембра B_4 однокнопочный, такого же типа, с двумя контактными группами и независимой фиксацией в рабочем положении.

Вместо высокочастотных транзисторов ГТ309 можно использовать ГТ310, ГТ322 (А, Б), ГТ313 или П423, П423А, а вместо низкочастотных маломощных — МП40, МП25, МП26, МП42 (структура $p-n-p$) и МП38 (структура $n-p-n$), а также транзисторы старых типов П14, П15, П10 и П11. Вместо мощных транзисторов типа П214 подойдут П213, П215, Р217 и другие аналоги. Пары транзисторов T_8 , T_9 и T_{11} , T_{12} желательно подобрать с идентичными значениями обратного тока коллектора $I_{к0}$ и коэффициента передачи тока $h_{21э}$ в схеме с общим эмиттером, с разбросом не более 15—20%.

Высокочастотные диоды типа Д9 можно заменить на Д2, а Д18—на Д20 или, в крайнем случае, применить первые. Стабилизатор—Д814А или старого типа Д808.

Переменный резистор СП3-4В, постоянные ВС-0,125а или МЛТ-0,125. Резистор R_{20} — МЛТ-0,5. Постоянные конденсаторы КТ-1а, К10-7В (КЛС или КМ), ПМ-2. Электролитические—К50-6 (конденсатор C_{45} —К50-3).

Сигнальная лампа накаливания ЛИ26×0,15 или другого типа с небольшим током потребления и рабочим напряжением 26 В. Динамическая головка 4ГД-8Е, специально предназначенная для применения в автомобильных приемниках, с полным сопротивлением звуковой катушки 4 Ом и номинальной мощностью 4 Вт. Вместо нее можно применить головку 4ГД-35 с аналогичными сопротивлением звуковой катушки и мощностью, но с более высокими акустическими параметрами. Следует учесть, что ее размеры почти в два раза больше, чем у 4ГД-8Е.

К самодельным деталям относятся: резисторы R_{37} , R_{38} , контурные катушки L_1 — L_8 , корректирующий дроссель Dp_1 , дроссели

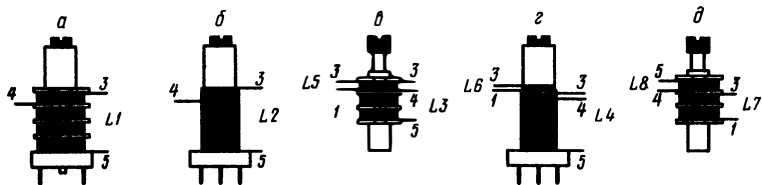


Рис. 43. Конструкция контурных катушек:
 а — входная СВ; б — входная КВ; в — гетеродина СВ; г — гетеродина КВ; д —
 фильтра ПЧ

Др2, Др3 фильтра питания, монтажная плата, верньерно-шкальное устройство, теплоотводы для транзисторов Т11, Т12 выходного каскада усилителя НЧ и корпус приемника.

Резисторы R37, R38 наматывают каким-либо высокоомным проводом (константан, манганин) диаметром 0,2—0,3 мм на корпусах резисторов МЛТ-0,5. Концы провода припаивают к выводам. Если используется провод без изоляции, то обмотку выполняют с некоторым зазором между витками и приклеивают к корпусу резистора. Так как омметром авометра измерить такое сопротивление трудно, то необходимо подобрать отрезок провода с большим сопротивлением и разделить его на нужные части.

Контурные катушки L1—L8 приемника наматывают на готовых полистироловых каркасах, снабженных ферритовыми сердечниками, используемых для изготовления контуров промышленных транзисторных приемников. Конструкция катушек приемника показана на рис. 43, а их намоточные данные даны в табл. 9. Катушки гетеродина СВ и фильтра ПЧ помещают в экраны.

Обмотку корректирующего дросселя Др1 (30 витков провода ПЭВ-1 0,12—0,15) наматывают на корпус резистора МЛТ-0,5 сопротивлением 47—51 кОм. Концы обмотки припаивают к выводам, а витки приклеивают к корпусу клеем БФ-4.

Дроссели Др2 и Др3 фильтра питания (по 160 витков провода ПЭВ-1 0,51—0,59) наматывают на каркасы диаметром 10 и высотой 15 мм, снабженные щечками диаметром 25 мм. Каркасы можно изготовить из гетинакса или текстолита. Они состоят из цилиндра с отверстием под винт крепления М3 и шайб толщиной 1—1,5 мм.

Фильтр питания собирают в виде автономного узла (рис. 44). Он состоит из алюминиевого основания 1 толщиной 2—3 мм, на котором с помощью винтов 4 закрепляют дроссели Др2 и Др3, монтируют конденсатор С45 и делают нужные соединения. Их выполняют с помощью гетинаксовых планок 2 с контактами. Всю сборку закрывают хорошо подогнанным экраном с внутренней перегородкой 3, разделяющей звенья фильтра.

Экран изготавливают из латуни толщиной 0,5—0,8 мм или алюминия толщиной 1,2—1,5 мм. В первом случае стенки экрана в местах стыков припаивают, а во втором — плотно стягивают и склеивают эпоксидной смолой с добавленным в нее алюминиевым

Намоточные данные контурных катушек автомобильного приемника

Обозначение на схеме	Рабочий диапазон	Число витков	Провод	Тип намотки	Марка и размер сердечника, мм
L1	СВ	50 × 4, отв. от 19	ПЭВ-1 0,08—0,1	Внавал	М600НН 2,8 × 12
L2	КВ	16,5, отв. от 2	ПЭЛШО 0,23—0,29	Рядовая	М100НН 2,8 × 12
L3	СВ	29 × 3, отв. от 3	ПЭВ-1 0,1—0,12	Внавал	М600НН 8,6 × 4
L5	—	4	»	»	М600НН 2,8 × 12
L4	КВ	15,5, отв. от 2	ПЭЛШО 0,23—0,29	Рядовая	М100НН 2,8 × 12
L6	—	2	ПЭВ-1 0,1—0,12	»	»
L7	ПЧ	36 · 2	»	Внавал	М600НН 8,6 × 4
L8	—	35	»	»	М600НН 2,8 × 12

порошком. Экран должен иметь надежный электрический контакт с основанием. Собранный фильтр крепят в корпусе приемника винтами, проходящими в отверстия основания.

Вывод фильтра, соединяющий дроссель Др2 с разъемом Ш3, делают из гибкого экранированного провода. Оплетку надежно

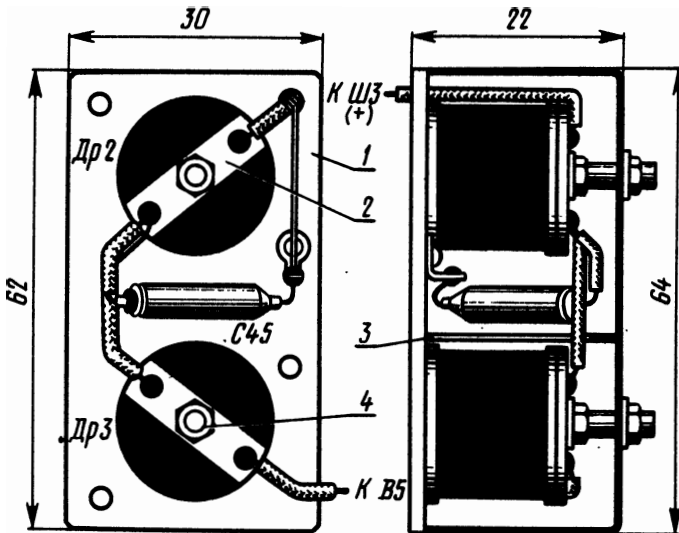


Рис. 44. Фильтр питания:

1 — основание; 2 — изоляционные планки; 3 — экран; 4 — винт

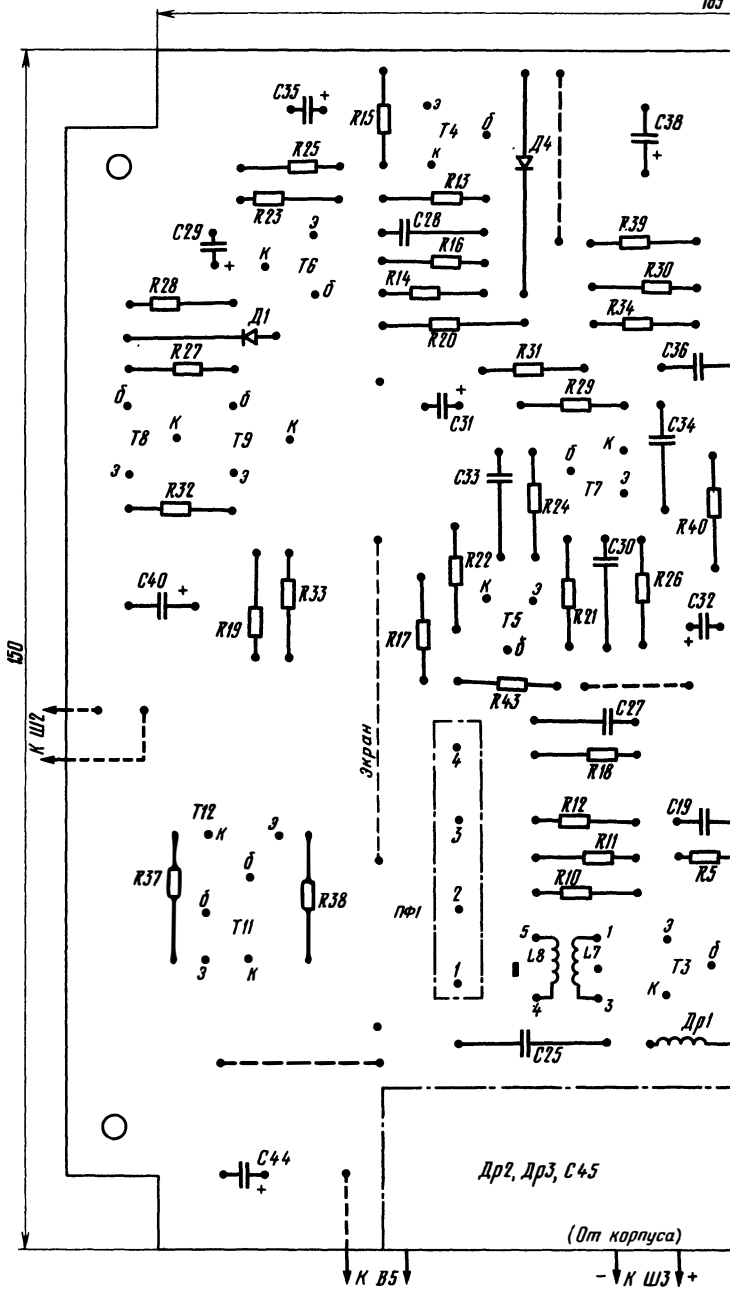


Рис. 45

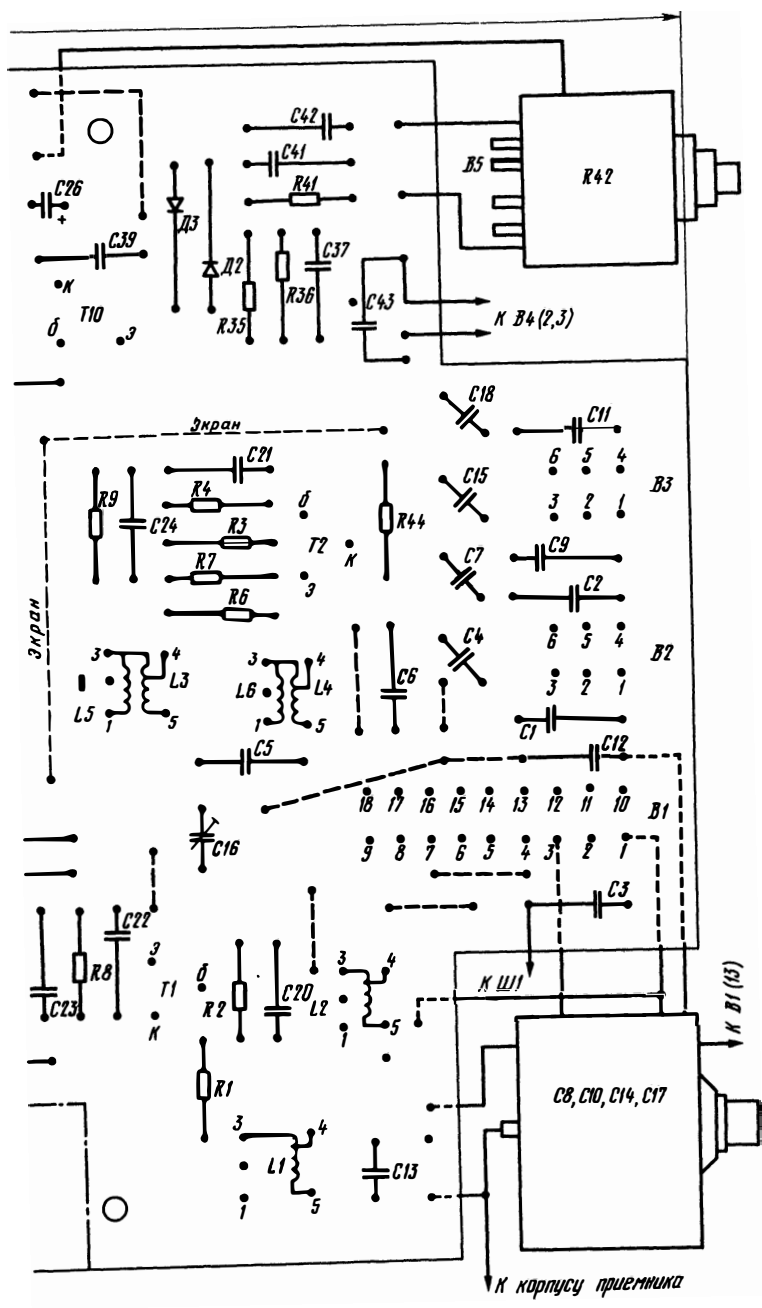


Рис. 45 (продолжение)

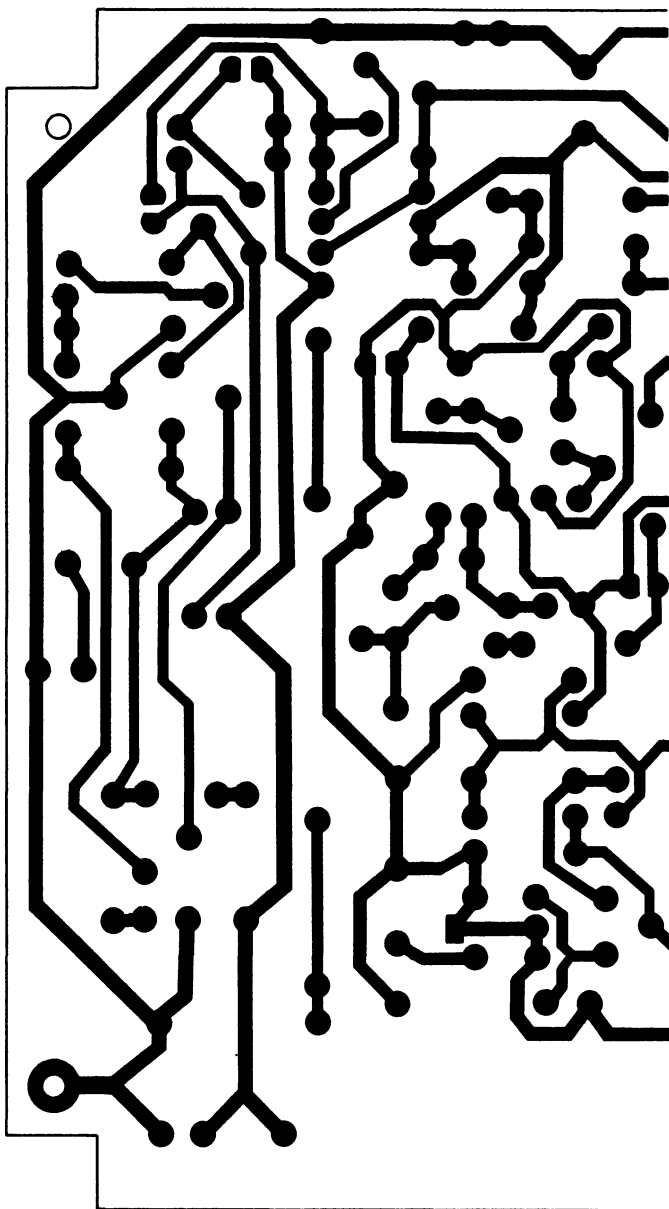


Рис. 45 (продолжение)

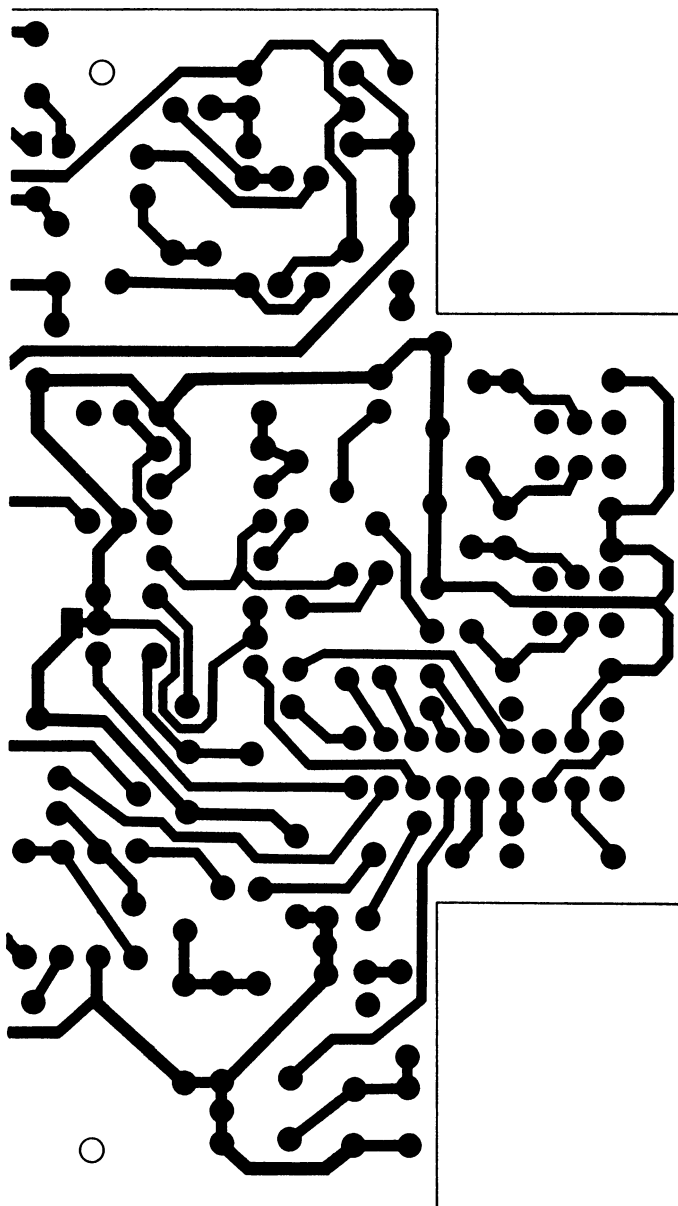


Рис. 45. Монтажная плата и схема соединений деталей

припаивают к лепестку, установленному на основании. Чтобы защитить ее от загрязнения и повреждений, на внешний отрезок провода надевают полихлорвиниловую трубку.

Монтажную плату печатного типа размером 165×150 мм изготавливают из фольгированного гетинакса или текстолита толщиной 1,5—2 мм. Если нужный материал отсутствует, ее изготавливают из обычного гетинакса, используя пустотелые заклепки и одножильный монтажный провод без изоляции. Компоновка деталей приемника и схема их соединений на плате показаны на рис. 45.

В правом верхнем вырезе платы, на передней стенке корпуса, установлены регулятор громкости (*R42*) и переключатель тембра *B4*, в нижнем — блок КПЕ (*C8C10C14C17*) и фальш-кнопка (см. рис. 41). На правой центральной площади платы размещен переключатель диапазонов *B1—B3*, а слева от него — гетеродин *T2* с контурными катушками *L3* и *L4*.

В нижней части, слева направо, скомпонованы входные контурные катушки *L1* и *L2*, усилитель ВЧ (*T1*), смеситель (*T3*) с контурной катушкой *L7* и пьезокерамическим фильтром *ПФ1*. Здесь же, на боковой стенке корпуса, установлен фильтр питания *Др2С45Др3*. Сверху фильтра последовательно размещены: первый (*T5*), второй (*T7*), выходной (*T10*) каскады усилителя ПЧ и детектор (*D1*, *D2*).

Левую часть платы занимают: конденсатор *C44*, блокирующий источник питания, выходной (*T11*, *T12*), предвыходной (*T8*, *T9*) и предварительные (*T4*, *T6*) каскады усилителя НЧ.

Выходной каскад усилителя НЧ вместе с разделительным конденсатором *C40* отделен от каскадов усилителя ПЧ вертикальным экраном (показан на рисунке тонкой пунктирной линией). Аналогичный Г-образный экран отделяет гетеродин от усилителя ПЧ и детектора.

Фольгированные соединения делаются как можно короче. Проводники, размещенные на плате со стороны установки деталей, показаны толстыми пунктирными, а остальные — сплошными тонкими линиями. Схема навесных соединений выполнена на переключателе диапазонов *B1—B3* (рис. 46). Правый ведущий шкив верньерного устройства (рис. 47) связан с ручкой настройки. Его изготавливают из бронзы или стали так, как показано на рис. 38. Ведущий шкив устанавливают на передней стенке корпуса с помощью стальной или латунной втулки, рассчитанной под развальцовку.

Ведомый шкив, закрепляемый на оси блока КПЕ, с проточкой для размещения тросика и отверстиями под пружины вытачивают из твердого алюминиевого сплава, а обводной ролик (на рисунке слева) — из изоляционного материала. Диаметр ведущего шкива (по проточке), обеспечивающий перемещение стрелки-указателя по шкале настройки в пределах 52 мм, составляет около 42 мм. Подшкальник изготавливают из алюминия толщиной 1,2—1,5 мм.

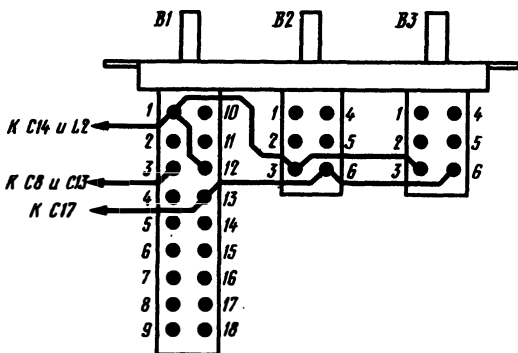


Рис. 46. Схема навесных соединений на переключателе диапазонов

Шкалу приемника выполняют из органического стекла толщиной 2 мм. Необходимые надписи гравируют на обратной стороне заготовки и затирают нитрокраской. После этого участок шкалы, предназначенный для просмотра стрелки-указателя настройки, закрывают полоской бумаги нужных размеров и всю поверхность покрывают краской, создающей общий фон. Чтобы защитная полоска не сместилась в процессе работы, ее можно временно приклеить резиновым клеем. После высыхания краски полоску удаляют.

Фальш-кнопку в правой части шкалы, поставленную для симметрии, изготавливают из цветного органического стекла или полистирола. Ее вклеивают в соответствующее отверстие в шкале с помощью дихлорэтана. Шкалу и наличник, изготовленный из тонкого алюминия, устанавливают на передней стенке корпуса с помощью четырех цилиндрических резьбовых колонок и винтов М2,5.

Транзисторы T_{11} , T_{12} выходного каскада усилителя НЧ устанавливают на задней стенке корпуса с помощью Г-образных теплоотводов из алюминия толщиной 2 мм. Теплоотводы изолируют от транзисторов слюдяными прокладками, а от крепежных винтов — гетинаксовыми или текстолитовыми шайбами и втулками.

Корпус приемника представляет собой прямоугольную короб-

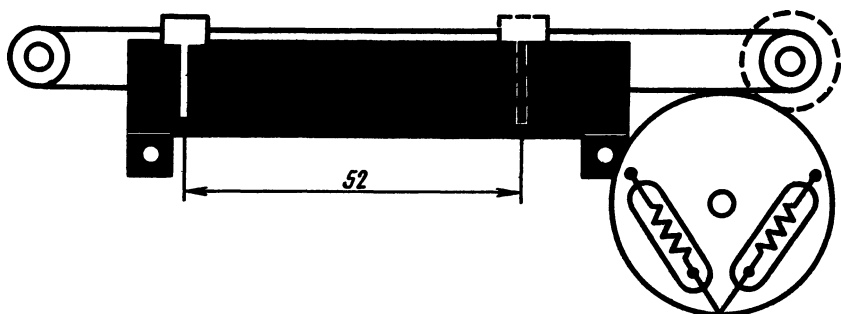


Рис. 47. Конструктивная схема верньерного устройства

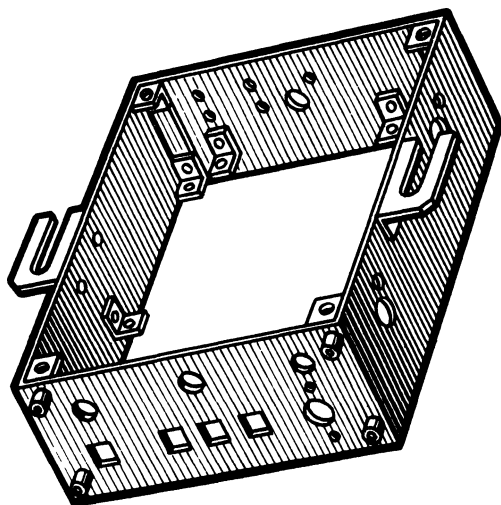


Рис. 48. Конструкция корпуса (со снятыми крышками)

ку со съемными крышками. Их изготавливают из алюминия толщиной 1,5—2 мм. Для крепления крышек и монтажной платы приемника к внутренним сторонам стенок приклепывают небольшие угольники с развальцованными резьбовыми втулками под винт М3. На внешних боковых стенках крепят кронштейны для установки приемника в автомобиле. Его внутренние размеры определяются размерами монтажной платы (рис. 48). Собранный корпус должен надежно экранировать монтажную плату и другие детали приемника от воздействия внешних помех.

Сборка и монтаж. Сборку и монтаж приемника выполняют в такой последовательности. Сначала на передней стенке корпуса устанавливают колонки для крепления шкалы настройки и наличника, переключатель тембра, переменный резистор, патрон лампы подсвета шкалы, подшкальник, ведущий шкив, обводной ролик и блок КПЕ с ведомым шкивом.

После этого на боковой и задней стенках размещают фильтр питания и с помощью металлических скоб закрепляют провода внешних соединений приемника с антенной, бортсетью и динамической головкой.

Антенный ввод делается коаксиальным кабелем. Необходимо учитывать, что кабель обладает относительно большой собственной емкостью, подключение которой ко входу приемника и антенне приводит к снижению уровня принимаемого сигнала. Поэтому отрезок кабеля, соединяющий антенну с приемником, должен иметь минимальную длину.

Соединение динамической головки с приемником выполняют таким же проводом, как и ввод питания. Его длина выбирается из расчета удобного размещения головки в салоне автомобиля. Так

как по проводу при работе приемника на максимальной мощности протекает значительный ток звуковой частоты, то во избежание потерь сечение провода выбирают не менее $0,3 \text{ мм}^2$.

К концу антенного кабеля припаивают штекерную часть какого-либо высокочастотного разъема, а к проводам питания и соединения приемника с динамической головкой — низкочастотного. Для этой цели можно использовать и небольшие вилки с гнездами, применяемые в промышленных стационарных приемниках для подключения встроенной антенны УКВ. Такие соединители необходимо несколько переделать, чтобы автоматически соблюдалась нужная полярность их включения. Ответные части высокочастотного разъема и соединителя питания устанавливают под приборной панелью автомобиля. Рядом с ними размещают предохранитель, включенный в незаземленный провод цепи. Ответную часть соединителя приемника с головкой закрепляют на отражательной доске. Чтобы вилки не выпадали из гнезд, целесообразно предусмотреть какие-либо проволочные пружинные замки, сходные по своей конструкции с держателем кожуха реле.

После этого на задней стенке корпуса устанавливают теплоотводы с закрепленными на них мощными транзисторами $T11$, $T12$, собранную плату приемника ставят на место и производят все навесные соединения жестким монтажным проводом.

Так как автомобильный приемник эксплуатируется в условиях сильных вибраций и тряски, к его конструкции и монтажу предъявляются повышенные требования. Детали, обладающие значительной массой (например, электролитические конденсаторы К50-6 большой емкости), дополнительно закрепляют на плате с помощью клея, фольгированные контактные площадки для низкочастотных транзисторов усиливают пустотелыми заклепками, а длинные соединительные проводники прикрепляют к корпусу. Для устранения произвольного вывертывания крепежных винтов и подстроечных сердечников контурных катушек, а также смещения роторов подстроечных конденсаторов их контрят краской. В последнем случае контрорку выполняют так, чтобы краска не попала в зазор между ротором и статором конденсатора и не изменила установленную емкость.

Налаживание. В собранном приемнике сначала устанавливают режимы транзисторов $T1$ — $T12$ по постоянному току в соответствии с данными, указанными на принципиальной схеме. Измерения проводят вольтметром авометра, включаемым между контролируемой цепью и «заземленным» проводом питания. Начинают работу с транзисторов $T11$, $T12$ выходного каскада усилителя НЧ. Напряжения, измеренные в точке симметрии выходного каскада, должны равняться половине напряжения источника питания. Добиваются этого подбором резистора $R19$. Затем резистором $R28$ устанавливают ток покоя транзисторов выходного каскада в пределах 6 – 8 мА . Если у транзисторов $T8$, $T9$ и $T11$, $T12$ коэффициенты передачи тока не менее 50 , то указанное значение тока можно снизить до 4 – 6 мА . В этом случае установка тока покоя автоматически

устраняет возможность возникновения искажений типа «ступеньки». Аналогичным образом, пользуясь регулировочными резисторами $R1$, $R3$, $R10$, $R13$, $R17$ и $R30$, обозначенными на принципиальной схеме звездочками, проверяют и устанавливают режимы работы остальных каскадов приемника и приступают к настройке тракта ПЧ.

Для этого на базу транзистора $T3$ смесителя с генератора ВЧ через разделительный конденсатор емкостью $0,033$ — $0,047$ мкФ подают промодулированный сигнал промежуточной частоты 465 кГц. Изменяя эту частоту в обе стороны от указанного значения, по максимальному напряжению на выходе приемника, измеряемому вольтметром переменного тока на звуковой катушке головки, находят собственную частоту настройки пьезокерамического избирательного фильтра $ПФ1$. Затем подстроечным сердечником контурной катушки $L7$ в резонанс на эту частоту настраивают контур $L7C25$:

Такую операцию проводят потому, что собственная частота настройки пьезокерамического фильтра может в установленных пределах (на ± 2 кГц) отличаться от промежуточной частоты 465 кГц и неправильная настройка контура $L7C25$ приведет к увеличению неравномерности в полосе пропускания усилителя ПЧ. С этой же целью настроенный контур желательно зашунтировать резистором сопротивлением 10 — 15 кОм.

Далее проверяют работоспособность усилителя ВЧ и гетеродина на диапазоне СВ и на каждом из поддиапазонов КВ. Входные сигналы с генератора ВЧ подают на разъем $Ш1$. Затем, пользуясь эквивалентом автомобильной антенны (рис. 49) или непосредственно телескопической антенной и соединительным коаксиальным кабелем, которые в дальнейшем будут эксплуатироваться вместе с приемником, производят настройку его высокочастотной части.

Ее начинают с диапазона СВ. Ротор блока КПЕ ставят в положение максимальной емкости конденсаторов настройки. На антенный вход приемника (разъем $Ш1$) с генератора ВЧ через эквивалент антенны подают сигнал с низшей частотой 515 — 520 кГц СВ диапазона и подстроечным сердечником катушки $L3$, настраивая контур $L3C10C12C16$ гетеродина, устанавливают наиболее низкочастотную границу СВ диапазона. Не изменяя частоты генератора ВЧ, подстроечным сердечником катушки $L1$ предварительно настраивают входной контур $L1C8C13$ на эту же частоту и снова подстраивают контур гетеродина.

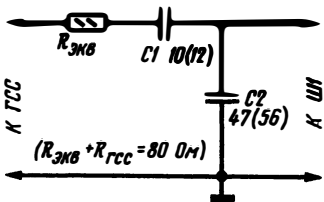


Рис. 49. Принципиальная схема эквивалента автомобильной антенны автомобиля «Жигули» (в скобках — «Москвич»)

Аналогично настраивают контуры на высокочастотном конце диапазона. Для этого ротор блока КПЕ ставят в положение минимальной емкости конденсаторов настройки. На антенный вход приемника с генератора ВЧ через эквивалент антенны подают сигнал частотой 1630 — 1650 кГц и подстроеч-

ным конденсатором $C16$, настраивая контур $L3C10C12C16$ гетеродина, устанавливают наиболее высокочастотную границу СВ диапазона. Не изменяя частоты генератора ВЧ, подстроечным конденсатором $C13$ производят предварительную настройку входного контура $L1C8C13$ на эту же частоту и снова подстраивают контур гетеродина.

Установив нужные границы СВ диапазона, выполняют сопряжение настроек входного и гетеродинного контуров. Для этого на вход приемника с генератора ВЧ подают сигнал частотой 570 кГц. Блоком КПЕ настраивают приемник на эту частоту. Затем подстроечным сердечником катушки $L1$ производят точную настройку входного контура $L1C8C13$ на низшую частоту сопряжения СВ диапазона.

Аналогично сопрягают настройки входного и гетеродинного контуров на высшей частоте. Для этого на вход приемника с генератора ВЧ подают сигнал частотой 1560 кГц. Блоком КПЕ приемник настраивают на эту частоту. Затем подстроечным конденсатором $C13$ производят точную настройку входного контура $L1C8C13$ на высшую частоту СВ диапазона. Для большей точности операции по сопряжению настроек повторяют 2—3 раза.

После этого приемник переключают на первый КВ поддиапазон 25 м. Ротор блока КПЕ ставят в положение максимальной емкости конденсаторов настройки. На антенный вход приемника с генератора ВЧ подают сигнал частотой 11,6 МГц и подстроечным сердечником катушки $L4$, настраивая контур $L4C2C7C17$ гетеродина, устанавливают наиболее низкочастотную границу КВ поддиапазона 25 м. Не изменяя настройки генератора ВЧ, подстроечным сердечником катушки $L2$ настраивают входной контур $L2C1C4C14$ и снова подстраивают контур гетеродина.

Для настройки контуров на высокочастотном конце поддиапазона 25 м ротор блока КПЕ ставят в положение минимальной емкости конденсаторов. На антенный вход приемника с генератора ВЧ подают сигнал частотой 12 МГц и подстроечным конденсатором $C7$, настраивая контур $L4C2C7C17$ гетеродина, устанавливают наиболее высокочастотную границу КВ поддиапазона. Не изменяя частоты генератора ВЧ, подстроечным конденсатором $C4$ настраивают входной контур $L2C1C4C14$ на эту же частоту и снова подстраивают контур гетеродина.

После этого приемник переключают на второй КВ поддиапазон 49 м. Ротор блока КПЕ ставят в среднее положение. На вход приемника с генератора ВЧ подают сигнал частотой 6,1 МГц и подстроечным конденсатором $C18$ настраивают на нее контур $L4C11C17C18$ гетеродина. Не изменяя частоты генератора ВЧ, на эту частоту подстроечным конденсатором $C15$ настраивают входной контур $L2C9C14C15$. Этой операцией настройку ВЧ части приемника заканчивают.

Практические советы. Автомобильный приемник можно эксплуатировать и в стационарных условиях, но вместо автомобильной телескопической антенны к нему подключают любую дру-

гую. Можно взять даже отрезок монтажного провода длиной 3—5 м.

Питание подают от сетевого стабилизированного источника тока, описание которого приведено ниже. В отдельных случаях для питания можно использовать батарею из последовательно соединенных гальванических элементов 373. С целью экономии питания напряжение батареи целесообразно снизить с 12,8 до 9 В. Это уменьшит максимальную выходную мощность приемника до 1—1,5 Вт и не слишком отразится на других электрических параметрах приемника.

По рассмотренной схеме можно собрать как стационарную, так и переносную конструкцию. В первом случае схему оставляют без изменения, а во втором (для уменьшения расхода питания) — исключают стабилитрон ДЗ, а выходной каскад усилителя НЧ собирают на транзисторах средней мощности типа ГТ402Б (*p-n-p*) и ГТ404Б (*n-p-n*) по схеме усилителя НЧ УКВ ЧМ приемника, описание которого приведено ниже. Головку 1ГД-36, имеющую сравнительно большие размеры, целесообразно заменить головкой 0,5ГД-21 или 0,5ГД-31. В качестве источника тока можно использовать батарею напряжением 9 В, набранную из шести последовательно соединенных гальванических элементов 343.

Некоторые изменения вносят и в высокочастотную часть приемника. Входные цепи диапазона СВ выполняют в виде магнитной антенны. Катушку *L1* наматывают на бумажном каркасе длиной 35—40 мм и размещают на ферритовом стержне диаметром 8 и длиной 160 мм из материала 400НН или 700НМ. Она должна содержать 70 витков ЛЭШО 10×0,07 (ПЭЛШО 0,23) с отводом от 6-го витка для связи со смесителем приемника.

Конструкция и намоточные данные гетеродинных катушек *L3* и *L5* СВ диапазона и коротковолновых катушек *L2*, *L4* и *L6* остаются без изменения. Отпадает необходимость в коммутации входных катушек *L1* и *L2*, так как на средних волнах прием будет осуществляться на магнитную антенну приемника, а на коротких — на телескопическую, подключаемую к входному контуру лишь через разделительный конденсатор *C3*.

Внешне приемник можно оформить так, как это указано на рис. 40, а кинематическую схему верньерного устройства заимствовать из рис. 38, *е*. Батарею питания следует разместить в нижней части корпуса приемника в специальном отсеке.

2. ПРИЕМНИК УКВ ЧМ

Краткая характеристика. Настольный приемник УКВ ЧМ (рис. 50) выполнен на 10 транзисторах и 4 диодах. Он предназначен для приема местных радиовещательных станций, работающих с частотной модуляцией сигнала на ультракоротких волнах. По своим высокочастотным параметрам приемник сходен с промышленным переносным приемником «Рига-302». Его рабочий диапа-

зон 4,11—4,56 м (73—65,8 МГц). Чувствительность при выходной мощности, равной 50 мВт, и отношении сигнал/шум 26 дБ не хуже 10 мкВ. Промежуточная частота 10,7 МГц. Усредненная крутизна скачков резонансной характеристики в интервале ослабления сигнала от 6 до 26 дБ не менее 0,15 дБ/кГц. Ослабление зеркального канала около 22 дБ.

Выходная мощность приемника при коэффициенте нелинейных искажений всего тракта усиления не более 6% около 350 мВт. Полоса эффективно воспроизводимых звуковых частот 100—7000 Гц. Приемник имеет раздельную плавную регулировку тембра по высшим и низшим звуковым частотам.

Питается приемник от источника тока напряжением 9 В, в качестве которого используется шесть соединенных последовательно гальванических элементов 373 («Марс», «Сатурн») или сетевой стабилизированный выпрямитель, рассчитанный на напряжение сети 127, 220 В. Ток, потребляемый при максимальной выходной мощности, не превышает 120 мА.

Прием станций производится на телескопическую антенну, конструкция которой обеспечивает ее установку под любым углом к плоскости корпуса и поворот вокруг оси на 360°, что необходимо для правильной ориентации антенны на принимаемую станцию. Система автоподстройки частоты (АПЧ) гетеродина значительно облегчает точную настройку на выбранную станцию. В приемник встроены электромеханические часы. Размер деревянного корпуса 360×150×100 мм, масса приемника около 3,5 кг.

Принципиальная схема. Приемник состоит из трех функцио-

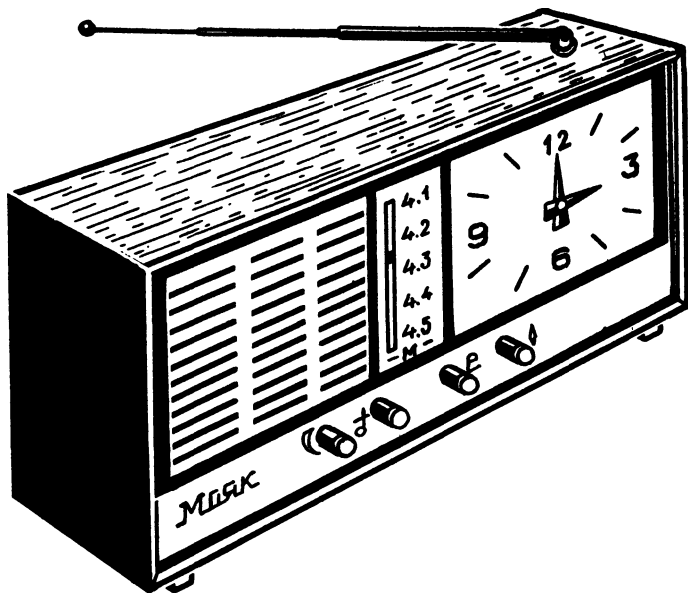


Рис. 50. Внешний вид приемника УКВ ЧМ

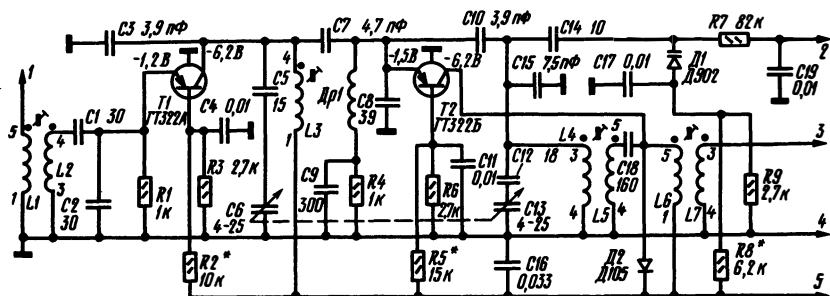


Рис. 51. Принципиальная схема блока ВЧ

нально законченных блоков: высокой частоты, промежуточной частоты и частотного детектора, низкой частоты.

Двухкаскадный блок ВЧ (рис. 51) выполнен на транзисторах $T1$, $T2$ и диодах $D1$, $D2$. Первый каскад, собранный на транзисторе $T1$, выполняет функцию резонансного усилителя ВЧ. Его входные цепи состоят из катушки $L1$ связи с антенной и контура $L2C1C2$, катушка $L2$ которого индуктивно связана с $L1$. Этот контур настроен на среднюю частоту 70 МГц рабочего диапазона приемника и имеет полосу пропускания 64—75 МГц, что охватывает весь частотный участок, отведенный для ЧМ радиовещания.

Посредством емкостного делителя, состоящего из конденсаторов $C1$ и $C2$, входной контур подключен ко входу усилителя — эмиттеру транзистора $T1$, включенного по схеме с общей базой, обеспечивающей более устойчивую работу каскада на частотах УКВ диапазона. Нужный режим работы транзистора по постоянному току устанавливается резистором $R2$. Нагрузкой усилителя ВЧ служит настраиваемый контур $L3C3C5C6$. Его настройку в пределах рабочего диапазона производят конденсатором переменной емкости $C6$. Через разделительный конденсатор $C7$ первый каскад усилителя ВЧ связан со вторым.

Второй каскад блока ВЧ ($T2$) выполняет функцию преобразователя частоты с совмещенным гетеродином. Для устранения фазового сдвига, возникающего в транзисторе при работе на частотах УКВ диапазона и способного вызвать искажения сигнала, на входе преобразователя частоты (эмиттер $T2$) включен высокочастотный корректирующий дроссель $Др1$. Режим работы транзистора по постоянному току устанавливается резистором $R5$. Гетеродин выполнен по схеме с индуктивно-емкостной обратной связью, осуществляемой с коллектора на эмиттер транзистора посредством катушки $L5$, индуктивно связанной с контурной $L4$, и конденсаторов $C18$ и $C10$. Параметры гетеродина определяет контур $L4C12C13C15$. В пределах рабочего диапазона приемника он настраивается конденсатором переменной емкости $C13$, объединенным в блок с конденсатором $C6$ настройки контура усилителя ВЧ.

Через конденсатор $C14$ к контуру подключен варикап $D1$, обе-

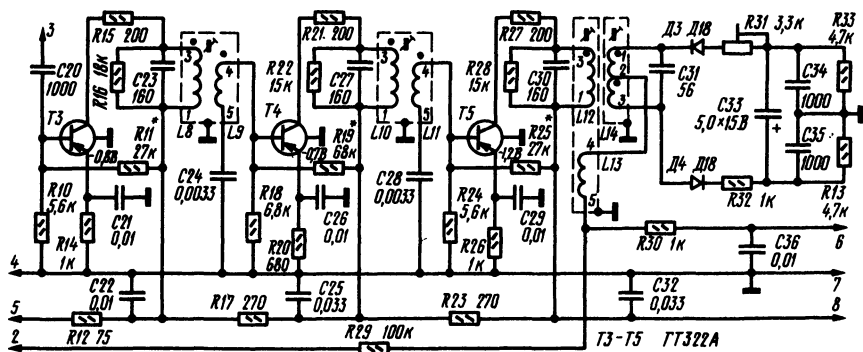


Рис. 52. Принципиальная схема блока ПЧД

спечивающий автоматическую подстройку частоты гетеродина на принимаемый сигнал. Начальный режим работы варикапа устанавливается резистором $R8$. Управляющее напряжение подается на его катод через развязывающий фильтр $R7C19$ с частотного детектора.

Нагрузкой преобразователя частоты служит контур $L6C18$, настроенный на промежуточную частоту 10,7 МГц. Параллельно контуру подключен диод $D2$, выполняющий функцию ограничителя амплитуды колебаний контура при поступлении большого входного сигнала. С помощью катушки связи $L7$, индуктивно связанной с контурной $L6$, блок ВЧ соединяется со входом усилителя промежуточной частоты.

Блок ПЧД (рис. 52) выполнен на транзисторах $T3—T5$, работающих в усилителе ПЧ и диодах $D3, D4$ —в частотном детекторе. Усилительные каскады однотипны. Транзисторы в них включены по схеме с общим эмиттером. Нагрузками каскадов являются одиночные резонансные контуры $L8C23, L10C27$ и $L12C30$, включенные через антипаразитные резисторы $R15, R21$ и $R27$ в коллекторные цепи транзисторов $T3, T4$ и $T5$. С целью расширения полосы пропускания усилителя ПЧ контуры зашунтированы резисторами $R16, R22$ и $R28$. Связь между усилительными каскадами осуществляется катушками $L9$ и $L11$, индуктивно связанными с контурными $L8$ и $L10$. Выходной каскад ($T5$) усилителя ПЧ индуктивно связан с частотным детектором. Достигается это соответствующим размещением контурных катушек $L12, L14$ и катушки связи $L13$. Для предотвращения паразитной связи между каскадами в мипусовый провод включены развязывающие фильтры $R17C22$ и $R23C25$.

Частотный детектор ($D3, D4$) выполнен по схеме симметричного дробного детектора. Через цепь коррекции предскажений, состоящую из резистора $R30$ и конденсатора $C36$, он связан со входом усилителя низкой частоты. Управляющее напряжение, используемое для автоподстройки частоты гетеродина, снимается с резистора $R30$.

Блок НЧ выполнен на транзисторах $T6—T10$ и диоде $D5$ (рис. 53). Усилитель четырехкаскадный, бестрансформаторный. Два первых каскада ($T6, T7$) — предварительного усиления, третий ($T8$) — предвыходной и четвертый ($T9, T10$ разных структур) — выходной. Их нагрузками служат резисторы $R40, R49, R50$ и головка $Гр1$.

Оба каскада предварительного усиления охвачены отрицательной обратной связью по переменному току через резисторы $R43$ и $R46$ (не зашунтированные конденсаторами) в цепях эмиттеров транзисторов $T6$ и $T7$. Последние три каскада ($T7, T8$ и $T9, T10$) охвачены отрицательной обратной связью по постоянному напряжению. Усилительные каскады развязаны по питанию между собой и другими каскадами приемника фильтрами $R37C38$ и $R48C43$.

Нужные режимы работы транзисторов устанавливают с помощью резисторов $R38$ и $R44$ в цепях смещения транзисторов $T6$ и $T7$. Регулировкой второго резистора достигается равенство падений напряжений на транзисторах $T9, T10$ выходного каскада усилителя, а с помощью резистора $R51$ устанавливается его ток покоя.

В каскаде ($T6$) стоят плавные регуляторы тембра по высшим и низшим частотам звукового диапазона. В первом случае для регулировки служит переменный резистор $R41$, включенный последовательно с конденсатором $C40$ в базовую цепь транзистора, а во втором — переменный резистор $R42$, который с последовательно включенным конденсатором $C42$ присоединен к цепи разделительного конденсатора $C41$.

Через разъем $Ш1$ и выключатель $B1$ к блоку НЧ, а равно и к другим блокам приемника подключается батарея питания $B1$.

Детали и конструкция. В приемнике применены постоянные резисторы типа ВС-125а; переменные СПЗ-4В (регулятор громкости с выключателем $B1$ батареи питания, СПЗ-4А (регулятор тембра высших частот $R41$), СП1 (регулятор тембра низших частот $R42$ с выключателем, рассчитанным на сеть переменного тока напряжением 127, 220 В), СПЗ-16 (регулируемый $R31$).

Постоянные конденсаторы: керамические КТ-1а, К10-7В (КЛС

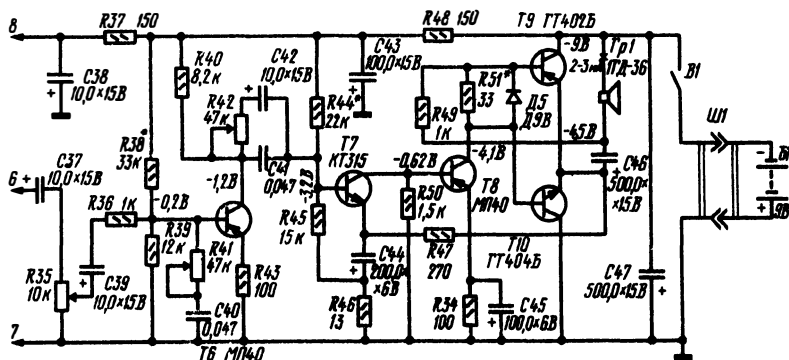


Рис. 53. Принципиальная схема блока НЧ

или КМ), электролитические К50-6. Блок конденсаторов переменной емкости типа КП4-4 для промышленных приемников с АМ и ЧМ диапазонами, например «Сокол-308». В нем используются секции с меньшей емкостью. Можно применить и блок КПТ-2 от промышленного приемника «Рига-302». В этом случае из схемы блока высокой частоты следует исключить последовательные сопрягающие конденсаторы $C5$ и $C12$, а номиналы параллельных — $C3$, $C15$ уточнить в процессе налаживания приемника.

Высокочастотные транзисторы типа ГТ322, маломощные низкочастотные — МП40, КТ315 (структуры $n-p-n$), средней мощности — ГТ402 ($p-n-p$) и ГТ404 ($n-p-n$) с близкими параметрами. Вместо них (кроме ГТ402 и ГТ404) можно применить транзисторы ГТ313, МП39, МП41 и другие аналоги. Высокочастотные диоды Д18, Д105, Д9 заменяются диодами Д20, Д101—Д104, Д2, а варикап типа Д902 варикапом Д901.

Динамическую головку прямого излучения типа 1ГД-36 с полным электрическим сопротивлением звуковой катушки 8 Ом, номинальной мощностью 1 Вт и диапазоном рабочих частот 100—12 500 Гц можно заменить головкой 1ГД-40Р. Телескопическая антенна взята от переносного приемника «Сокол-308» или малогабаритного телевизора «Юность». Электромеханические часы марки «Слава».

К самодельным деталям относятся контурные катушки и корректирующий дроссель, монтажные платы, экран блока ВЧ, верньерно-шкальное устройство, несущая рама, отсек питания и корпус приемника.

Контурные катушки усилителя ВЧ, гетеродина и усилителя ПЧ выполняют на готовых полистироловых каркасах диаметром 5 мм, общей высотой 18 мм. Диаметр их утолщенной части для фиксации в экране 7 мм, высота 5 мм. Каркасы снабжены резьбовыми подстроечными сердечниками $M4 \times 11,5$ мм из карбонильного железа МР20.

Следует иметь в виду, что у этих сердечников низкая прочность. В процессе регулировки они скалываются, а иногда и заклиниваются в каркасах. Поэтому в катушках ПЧ с относительно низкой рабочей частотой 10,7 МГц вместо сердечников из карбонильного железа целесообразно применить ферритовые, из материала 100НН, используемые в коротковолновых катушках приемников

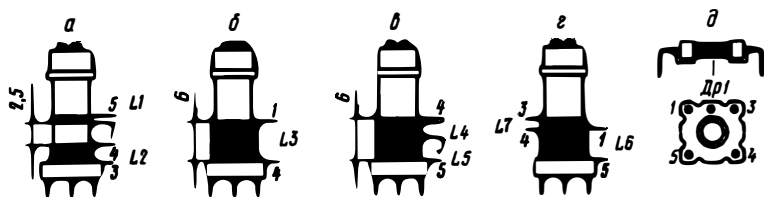


Рис. 54. Конструкция контурных катушек блока ВЧ:

а — входная; б — усилителя ВЧ; в — гетеродина; г — фильтра ПЧ; д — дросселя ВЧ

**Намоточные данные контурных катушек блока ВЧ
приемника УКВ ЧМ**

Обозначение на схеме	Число витков	Провод	Тип намотки	Марка и размер сердечника, мм
<i>L1</i>	2,75	ПЭЛШО 0,15	Рядовая	МР20 4×11,5
<i>L2</i>	5,25	»	»	»
<i>L3</i>	6,50	ПЭВ-1 0,49	»	»
<i>L4</i>	4,75	»	»	»
<i>L5</i>	2,5	ПЭЛШО 0,15	»	»
<i>L6</i>	18,75	»	»	»
<i>L7</i>	3	ПЭВ-1 0,1	»	»

Примечание. Контурные катушки *L3* и *L4* наматывают с шагом 1,5 мм.

АМ. Для их установки в утолщенной части каркаса необходимо вместо резьбы М4 нарезать резьбу М5.

Конструкция контурных катушек и корректирующего дросселя блока ВЧ показана на рис. 54, а намоточные данные приведены в табл. 10.

Каркасом для намотки корректирующего ВЧ дросселя *Др1* служит корпус постоянного резистора типа ВС-0,125а номиналом не менее 47 кОм. Обмотка содержит 25 витков провода ПЭВ-1 0,12—0,15. Ее концы припаивают к выводам резистора.

Намотку контурных катушек начинают у основания каркаса. Витки катушек, выполненные тонким проводом, скрепляют с каркасом клеем БФ-4, а толстым — нитками. Катушки не экранируют.

Монтажную плату блока ВЧ изготавливают из фольгированного гетинакса или текстолита толщиной 1,5 мм (рис. 55). В средней верхней части платы размещен блок КПЕ. В правом верхнем углу — входной контур; ниже — каскад (*T1*) усилителя ВЧ. В левом нижнем углу платы скомпонован каскад (*T2*) преобразователя частоты, а в левом верхнем — выходной контур ПЧ. Таким образом, выход и вход блока удалены на расстояние, обеспечивающее устойчивую работу его каскадов.

Ширина фольгированных проводников соединений около 1 мм. В отверстиях контактных площадок, предназначенных для соединения блока ВЧ с другими узлами и блоками приемника, развальцованы пустотелые заклепки. Пунктирными линиями на рисунке показаны конденсаторы АМ секций блока КПЕ (они не имеют позиционных обозначений).

Для уменьшения излучения высокочастотного напряжения гертеродина через антенну в эфир, что создает помехи окружающему приему, и повышения устойчивости работы каскадов блок ВЧ при-

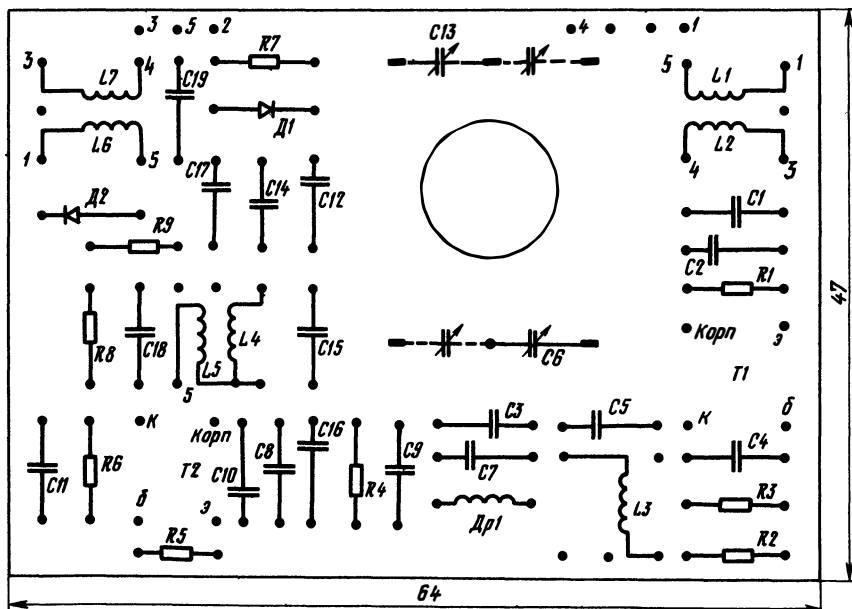
емника экранируют (рис. 56). Монтажную плату помещают в закрытый экран, изготовленный из латуни толщиной 0,35—0,5 мм. Экран состоит из двух частей: поддона 1 и кожуха 2. На том и другом имеются внутренние просечки 3, служащие для опоры кожуха на поддон и для установки печатной платы 4. К нижней части экрана она крепится винтами 5, являющимися одновременно и элементами крепления блока КПЕ. Для установки блока ВЧ на несущей раме приемника поддон снабжен лепестками 6. Кожух на поддоне крепится с помощью проволочных пружин 7.

Соединения каскадов блока ВЧ с другими каскадами приемника выполняют жестким монтажным проводом сечением 0,15 мм².

Контурные катушки усилителя ПЧ и частотного детектора в отличие от катушек блока ВЧ экранируют. Конструкция катушек и экранов блока ПЧД показана на рис. 57, а намоточные данные приведены в табл. 11.

Катушки L8, L9 первого каскада (ТЗ) и L10, L11 второго каскада (Т4) усилителя ПЧ помещают в закрытые экраны, а контурную L12 выходного каскада (Т5) усилителя ПЧ и связи L13 частотного детектора, а также L14 — в частично открытые (рис. 57, в), имеющие прямоугольное отверстие 8×7 мм. Доработанные экраны устанавливают на монтажной плате блока ПЧД так, чтобы стороны с отверстиями были обращены навстречу друг другу (рис. 57, г). В этом случае между катушками L12 и L14 обеспечивается необходимая прямая индуктивная связь.

Монтажную плату блока ПЧД выполняют из такого же материала, что и плату блока ВЧ. Плата (рис. 58) имеет вытянутую прямоугольную форму, что позволило расположить усилительные



Намоточные данные контурных катушек блока ПЧД приемника УКВ ЧМ

Обозначение на схеме	Число витков	Провод	Тип намотки	Марка и размер сердечника, мм
<i>L8</i>	18	ПЭЛШО 0,15	Рядовая	МР20 4×11,5
<i>L9</i>	3	ПЭВ-1 0,1	»	»
<i>L10</i>	18	ПЭЛШО 0,15	»	»
<i>L11</i>	3	ПЭВ-1 0,1	»	»
<i>L12</i>	18	ПЭЛШО 0,15	»	»
<i>L13</i>	6	ПЭВ-1 0,1	»	»
<i>L14</i>	15×2	ПЭЛШО 0,15	»	»

Примечания: 1. Контурную катушку *L14* наматывают одновременно в два провода. Конец первой обмотки соединяют с началом второй и используют в качестве среднего вывода.

2. Катушки помещают в экраны (*L12*, *L13* и *L14* — в доработанные).

каскады ПЧ и частотный детектор последовательно один за другим в «линию» и максимально удалить выход от входа блока. Фольгированные соединительные проводники, кроме общих цепей питания (2—3 мм), имеют ширину около 1 мм.

Аналогично сконструирована и монтажная плата блока НЧ (рис. 59). Фольгированные проводники общих цепей питания, а

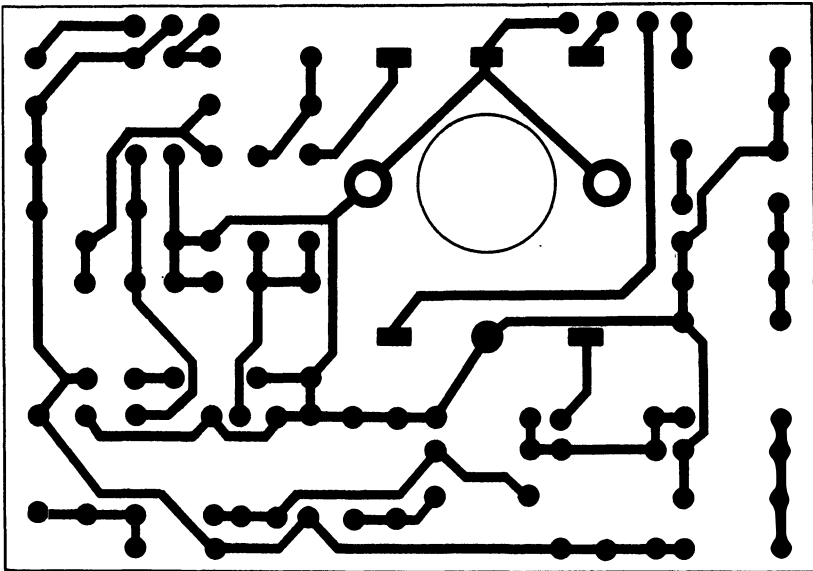
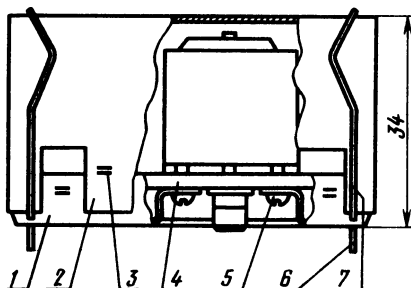


Рис. 55. Монтажная плата и схема соединений деталей блока ВЧ

Рис. 56. Конструкция блока ВЧ:
 1 — нижний экран (поддон); 2 — верхний экран (кожух); 3 — внутренние просечки (опоры печатной платы и кожуха); 4 — печатная плата; 5 — винт; 6 — лепесток; 7 — пружина



также эмиттеров и коллекторов транзисторов T_9 , T_{10} выполняют шириной 2—3 мм.

Верньерно-шкальное устройство приемника (см. рис. 38, *e*) собирают на несущей раме. Рамой может служить пластинка Т-образной формы, изготовленная из алюминия толщиной 2—2,5 мм, с отверстиями для установки блока ВЧ, деталей верньерно-шкального устройства, переменных резисторов регуляторов громкости и тембра.

Шкалу настройки щелевого типа выполняют гравировкой на пластинке из органического стекла с последующей затиркой надписей краской или вычерчивают на плотной бумаге и помещают между двумя пластинками из такого же материала.

Корпус приемника собирают и склеивают из фанеры толщиной 6—8 мм. Внешние стороны верхней и боковых стенок оклеивают шпоном дерева ценных пород или декоративной пластмассовой пленкой. В зависимости от мебели, входящей в интерьер помещения, где будет эксплуатироваться приемник, поверхность корпуса оставляют матовой или покрывают лаком.

Решетку, закрывающую отверстие под головку, подбирают готовую или изготавливают из твердого алюминиевого сплава толщиной 2,5—3 мм. После обработки щелевых отверстий лицевую поверхность тщательно полируют и покрывают бесцветным лаком. Нижнюю горизонтальную планку, предназначенную для установки ручек управления, изготавливают из такого же материала, но меньшей толщины, обрабатывают в продольном направлении наждачной бумагой, наносят краской нужные надписи и также покрывают

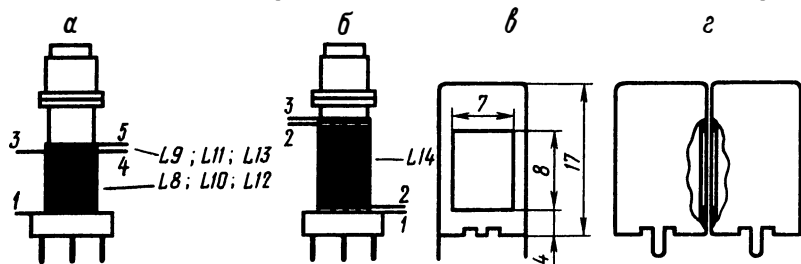


Рис. 57. Конструкция контурных катушек и экранов блока ПЧД:
 а — катушки L_8 — L_{11} ; б — катушка L_{14} ; в — экран катушек L_{12} , L_{13} и L_{14} ; г — экранная сборка

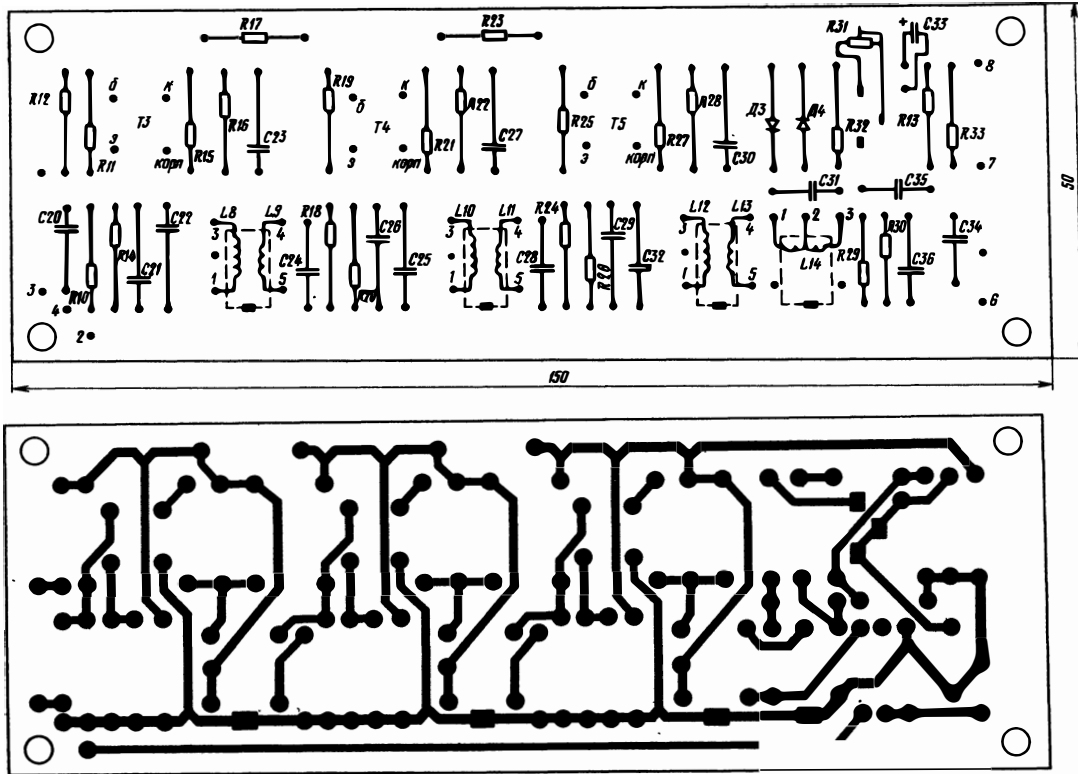


Рис. 58. Монтажная плата и схема соединений деталей блока ПЧД

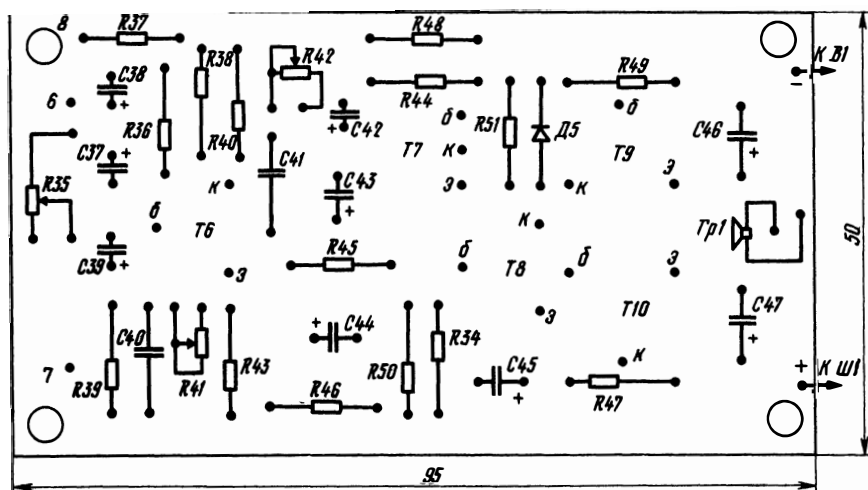
бесцветным лаком. Хороший эффект дает узкая темная рамка, обрамляющая циферблат часов, шкалу настройки и решетку.

На нижней стенке корпуса собирают отсек питания, обеспечивающий установку шести элементов типа «Марс» или «Сатурн». Пружинящие контакты изготавливают из листовой бронзы или лучше из стальной проволоки. Спиральные пружины желателен защитить от коррозии каким-либо гальваническим покрытием.

Сборка и монтаж. Узлы и блоки приемника устанавливают в корпус с помощью металлических колонок диаметром 6—8 мм. Чтобы колонки не вращались на крепежных винтах, на их торцах, обращенных в сторону стенок корпуса, надфилем делают диаметрально пропилены. При установке дополнительно применяют клей БФ-2, которым одновременно контрят и крепежные винты.

В центральной части корпуса размещают собранную несущую раму с блоком ВЧ, верньерно-шкальным устройством и переменными резисторами. На верхней стенке устанавливают блок ПЧД, а на боковой, со стороны головки — блок НЧ. Часы крепят так, чтобы обеспечивался свободный доступ к отсеку с элементом питания их электрической части, к ручкам регулировок хода и перевода стрелок. Электродинамическую головку перед креплением желателен зачехлить тонкой капроновой тканью, чтобы предохранить ее подвижную систему от запыления. Монтажные соединения выполняют проводниками такой длины, чтобы, снимая тот или иной блок, его не нужно было бы выпаивать из общей конструкции. Длинные проводники во избежание дребезжания при работе приемника закрепляют на стенках корпуса с помощью липкой ленты. Приемник закрывают задней стенкой, вырезанной из тонкой фанеры или прочного картона.

Наладивание. После проверки монтажных соединений контролируют и устанавливают режимы работы транзисторов Т1—Т10 по постоянному току. Делают это по каскадно с помощью вольт-



метра, авометра и регулировочных резисторов $R2$, $R5$, $R11$, $R19$, $R25$, $R38$, $R44$ и $R51$. Прибор включают между соответствующим выводом транзистора и «заземленным» проводом питания приемника.

Подбором резистора $R44$ напряжение в точке симметрии выходного каскада ($T9$, $T10$) усилителя НЧ устанавливают равным половине напряжения источника питания. Затем резистором $R51$ регулируют ток покоя этого же каскада. Он должен быть в пределах 2—3 мА. Контролируют его миллиамперметром, включенным в разрыв цепи коллектора транзистора $T9$ или $T10$. Заменяв миллиамперметр на вольтметр, подбором резистора $R38$ устанавливают напряжение на коллекторе транзистора $T6$ первого каскада предварительного усиления НЧ. Аналогично регулируют все остальные каскады приемника и проверяют работоспособность усилителя НЧ.

В качестве источника входного сигнала можно использовать работающий эталонный приемник (об этом рассказывалось выше) или радиотрансляционную сеть. Ее подключают ко входу усилителя НЧ через делитель напряжения (рис. 60). Он состоит из постоянного резистора $R1$, переменного $R2$ и разделительного конденсатора $C1$. Номинал резистора, указанный на схеме без скобок, предназначен для работы с напряжением в радиотрансляционной сети 15 В, а в скобках — 30 В.

Подавая через делитель на вход усилителя НЧ сигнал, обеспечивающий на звуковой катушке головки напряжение (измеренное вольтметром переменного тока) 1,8—2 В, соответствующее выходной мощности 350—400 мВт, прослушивают звуковую программу. Регуляторы тембра высших и низших звуковых частот должны находиться в положениях, обеспечивающих наиболее широкую полосу пропускания. Если будут наблюдаться заметные на слух искажения, необходимо более тщательно подобрать идентичную по основным параметрам пару транзисторов $T9$, $T10$. Если ис-

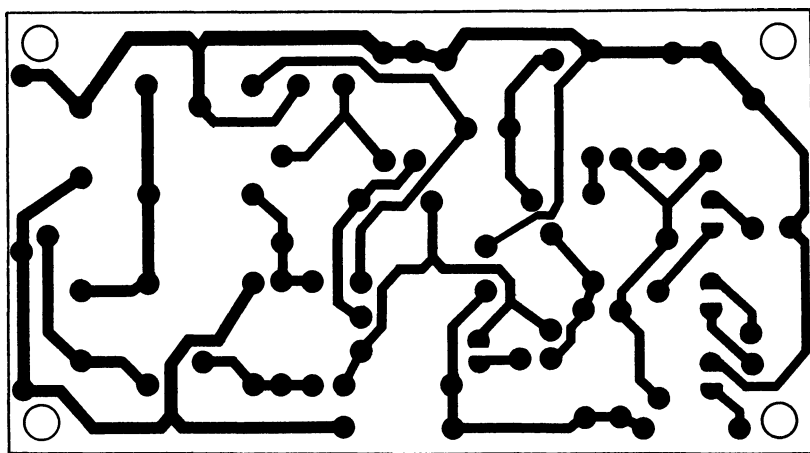


Рис. 59. Монтажная плата и схема соединений деталей блока НЧ

кажений на номинальной мощности нет, аналогичную проверку выполняют на минимальной мощности и при необходимости подбором резистора $R51$ увеличивают ток покоя выходного каскада до полного устранения искажений.

После этого приступают к налаживанию частотного детектора и усилителя ПЧ. В качестве источника сигнала используют эталонный приемник УКВ ЧМ, имеющий промежуточную частоту 10,7 МГц, или обычный АМ сигнал-генератор ВЧ. В первом случае способ налаживания аналогичен рассмотренному при налаживании супергетеродинного АМ приемника. Во втором — порядок наладки следующий.

Сначала настраивают частотный детектор. Для этого параллельно электролитическому конденсатору $C33$ (см. рис. 52), соблюдая полярность, подключают вольтметр постоянного тока на 3—5 В. На базу транзистора $T5$ через разделительный конденсатор емкостью 0,033—0,047 мкФ с генератора ВЧ подают немодулированный сигнал промежуточной частоты 10,7 МГц напряжением 15—30 мВ. Подстроечными сердечниками катушки $L12$ и $L14$ настраивают контуры $L12C30$ и $L14C31$, добиваясь максимального напряжения на вольтметре.

Далее вольтметр постоянного тока отключают от конденсатора $C33$ и на выход усилителя НЧ включают вольтметр переменного тока на 1—3 В. С генератора ВЧ на базу транзистора $T5$ блока ПЧД подают модулированный сигнал той же частоты и напряжения с глубиной модуляции 30%. Регулируя переменный резистор $R31$, добиваются минимального напряжения на выходе приемника, осуществляя тем самым подавление амплитудной модуляции на промежуточной частоте 10,7 МГц. Если это напряжение превышает 100—150 мВ, то необходимо подобрать диоды $D3$ и $D4$ частотно-детектора с идентичными обратными сопротивлениями и снова произвести регулировку.

Закончив эту операцию, вольтметр переменного тока отключают от выхода усилителя НЧ, а вольтметр постоянного тока на 1—3 В (желательно с нулем в середине шкалы) присоединяют к точке соединения резистора $R30$ с конденсатором $C36$ и «заземленному» проводу общего питания. С генератора ВЧ на транзистор $T5$ подают немодулированный сигнал той же частоты и напряжения. Затем, расстраивая генератор на 150—200 кГц в обе стороны от частоты 10,7 МГц, находят два максимума, фиксируемые вольтметром, и по точкам снимают характеристику частотного детектора (рис. 61). Полоса частот между максимумами должна составлять около 350 кГц, а прямолинейный участок характеристики частотно-детектора — около 120 кГц. Расположение максимумов относительно нуля должно быть симметричным, а напряжения в их точках не должны отличаться более чем на 10%.

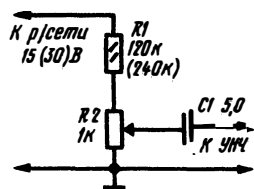


Рис. 60. Принципиальная схема делителя напряжения радиотрансляционной сети

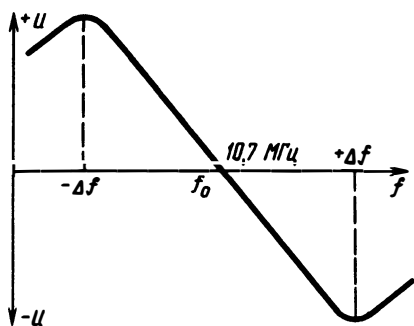


Рис. 61. Характеристика частотного детектора

ний вольтметра. Затем так же настраивают первый каскад усилителя ПЧ (*T3*), подавая сигнал напряжением 30—60 мкВ и регулируя подстроечный сердечник катушки *L8*.

Закончив налаживание частотного детектора и усилителя ПЧ, настраивают блок ВЧ (см. рис. 51). Сначала настраивают контур *L6C18* ПЧ преобразователя частоты. Контрольный вольтметр постоянного тока оставляют подключенным к конденсатору *C33*. На эмиттер транзистора *T2* через конденсатор емкостью 200—300 пФ с генератора ВЧ подают немодулированный сигнал частотой 10,7 МГц напряжением 200—500 мкВ и подстроечным сердечником катушки *L6* настраивают контур *L6C18* в резонанс.

Затем укладывают граничные частоты гетеродина, используя для этой цели гармоники основных частот генератора ВЧ. Входной сигнал частотой 65 МГц напряжением 50—60 мкВ подают на катушку *L1* связи с антенной и подстроечным сердечником катушки *L4* настраивают контур *L4C12C13C15* на низшую частоту рабочего диапазона гетеродина. Перестроив генератор ВЧ на частоту 74 МГц, подбором емкости конденсатора *C15* настраивают контур на высшую границу диапазона.

После этого настраивают усилитель ВЧ. Входной сигнал с генератора ВЧ частотой 67 МГц напряжением 10—15 мкВ через конденсатор емкостью 5,6 пФ подают на телескопическую антенну (при минимальной ее длине), соединенную с катушкой связи *L1*. Сердечником катушки *L3* сопрягают контур *L3C3C5C6* на низкочастотном участке рабочего диапазона. Перестроив генератор ВЧ на частоту 72 МГц, подбором емкости конденсатора *C3* сопрягают контур *L3C3C5C6* на высокочастотном участке диапазона. Для более точной настройки эти операции повторяют два-три раза. Налаживание приемника заканчивают настройкой входного контура *L2C1C2* на среднюю частоту рабочего диапазона 70 МГц.

Настройку ВЧ блока производят при выключенной системе АПЧ гетеродина. Для этого точку соединения резисторов *R7* и *R29* соединяют с «заземленным» проводом приемника.

После налаживания и проверки частотного детектора по каскадно настраивают усилитель ПЧ. Для этого, подключив к конденсатору *C33* вольтметр постоянного тока, через разделительный конденсатор емкостью 0,01—0,015 мкФ на базу транзистора *T4* блока ПЧ с генератора ВЧ подают немодулированный сигнал частотой 10,7 МГц напряжением 2—3 мВ. Регулировкой подстроечного сердечника катушки *L10* настраивают контур *L10C27* на максимум показаний

Закончив настройку высокочастотной части, приемник проверяют в работе с эфира, принимая радиовещательные ЧМ станции.

Практические советы. Так как приемник предназначен для работы в стационарных условиях, то его питание целесообразно осуществлять не только от батареи, но и от сети переменного тока напряжением 127 и 220 В.

С этой целью в конструкцию приемника встраивают стабилизированный источник питания, описание которого приведено в конце книги. Его собирают на небольшой монтажной плате, устанавливаемой в правой части корпуса около динамической головки. Здесь же размещают ввод сети переменного тока, предохранитель и переключатель питания (двухполюсный тумблер) «батарея — сеть», подключающий к приемнику элементы 373 или выпрямитель. Для включения сети используют выключатель, объединенный с переменным резистором, регулирующим тембр по низшим звуковым частотам.

Во избежание появления фона переменного тока сетевые проводники и понижающий трансформатор выпрямителя необходимо удалить от входа усилителя НЧ приемника и при необходимости выполнить экранированным проводом.

Для магнитофонных записей выход частотного детектора подключают к разъему, установленному со стороны задней крышки корпуса.

ПРИБОРЫ ДЛЯ ПИТАНИЯ И НАЛАЖИВАНИЯ ПРИЕМНИКОВ

В настоящем разделе книги приводятся описания сетевого источника питания и двух несложных измерительных приборов, позволяющих упростить процесс налаживания приемника и ориентировочно определить его основные высокочастотные электрические параметры. Рассматриваемые конструкции выполнены на распространенных радиодеталях и рассчитаны для самостоятельного изготовления радиолюбителями.

1. СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

Краткая характеристика. Стабилизированный источник питания собран на трех транзисторах и семи диодах. Он предназначен для проведения различных экспериментальных работ и питания собранных приемников. Выходное напряжение можно плавно регулировать от 2 до 15 В. Максимальный ток нагрузки 300 мА. Коэффициент стабилизации около 50. Напряжение пульсаций не более 15 мВ. Источник питания защищен от коротких замыканий и автоматически восстанавливает нужный режим работы после их снятия. Выпрямитель питается от сети переменного тока напряжением 127 или 220 В.

Принципиальная схема. Прибор (рис. 62) содержит низковольтный выпрямитель, собранный по мостовой схеме на диодах Д1 — Д4 и питаемый от сети переменного тока через понижающий трансформатор Тр1, и последовательный стабилизатор напряжения на составном транзисторе Т2Т3.

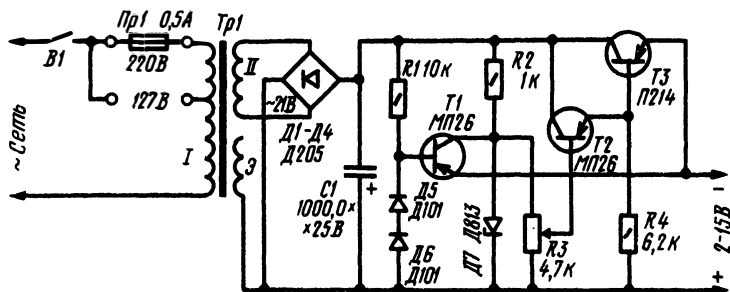


Рис. 62. Принципиальная схема стабилизированного источника питания

Система защиты от коротких замыканий в цепи нагрузки выполнена на транзисторе $T1$. В нормальном режиме стабилизатора транзистор $T1$ закрыт положительным напряжением, снимаемым с делителя напряжения питания $R1D5D6$. При перегрузке на выходе стабилизатора цепь эмиттера транзистора $T1$ замыкается на «+» схемы, что приводит к появлению отрицательного напряжения на его базе. Под воздействием этого напряжения транзистор системы защиты открывается, ток его коллектора резко возрастает. Это приводит к сильному увеличению падения напряжения на резисторе $R3$ в цепи делителя напряжения $R2R3D7$, к уменьшению напряжения смещения на базе транзистора $T2$, закрыванию регулирующего транзистора $T3$ и резкому ограничению тока, проходящего по закороченной цепи. После снятия перегрузки режим работы стабилизатора напряжения автоматически восстанавливается.

Детали и конструкция. Для сборки стабилизированного источника питания нужны постоянные резисторы типа МЛТ-0,25-0,5, переменный резистор СП-1 с линейной зависимостью изменения сопротивления от угла поворота движка. Электролитический конденсатор типа К50-6. Выпрямительные диоды $D1 - D4 - D202 - D205$, кремниевые диоды $D5, D6 - D101 - D106$, стабилитрон $D813$ или $814Д$. Маломощные низкочастотные транзисторы типа МП26А-Б, мощный — П213 — П214.

Понижающий трансформатор выполняют на магнитопроводе сечением 4 см^2 . Обмотка I содержит $1600 + 1172$ витка провода ПЭВ-1 0,12 и 0,1 на 127 и 220 В, а обмотка $II - 265$ витков ПЭВ-1 0,35—0,41. Между первичной и вторичной обмотками прокладывают экран — незамкнутый виток медной или латунной фольги. Теплоотвод транзистора и корпус источника питания изготавливают из алюминия толщиной 1,5—2 мм. Первый выполняют в виде угольника и слюдяными прокладками изолируют от корпуса. При компоновке деталей источника питания стабилизатор напряжения необходимо удалить от трансформатора.

Общие замечания. Для удобства работы стабилизированный источник питания целесообразно снабдить вольтметром и миллиамперметром с соответствующими пределами измерений или совместить эти функции в одном приборе, переключая его с одного вида измерения на другой с помощью кнопки. В последнем случае вольтметр включен постоянно и отключается лишь при измерении тока потребления. Для большей точности отсчета шкалу миллиамперметра целесообразно сделать на два предела, подобрав соответствующие шунты.

2. МИЛЛИВОЛЬТМЕТР В4

Краткая характеристика. Высокочастотный милливольтметр (рис. 63) представляет собой простой измерительный прибор, предназначенный для проверки работоспособности и налаживания ге-

теродина приемника. С его помощью можно определить наличие высокочастотного напряжения, его ориентировочное значение, проверить стабильность напряжения гетеродина в пределах рабочего диапазона приемника.

Частотный диапазон прибора 0,15—26 МГц. Измеряемое высокочастотное напряжение от 0 до 400 мВ (первый предел от 0 до 200, второй — от 0 до 400 мВ). Погрешность измерения на частотах рабочего диапазона 0,15—26 МГц при пользовании калибровочными таблицами составляет $\pm 15\text{--}20\%$.

Милливольтметр ВЧ снабжен стрелочным индикатором магнитоэлектрической системы, позволяющим вести непосредственный отсчет значения измеряемого напряжения, и выносным пробником со штекерным наконечником и зажимом типа «крокодил» для подключения к испытываемому каскаду. С предела измерения 0—200 на 0—400 мВ прибор переключают, переставляя штекерный наконечник в соответствующее входное гнездо Гн1 или Гн2.

Принципиальная схема. Милливольтметр ВЧ — это обычный высокочастотный диодный детектор, собранный по схеме с удвоением напряжения (рис. 64). Детектирование производится диодами Д1 и Д2, нагруженными на сопротивление рамки стрелочного магнитоэлектрического микроамперметра постоянного тока ИП1. Для устранения попадания высокочастотного напряжения в цепь рамки, что может вызвать искажения показаний микроамперметра, последний заблокирован конденсатором С1.

Измеряемое напряжение подается на детектор через разделительный конденсатор С2 и постоянные резисторы R1 и R2. На первом пределе измерения работает только резистор R1, а на втором — оба резистора. Для подключения милливольтметра служат не только гнезда Гн1 и Гн2, но и провод заземления «З», соединяемый с соответствующим проводом приемника.

Детали и конструкция. Для сборки милливольтметра ВЧ используют стрелочный микроамперметр постоянного тока М592 (с полным отклонением стрелки при токе, равном 50 мкА), высокочастотные диоды типа Д18 (их можно заменить на Д20, Д9 и Д2), конденсаторы К10-7В (КЛС или КМ), резисторы ВС-0,125а. На принципиальной схеме приведены стандартные номинальные значения резисторов 360 Ом и 4,3 кОм, лучше же иметь резисторы с сопротивлением 350 Ом и 4,35 кОм. Такие значения можно подобрать из резисторов с допуском $\pm 5\%$.

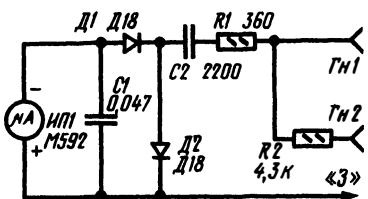


Рис. 64. Принципиальная схема милливольтметра ВЧ

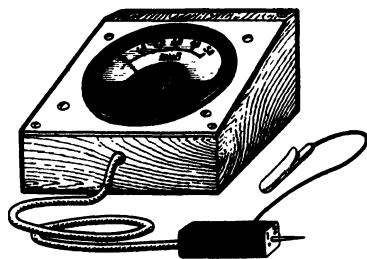


Рис. 63. Внешний вид милливольтметра ВЧ

Корпус прибора можно сделать из пластмассы, фанеры или листового алюминия. Печатную плату изготавливают из фольгированного гетинакса (лучше из стеклотекстолита) толщиной 1,5 мм. Размещение деталей милливольтметра ВЧ на плате и схема их соединений показаны на рис. 65. Размеры платы должны быть минимальными, так как от них зависят габариты пробника в целом и удобство работы с прибором. Учитывая, что на высоких частотах существенную роль играет емкость монтажа, определяющая значение входной емкости, контактные площадки для пайки выводов деталей и проводники соединений необходимо делать минимального диаметра и ширины, а корпуса деталей приподнимать на 2—3 мм над платой. В отверстия для пайки навесных проводников, соединяющих детектор со стрелочным прибором и зажимом типа «крокодил», устанавливают пустотелые заклёпки.

В качестве гнезд используют лепестки от панели для пальчиковых ламп или изготавливают их из хорошо пружинящего материала толщиной 0,2—0,25 мм. Штепсельный наконечник вытачивают из латунной проволоки. Он должен иметь ограничивающий бортик, не допускающий его проскакивания в гнездо.

Корпус пробника делают из полистирола или непрозрачного органического стекла. На внутренних сторонах длинных стенок прорезают пазы для закрепления печатной платы.

С микроамперметром пробник соединяют гибким монтажным проводом длиной 250—300 мм.

Общие замечания. Если для сборки использовались микроамперметр указанного типа и диоды Д18, то специальной калибровки не требуется. Пользуясь данными табл. 12, на шкале наносят нужные деления и надписи.

Если же применен микроамперметр или диоды другого типа, то прибор калибруют обычным способом с помощью высокочастотного генератора и эталонного милливольтметра. Делают это на нескольких частотах, например на 0,15; 0,5; 1; 10 и 26 МГц, и стро-

Таблица 12

Значения напряжений, соответствующие делениям на шкале микроамперметра

Деление шкалы ИП1	Напряжение, мВ (1 предел)	Напряжение, мВ (2 предел)
1	25	50
2	50	100
6	75	150
12	100	200
28	150	300
39	175	350
50	200	400

ят калибровочный график. Полученные данные позволяют вносить соответствующую поправку и значительно повысят точность измерения.

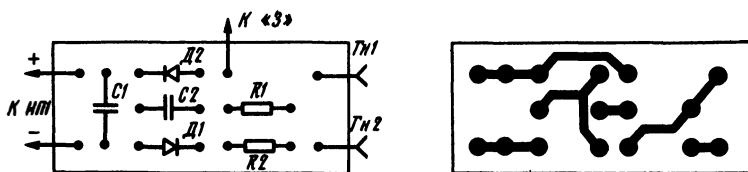


Рис. 65. Монтажная плата и схема соединения деталей милливольтметра

3. СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР ВЧ

Краткая характеристика. Высокочастотный измерительный сигнал-генератор (рис. 66) собран на трех транзисторах и предназначен для настройки и испытаний радиовещательных приемников. Его частотный рабочий диапазон лежит в пределах 0,15—26 МГц и разбит на пять отдельных поддиапазонов: 1—0,15—0,44; 2—0,44—1,2; 3—1,2—3,6; 4—3,6—10 и 5—10—26 МГц. Настройка в указанном интервале частот плавная.

Генерируемое высокочастотное напряжение близко по форме к синусоидальному. Его максимальное значение на выходе прибора около 100 мВ и может изменяться до единиц микровольт с помощью плавного регулятора и ступенчатого делителя напряжения.

Высокочастотное напряжение может быть промодулировано по амплитуде синусоидальным напряжением звуковой частоты 1000 Гц. Глубина модуляции регулируется в пределах от 0 до 80%. Выходное напряжение звуковой частоты используется для налаживания усилителей НЧ и регулируется от 0 до 1 В.

Сигнал-генератор ВЧ снабжен шкалой настройки, обеспечивающей непосредственный отсчет рабочей частоты, шкалами регуляторов высокочастотного и низкочастотного напряжений, позволяющими определить значение напряжения на выходе, выносным делителем для подключения к испытуемому приемнику, выключателем питания и модуляции.

Питается прибор от двух соединенных последовательно батарей 3336Л общим напряжением 9 В. Максимальный ток потребления около 5 мА. Прибор помещен в металлический корпус размером 195×130×100 мм. Масса с источником питания около 1,7 кг.

Принципиальная схема. Сигнал-генератор ВЧ (рис. 67) состоит из трех основных частей: высокочастотного генератора, низ-

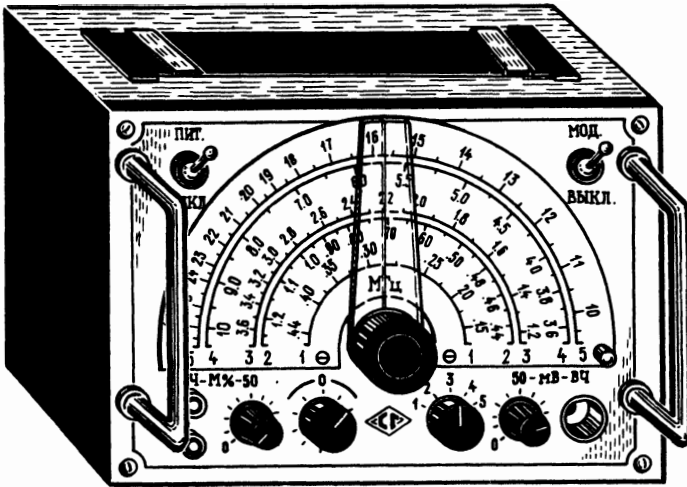


Рис. 66. Внешний вид сигнал-генератора ВЧ

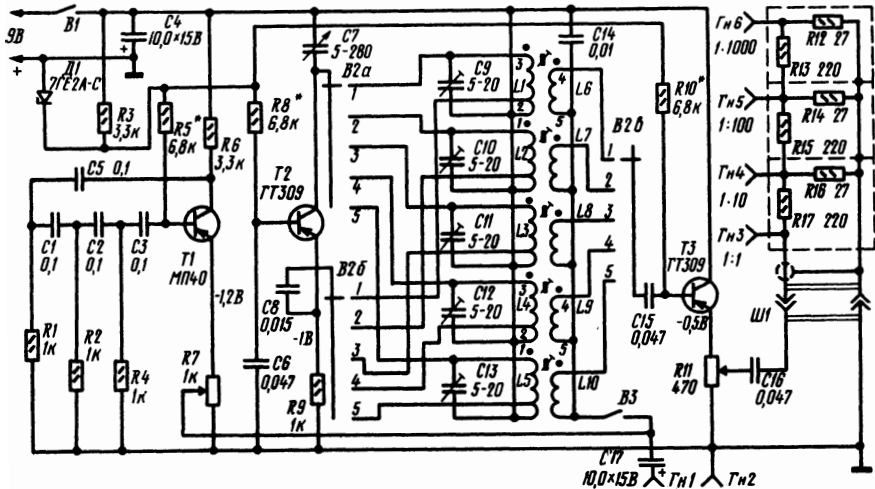


Рис. 67. Принципиальная схема сигнал-генератора

кочастотного и разделительного — буферного каскада. Генератор ВЧ собран на транзисторе Т2 по схеме с индуктивной обратной связью, обладающей сравнительно высокой стабильностью работы на частотах ДВ, СВ и КВ диапазонов.

Частотные параметры генератора определяют контуры рабочих поддиапазонов: первого — $L1C9C7$, второго — $L2C10C7$, третьего — $L3C11C7$, четвертого — $L4C12C7$ и пятого $L5C13C7$, коммутируемых вместе с катушками связи $L6—L10$ с помощью секций $B2a$ и $B2b$ переключателя $B2$. Плавная настройка контуров в пределах поддиапазонов производится конденсатором переменной емкости $C7$.

Через катушки связи $L6—L10$, индуктивно связанные с контурными, высокочастотное напряжение поступает на разделительный каскад, устраняющий влияние внешней нагрузки на параметры генератора ВЧ.

Разделительный каскад собран на транзисторе $T3$, включенном как эмиттерный повторитель. В цепи его эмиттера находится переменный резистор $R11$, выполняющий функцию плавного регулятора высокочастотного напряжения. Через разъем $Ш1$ выходное высокочастотное напряжение подводится к ступенчатому делителю, состоящему из постоянных резисторов $R12—R17$, обеспечивающих деление напряжения в 10, 100 и 1000 раз.

RC — генератор НЧ выполнен на транзисторе $T1$. Его частотные параметры определяются емкостями конденсаторов $C1—C3$, $C5$ и сопротивлений резисторов $R1$, $R2$ и $R4$. В эмиттерную цепь транзистора включен регулятор выходного напряжения — переменный резистор $R7$. Низкочастотное напряжение через разделительный конденсатор $C17$ подводится к гнездам $Гн1$ и $Гн2$, а через выключатель модуляции $B3$ и катушки связи $L6—L10$ — к базе транзистора $T3$, который, кроме функции разделительного буферного каскада, выполняет еще и функцию модулятора.

Нужные режимы работы транзисторов $T1—T3$ по постоянному току определяются напряжением смещения на их базах, которое стабилизируется стабилитроном $Д1$. В результате этого каскады сигнал-генератора ВЧ достаточно устойчиво работают при значительном снижении питающего напряжения, происходящего за счет разряда батареи. Режимы работы транзисторов $T1—T3$ устанавливаются подбором резисторов $R5$, $R8$ и $R10$.

Детали и конструкция. Для сборки сигнал-генератора используются постоянные резисторы ВС-0,125а, переменные СП-1А, постоянные конденсаторы К10-7В (КЛС и КМ), БМ-1, электролитические К50-6 и К50-3. В конденсаторе переменной емкости с твердым диэлектриком типа КП4-5 используется одна секция емкостью 5—280 пФ. Его можно заменить переменным конденсатором с воздушным диэлектриком КПЕ-2 такой же емкости, но больших размеров, что вызовет некоторое увеличение габаритов прибора или уменьшение размеров шкалы настройки сигнал-генератора ВЧ. Подстроечные конденсаторы типа КПК-МП-3 или КПК-МП. В последнем случае необходимо определить новые установочные места на печатной плате.

Переключатель диапазонов малогабаритный галетный типа П2Г от промышленного транзисторного приемника «Меридиан» или какой-либо другой на 5—6 положений и 3 направления. Переключатель желательно перебрать, оставив лишь три секции, что уменьшит усилие, необходимое для переключения, и улучшит фиксацию контактов в рабочем положении. Вместо низкочастотного транзистора МП40 можно использовать МП41, МП42 и другие аналоги, а вместо высокочастотных — ГТ310, ГТ313, ГТ322, П423. Селеновый стабилитрон 7ГЕ2А-С или 7ГЕ3А-С. В последнем случае значения подборочных резисторов $R5$, $R8$ и $R10$ следует изме-

нить в сторону увеличения сопротивления. Высокочастотный разъем *Ш1*, телефонные гнезда *Гн1*, *Гн2* и однополюсные выключатели (тумблеры) любого малогабаритного типа.

Контурные катушки *L1 — L10* наматывают на готовые каркасы. Их конструкция показана на рис. 68, а намоточные данные приведены в табл. 13. Для настройки катушек *L1*, *L2* используют ферритовые подстроечные сердечники из материала 600НН, *L3 — 100НН* и *L4*, *L5* из карбонильного железа марки МР20.

Все малогабаритные детали сигнал-генератора ВЧ смонтированы на трех печатных платах, показанных на рис. 69 и 70. На первой из них (рис. 69, а) собирают высокочастотный генератор и разделительный буферный каскад, на второй (рис. 69, б) — генератор звуковой частоты, на третьей (рис. 70) устанавливают контурные катушки *L1—L10* и подстроечные конденсаторы *C9—C13*. Платы изготавливают из фольгированного гетинакса или текстолита толщиной 1,5 мм. Для снижения емкости монтажа проводники соединений следует делать шириной не более 0,8—1 мм.

Основой для сборки сигнал-генератора ВЧ служит передняя стенка корпуса, которую изготавливают из твердого алюминиевого сплава толщиной 2—3 мм. Конденсатор переменной емкости *C7* устанавливают на угольнике на некотором расстоянии от стенки с таким расчетом, чтобы между ними можно было разместить конструктивные элементы верньера, который целесообразно собрать из зубчатых колес от какого-либо механизма, например часов. Ось ротора конденсатора следует удлинить, чтобы она прошла через переднюю стенку прибора и на ее конце можно было закрепить ручку грубой настройки с визиром-указателем. Эту механическую сборку необходимо выполнить особенно тщательно, так как от нее зависит точность калибровки шкалы сигнал-генератора ВЧ и ее сохранность в процессе эксплуатации прибора.

Шкалу настройки в зависимости от возможностей изготавливают из твердого алюминиевого сплава толщиной 1,2—1,5 мм или вычерчивают на плотной бумаге и закрывают наличником из прозрачного органического стекла толщиной 2—3 мм.

Визир-указатель частоты настройки вырезают из прозрачного органического стекла толщиной 3—4 мм. С обеих сторон детали наносят риски, необходимые для точной установки указателя на

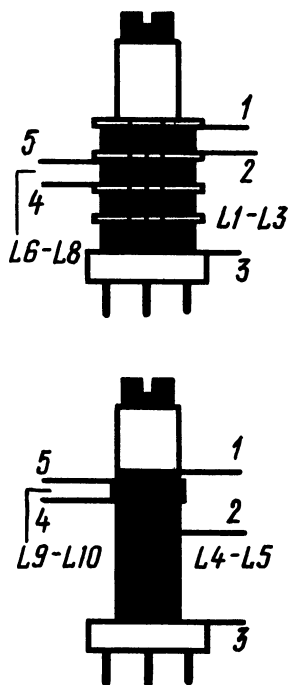


Рис. 68. Конструкция контурных катушек сигнал-генератора

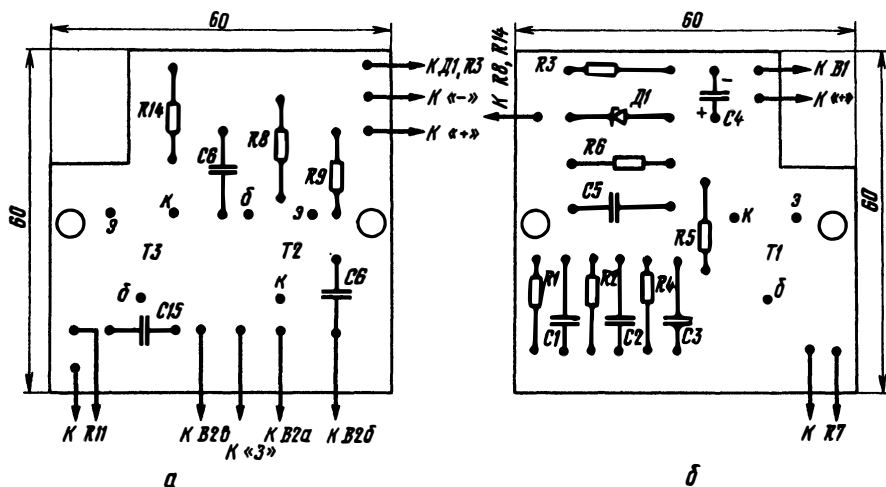
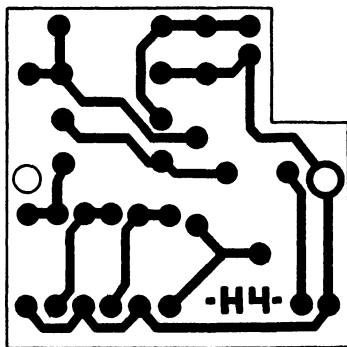
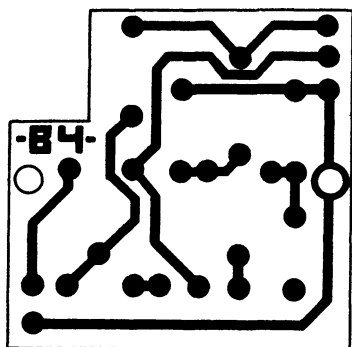


Рис. 69. Монтажные платы и схемы соединений деталей сигнал-генератора:

а — генератора и эмиттерного повторителя ВЧ; б — генератора НЧ

нужное деление шкалы настройки. Углубления затирают черной нитрокраской. В местах расположения полуокружностей, ограничивающих отдельные рабочие поддиапазоны, засверливают отверстия диаметром 1 мм, через которые с помощью острого металлического штифта на шкалу наносят метки в процессе градуировки прибора.

Кроме того, на передней стенке устанавливают шкалу настройки с ограничителями хода указателя, переменные резисторы регулировки высокочастотного и низкочастотного выходного напряжений, ручку точной настройки, переключатель поддиапазонов, розетку высокочастотного разъема, гнезда Гн1, Гн2 и выключатели источника питания и модуляции. Установку печатных плат «НЧ» и «ВЧ» выполняют с помощью резьбовых колонок, обеспечивающих

Намоточные данные контурных катушек сигнал-генератора ВЧ

Обозначение на схеме	Число витков	Провод	Тип намотки	Марка и размер сердечника, мм
L1	155×4, отв. от 25	ПЭВ-1 0,08—0,1	Внавал	M600НН 2,8×12
L6	30	»	»	»
L2	50×4, отв. от 10	»	»	»
L7	15	»	»	»
L3	18×4, отв. от 6	ПЭЛШО 0,12—0,15	»	M100НН 2,8×12
L8	8	ПЭВ-1 0,1—0,12	»	»
L4	31, отв. от 2	ПЭЛШО 0,23	Рядовая	MP20 M6×11,5
L9	4	ПЭВ-1 0,1—0,12	»	»
L5	6,5, отв. от 1	ПЭЛШО 0,23—0,29	»	»
L10	2	ПЭВ-1 0,1—0,12	»	»

Примечания: 1. Катушки L1, L2, L3, L6, L7, L8 закрепляют на каркасах клеем БФ-4, а L4, L5, L9, L10 — нитками.

2. Подстроечные сердечники MP20 аналогичны применяемым в контурных катушках ПЧ звука промышленных телевизионных приемников.

3. В каркасы катушек L1—L8 следует ввести дополнительный штырек из медной луженой проволоки диаметром 1 мм.

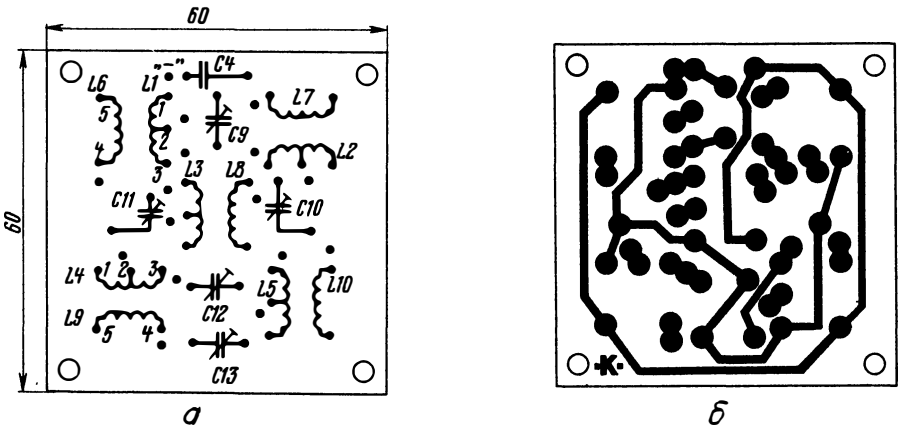


Рис. 70. Монтажная плата и схема соединений контурных катушек сигнал-генератора

между платами и поверхностью стенки зазор 6—8 мм. Плату «К» с контурными катушками устанавливают перпендикулярно передней стенке на металлических кронштейнах. Вся высокочастотную часть сигнал-генератора целесообразно закрыть съемным экраном-

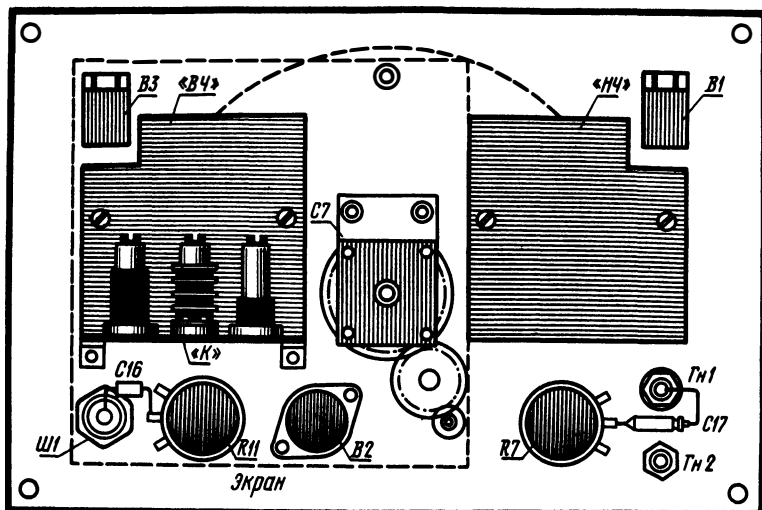


Рис. 71. Пример размещения деталей сигнал-генератора

кожухом из латуни или алюминия толщиной 0,5—1 мм, устраняющим возможность излучения напряжения ВЧ помимо выходного разъема.

Пример размещения деталей прибора на внутренней стороне передней стенки показан на рис. 71.

Корпус выносного делителя (рис. 72) изготавливают из листовой латуни толщиной 0,35—0,5 мм в виде небольшой прямоугольной коробки, разделенной на четыре отсека. В них размещают постоянные резисторы R_{12} — R_{17} и гнезда для подключения прибора к приемнику. Последние можно изготовить, используя шайбы из высокочастотного изоляционного материала (фторопласт, стеклотекстолит, гетинакс) и пустотелые заклепки с отверстием около 2 мм, под которые при развальцовке поджимают монтажные лепестки.

Делитель снабжают вилкой (для удержания в гнезде она должна иметь конусность) и проводником с зажимом типа «крокодил» для подключения к «заземленному» проводу налаживаемого приемника. Учитывая, что гнездо 1 : 1 делителя находится под сравнительно большим высокочастотным потенциалом, его при работе с другими гнездами следует закрывать металлической пробкой-заглушкой.

Это устранит возможность попадания сигнала ВЧ на налаживаемый приемник посредством прямого излучения. Соединительный коаксиальный кабель с многожильной центральной жилой должен иметь длину 0,8—1 м.

Корпус сигнал-генератора изготавливают из алюминия толщиной 1,5—2 мм, стремясь свести на нет все щели в стыках стенок и зазор между передней стенкой и корпусом. На задней стенке де-

лают отсек с контактными пружинами для установки и подключения батарей питания.

Здесь же целесообразно установить гнезда, позволяющие контролировать рабочее напряжение батарей, не вскрывая отсек питания.

Соединить источник тока с прибором можно с помощью пружинящих контактов или проводниками с небольшой вилкой и розеткой.

Все монтажные соединения между печатными платами, переключателем поддиапазонов, органами регулировки выходных напряжений, высокочастотной розеткой и гнездами для телефона выполняют проводниками из жесткого одножильного монтажного провода в хлорвиниловой изоляции. Высокочастотные цепи должны иметь минимальную длину. Для удобства монтажа проводники, соединяющие контурные катушки с переключателем поддиапазонов, сначала припаивают к опорным точкам печатной платы, а затем уже к лепесткам переключателя.

Проводники должны иметь длину, позволяющую снимать платы с кронштейна. Их не объединяют в общей жгуте, а располагают на некотором расстоянии один от другого. Благодаря этому снижается емкость монтажных соединений и уменьшается паразитная связь между работающими и неработающими высокочастотными цепями, которые могут вызвать возникновение нежелательных побочных резонансов в контурах близлежащих рабочих поддиапазонов.

Налаживание. Налаживание сигнал-генератора ВЧ производят по каскадно, начиная с генератора НЧ. Для этого к выходным гнездам $G_{н1}$ и $G_{н2}$ подключают электромагнитный головной телефон, например ТОН-2 или миниатюрный ТМ-2М, и, прослушивая звук частотой 1000 Гц, определяют работоспособность генератора НЧ. Громкость звука должна изменяться при вращении ручки плавного регулятора переносного резистора $R7$. Если генератор не работает, то необходимо увеличить напряжение смещения на базе транзистора $T1$, подобрав резистор $R5$ так, чтобы устойчивая генерация

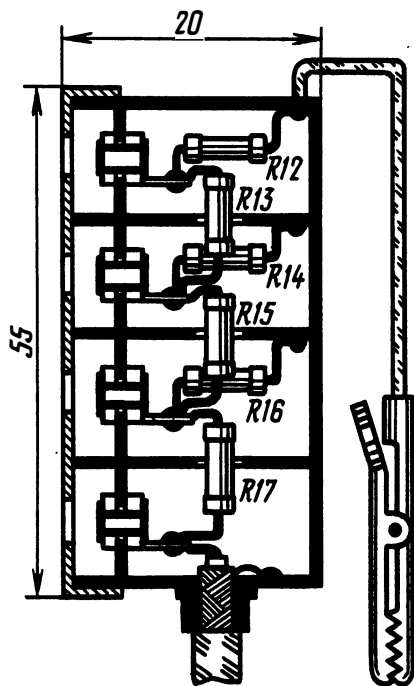


Рис. 72. Конструкция выносного делителя напряжения сигнал-генератора

каскада обеспечивалась при изменении питающего напряжения в пределах от 5 до 9 В. После этого вместо головного телефона к выходным гнездам подключают вольтметр переменного тока и контролируют напряжение звуковой частоты.

Его величина при номинальном напряжении питания 9 В должна составить около 1 В.

Затем приступают к налаживанию высокочастотной части прибора.

Проверив режим транзистора *T3*, подключив высокочастотный милливольтметр, например описанный в предыдущем разделе, к гнезду *1:1* выносного делителя и поставив движок плавного регулятора *R11* в положение максимального выходного напряжения (вверх на схеме рис. 67), по показаниям милливольтметра ВЧ определяют работоспособность генератора ВЧ в пределах каждого рабочего поддиапазона. При необходимости так же, как и в предыдущем случае, уточняют режим работы транзистора *T2*, подбирая нужное номинальное значение резистора *R8*.

Проверку работоспособности высокочастотного генератора производят при крайних значениях напряжения источника питания 5 и 9 В.

С помощью эталонного измерительного генератора или частотомера устанавливают частотные границы каждого рабочего поддиапазона, начиная с первого, наиболее низкочастотного, делая это так, чтобы наиболее высокая частота каждого предыдущего поддиапазона повторялась и являлась наиболее низкой частотой последующего.

Настройку рабочих контуров на низкочастотных участках поддиапазонов производят подстроечными сердечниками катушек *L1—L5*, а на высокочастотных — подстроечными конденсаторами *C9—C13*.

Если рабочий поддиапазон значительно шире нужного и ограничить его одним подстроечным конденсатором нельзя, то параллельно ему подключают конденсатор постоянной емкости с таким номинальным значением, чтобы нужная частота устанавливалась при среднем положении ротора подстроечного конденсатора. При невозможности установить частоту нижней границы поддиапазона изменяют число витков соответствующей контурной катушки.

Закончив укладку граничных частот рабочих поддиапазонов, приступают к выбору оптимальной величины обратной связи генератора ВЧ. Для этого к выходу сигнал-генератора снова подключают высокочастотный милливольтметр и, изменяя частоту настройки, контролируют величину генерируемого напряжения.

Разница напряжений, измеренных на концах и в середине поддиапазона, не должна превышать 20—30%. Если этого не получается, то в разрыв соответствующей цепи обратной связи следует

включить постоянный резистор (величину его подбирают экспериментально) и уточнить число витков отвода от работающей контурной катушки.

Добившись нужной стабильности высокочастотного напряжения в пределах поддиапазона, переходят к ограничению максимального выходного напряжения прибора.

Выполняют это подбором витков катушек связи L_6 — L_{10} и включением в разрыв их цепей постоянных резисторов. Максимальное высокочастотное напряжение на гнезде $1:1$ выносного делителя при номинальном напряжении питания 9 В не должно превышать 100 мВ, что позволяет прокалибровать шкалу переменного резистора R_{11} и производить непосредственный отсчет выходного напряжения.

После всех перечисленных операций еще раз тщательно проверяют настройку контуров и градуируют шкалу прибора, нанося такое количество меток, чтобы они обеспечивали нормальную работу, но не затрудняли чтение шкалы. Шкалу регулятора глубины модуляции R_4 калибруют в процентах с помощью электронного осциллографа.

Градуировку шкалы сигнал-генератора, естественно, с меньшей точностью можно произвести и по шкале всеволнового промышленного приемника.

Работа с прибором. С помощью сигнал-генератора ВЧ можно проводить ориентировочные измерения основных электрических параметров приемника: чувствительности, избирательности по соседнему и зеркальному каналам и эффективности действия автоматической регулировки усиления.

Чувствительность приемника измеряют при отношении сигнал/шум 20 дБ (10 раз) и выходной мощности 5 или 50 мВт. Первое значение выбирают для приемников с усилителями НЧ мощностью менее 300 мВт, а второе — для более мощных.

При испытании приемника с телескопической антенной высокочастотный сигнал с генератора подают на антенну с вдвинутыми звеньями, пользуясь эквивалентом антенны — конденсатором емкостью 5,6—8,2 пФ. Если же в приемнике магнитная антенна, то измерения производят с помощью рамки стандартного поля. Напряжение на выходе приемника контролируют вольтметром переменного тока, подключенным параллельно звуковой катушке головки.

Регулятор тембра должен находиться в положении, соответствующем максимальному усилению тракта (узкая полоса пропускания). Система АРУ выключена.

Чувствительность измеряют в трех точках рабочего диапазона: в середине, на верхнем и нижнем участках, несколько отступив от граничных частот. Регулятор громкости приемника устанавливают в положение, соответствующее максимальному усилению.

С генератора ВЧ подают сигнал нужной частоты, промо-

дулированный звуковой частотой 1000 Гц с глубиной модуляции 30%.

Величина сигнала должна быть такой, чтобы на выходе приемника обеспечивалась выходная мощность 5 или 50 мВт. Затем модуляцию выключают и измеряют уровень собственных шумов приемника.

После этого снова включают модуляцию. Приемник более тщательно настраивают на рабочую частоту высокочастотного сигнала и измеряют чувствительность в данной точке диапазона.

Численно она равна величине сигнала на входе приемника, если отношение полезного сигнала к шумам на его выходе будет составлять указанное выше значение.

После измерения чувствительности переходят к измерению избирательности по соседнему каналу. Изменяя частоту генератора ВЧ на ± 10 кГц, увеличивают сигнал на его выходе так, чтобы напряжение на выходе приемника обеспечивало мощность 5 или 50 мВт, то есть измеряют чувствительность при расстройке. Отношение этой чувствительности к чувствительности приемника на основной частоте, выраженное в децибелах, является величиной избирательности приемника по соседнему каналу. За истинную величину избирательности принимают наименьший полученный результат.

Избирательность приемника по зеркальному каналу измеряют так же, как и в предыдущем случае, только частоту настройки генератора ВЧ выбирают выше основной на удвоенную промежуточную частоту приемника. Следует заметить, что эта избирательность уменьшается с ростом рабочей частоты и имеет наихудшее значение на высокочастотном конце коротковолнового диапазона.

Эффективность действия АРУ, как правило, измеряют на частоте сигнала 1000 кГц. Отключенную систему восстанавливают.

На вход приемника подают модулированный сигнал с глубиной модуляции 30%, напряжением 3—5 мВ/м и точно настраиваются на нужную частоту. Затем величину входного сигнала увеличивают до 100 мВ/м.

Регулятором громкости устанавливают такое напряжение на выходе приемника, при котором обеспечивается номинальная мощность.

После этого входной сигнал уменьшают в 20 раз (26 дБ) до 5 мВ/м и измеряют напряжение на выходе приемника.

Отношение напряжений на выходе приемника при сигнале на его входе, равном 100 мВ/м и 5 мВ/м, выраженное в децибелах, будет характеризовать действие АРУ.

При измерении перечисленных выше параметров с помощью сигнал-генератора ВЧ и рамки стандартного поля следует руководствоваться следующими правилами. Испытываемый приемник размещают на осевой линии, проходящей через центр рамки и перпен-

дикулярной ее плоскости таким образом, чтобы расстояние от последней до середины антенной катушки рабочего диапазона составляло 1 м.

Подав с генератора на рамку нужные по частоте, модуляции и напряжению сигналы, производят соответствующие измерения. Отсчет величины рабочего высокочастотного напряжения, выраженного в мкВ или мВ, производят непосредственно по шкалам аттенюаторов выхода прибора. А величину напряженности поля определяют как отношение напряжения к расстоянию в 1 м, получая значения, выраженные в мк/В или мВ/м.

В случаях, когда рамку стандартного поля и испытываемый приемник разместить на расстоянии 1 м друг от друга не представляется возможным, выбирают расстояние, равное 0,42 м. При этом учитывают, что напряженность поля возрастает в 10 раз.

В заключение книги остается пожелать читателям хороших творческих успехов в радиолюбительской деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

Я. К. Трохименко. Радиоприемные устройства на транзисторах. Киев, «Техника», 1972.

Каскады радиоприемников на транзисторах. М., «Энергия», 1974.

И. Ф. Николаевский, Д. В. Игуменов. Параметры и предельные режимы транзисторов. М., «Советское радио», 1971.

Проектирование радиовещательных и телевизионных приемников. М., «Энергия», 1971.

В. Д. Екимов, К. М. Павлов. Проектирование радиоприемных устройств. М., «Связь», 1970.

Е. Б. Гумеля. Налаживание транзисторных приемников. М., «Энергия», 1971.

В. А. Васильев. Простые транзисторные супергетеродины. М., «Энергия», 1971.

В. П. Морозов. Налаживание радиолюбительских приемников на транзисторах. М., ДОСААФ, 1970.

А. Г. Соболевский. Вы хотите сконструировать приемник. М., «Связь», 1971.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Приемник прямого усиления	5
1. Характеристика и схема приемника	5
2. Детали приемника	9
3. Макетирование приемника	14
4. Определение площади монтажной платы	17
5. Компоновка деталей на плате	19
6. Изготовление монтажной платы	22
7. Подготовка, сборка и монтаж деталей на плате	26
8. Налаживание приемника	28
9. Советы по усовершенствованию ВЧ тракта приемника	30
10. Технологические советы	37
Супергетеродинный приемник	39
1. Характеристика и схема приемника	39
2. Детали приемника	42
3. Макетирование приемника	45
4. Компоновка деталей на плате	46
5. Налаживание приемника	47
6. Советы по усовершенствованию приемника	52
7. Высокочастотные узлы и тракты приемника	58
8. Верньерное устройство	69
9. Вопросы технической эстетики и эргономики	72
Конструкции супергетеродинных приемников	76
1. Автомобильный приемник	76
2. Приемник УКВ ЧМ	94
Приборы для питания и наладивания приемников	110
1. Стабилизированный источник питания	110
2. Милливольтметр ВЧ	111
3. Сигнал-генератор ВЧ	114
Литература	126

Михаил Михайлович Румянцев
ТРАНЗИСТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ

Редактор *Л. И. Карнозов*
Художник *А. И. Простов*
Художественный редактор *Т. А. Хитрова*
Технический редактор *С. А. Бирюкова*
Корректоры *Е. А. Макарова, В. Д. Синева*

Г-90722. Сдано в набор 1/VIII 1977 г. Подписано в печать 27/X 1977 г. Изд. № 2/1197. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 2. Тираж 300 000 экз. Цена 60 коп. Усл. п. л. 8,0. Уч.-изд. л. 8,30. Зак. 432. Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР, 107066, Москва, Б-66, Новорязанская ул., д. 26.

Ордена Трудового Красного Знамени типография издательства ЦК КП Белоруссии, Минск, Ленинский проспект, 79.

60 коп.