

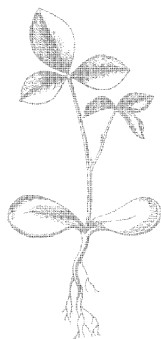
В.А.ЛОМАНОВИЧ

ПРОСТЫЕ УКВ
ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИЕ
ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ
РАДИОСТАНЦИИ

В. А. ЛОМАНОВИЧ

ПРОСТЫЕ УКВ
ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИЕ
ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ
РАДИОСТАНЦИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1960



СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
1. Любительская радиостанция на диапазон 28,0—29,7 Мгц	5
2. Любительская радиостанция на диапазон 144—146 Мгц	35
3. Любительская радиостанция на диапазон 420—435 Мгц	52
4. Простой передатчик для управления по радио	70
5. «Бесшумный» сверхрегенеративный приемник на диапазон 144—146 Мгц	77
6. Простые приборы для налаживания радиостанций	84
Приложения	91

Ломанович Виктор Александрович

ПРОСТЫЕ УКВ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ РАДИОСТАНЦИИ

Редакторы *Ф. Е. Годинер* и *Н. В. Казанский*

Худож. ред. Б. А. Васильев Техн. ред. Ф. Я. Файншмидт

Корректор *М. А. Заозерская*

Подписано к набору 19/II—1960 г. Подписано к печати 2/VI 1960 г.
Бумага $84 \times 108^{1/32}$ 3,00 физ. п. л. = 4,920 усл. п. л. Уч.-изд. л. = 4,628
Г-62977 Изд. № 1/1867 Тираж 40 000 экз. Цена 1 р. 50 к.
Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26

Типография Изд-ва ДОСААФ, г. Тушино. Зак. 462

ВВЕДЕНИЕ

Техника сверхвысоких частот, или, как ее часто называют, техника УКВ, в современной радиотехнике занимает большое и почетное место.

В наше время она стала совершенно самостоятельным разделом общей радиотехники. С каждым днем расширяются области применения ультракоротких волн, ведется непрерывная работа по дальнейшему освоению все более высоких частот.

На первом этапе исторического пути развития радиотехники в эфире безраздельно господствовали длинные волны, и связь на большие расстояния могла осуществляться лишь с помощью сверхмощных передатчиков со сложными и громоздкими антенными системами. В 20-х годах нашего столетия в эфире появились первые любительские коротковолновые радиостанции, и после их опытов стало ясно, что связь между любыми точками земного шара можно вести с помощью маломощных коротковолновых передатчиков и весьма простого антенного устройства.

В дальнейшем развитие техники метровых и дециметровых волн сделало возможным телевидение, радиолокацию и радиоастрономию, а в наши дни уже идут успешные работы по осуществлению систем радиовидения на миллиметровых волнах.

С каждым годом уменьшаются длины волн, используемых для практических целей. Академик В. А. Котельников подсчитал, что в среднем за каждое минувшее семилетие длина самых коротких из освоенных радиоволн уменьшалась в десять раз. Если эта закономерность сохранится на ближайшее время, то к концу семилетки ра-

диотехника вторгнется в область невидимых инфракрасных лучей.

Несмотря на то, что многие сотни научно-исследовательских институтов занимаются изучением УКВ, еще далеко не все особенности их открыты и изучены, а области их применения не исчерпаны.

Одной из важнейших задач, стоящих перед советскими радиолюбителями в текущей семилетке, является дальнейшее освоение волн метрового и дециметрового диапазонов.

В предлагаемой брошюре приводится описание простых любительских радиостанций, предназначенных для ведения радиотелефонных связей на любительских УКВ диапазонах — 28,0—29,7, 144—146 и 420—435 *Мгц*, а также описание простого передатчика на диапазон 144—146 *Мгц*, предназначенного для радиоуправляемых моделей и телеметрических устройств.

Большинство описываемых конструкций демонстрировалось на всесоюзных радиовыставках и получило там высокую оценку.

Прежде чем приступить к постройке передатчика, независимо от его мощности, назначения и рабочих частот, необходимо через местный радиоклуб ДОСААФ получить в соответствующем управлении связи разрешение на постройку и эксплуатацию радиостанции. Без этого разрешения постройка и дальнейшая эксплуатация передающей аппаратуры категорически запрещается.

I. ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ РАДИОСТАНЦИЯ НА ДИАПАЗОН 28,0—29,7 Мгц

СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ РАДИОСТАНЦИИ

Принципиальная схема радиостанции приведена на рис. 1. Радиостанция состоит из передатчика, собранного на трех пентодах — L_1 (6Ж4), L_2 (6П9), L_3 (6П9) — и стабилитроне L_4 (СГ4С), и приемника, работающего на двух лампах — пентоде L_7 (6Ж4) и двойном триоде L_8 (6Н8).

Прием и передача на этой радиостанции не могут вестись одновременно, но предусмотрено включение задающего генератора для настройки на частоту корреспондента. Переход с передачи на прием осуществляется с помощью переключателя $P_{1a}—P_{16}$. В положении «Передача» к выходу передатчика подключается антенное устройство и подается питание на анодно-экранные цепи ламп $L_1—L_3$. Газоразрядный стабилитрон L_4 (СГ4С) также оказывается подключенным к цепи высокого напряжения R_7 и R_8 . Он используется для поддержания постоянства напряжения на экранной сетке лампы L_1 . В положении «Прием» антенное устройство переключается на вход приемника, а анодное напряжение — на лампы L_7 и L_8 . В среднем положении переключателя $P_{1a}—P_{11}$ антенное устройство закорачивается на «землю», а анодное напряжение выключается.

Задающий генератор передатчика собран по схеме с емкостной обратной связью (лампа L_1 6Ж4). Эта схема проста в налаживании, не требует применения особо высококачественных деталей и обеспечивает вполне доста-

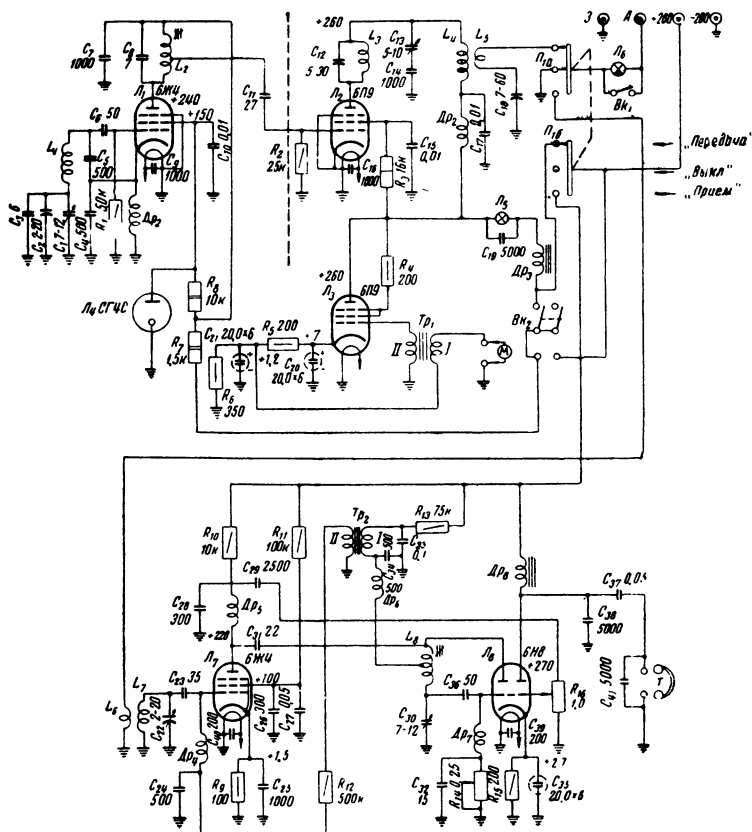


Рис. 1. Принципиальная схема радиостанции на диапазон 28,0—29,7 Мгц.

точную стабильность генерируемых колебаний. Колебательный контур задающего генератора составлен из катушки L_1 и конденсаторов C_1, C_2, C_3, C_4 и C_5 . Для повышения стабильности частоты задающего генератора общая емкость колебательного контура выбрана значительной и, кроме того, параллельно конденсаторам C_1 и C_2 включен компенсирующий конденсатор C_3 , обладающий отрицательным температурным коэффициентом. Плавное перекрытие полосы частот десятиметрового любительского диапазона осуществляется с помощью конденсатора переменной емкости C_1 . Емкость этого кон-

денсатора берется небольшая, что при полном повороте ручки настройки от 0 до 180° обеспечивает изменение частоты колебаний задающего генератора в пределах 14 000—14 850 кГц. Специальное верньерное устройство для замедления вращения конденсатора настройки в этом случае не нужно.

В анодной цепи лампы задающего генератора включен контур, состоящий из катушки индуктивности L_2 и конденсатора C_8 , настроенный на середину десятиметрового любительского диапазона (28 850 кГц). Величина напряжения высокой частоты на контуре L_2C_8 на краях диапазона (28,0—29,7 МГц) при этом получается не менее 12—15 в, что вполне обеспечивает нормальную работу оконечного каскада передатчика в режиме усиления на всех частотах десятиметрового диапазона.

Такой двухконтурный задающий генератор передатчика по своим данным почти равноценен двухламповому задающему генератору с одноконтурным возбудителем и буферным каскадом. Использование в задающем генераторе схемы с электронной связью, при которой возбудитель работает как бы с заземленным по высокой частоте анодом (считая за анод экранную сетку лампы L_1), позволяет получить одновременно умножение частоты. Благодаря этому уменьшается общее число каскадов передатчика и сохраняется стабильность частоты, свойственная многокаскадному передатчику с умножением частоты.

Напряжение высокой частоты с контура L_2C_8 через конденсатор C_{11} поступает на сетку лампы L_2 (пентод 6П9), работающей в оконечном каскаде передатчика. Оконечный каскад передатчика собран по схеме последовательного питания. Необходимое напряжение смещения на управляющую сетку лампы L_2 задается за счет падения напряжения на сопротивлении R_2 , стоящем в сеточной цепи этой лампы. Колебательный контур оконечного каскада передатчика составлен из катушки индуктивности L_4 и конденсаторов C_{13} , C_{14} . Конденсатор C_{14} , включенный последовательно с конденсатором переменной емкости C_{13} , служит для предохранения источника высокого напряжения от короткого замыкания при пробое (или случайном замыкании пластин) конденсатора C_{13} .

Последовательно с контуром $L_4C_{13}C_{14}$ в анодную цепь лампы L_2 включен контур L_3C_{12} , используемый как

фильтр для подавления помех телевидению, создаваемых передатчиком. Несмотря на простоту, подобный фильтр позволяет получить некоторое ослабление гармоник на выходе передатчика и тем самым обеспечивает подавление помех телевидению, создаваемых во время работы передатчика.

Высокочастотный дроссель Dr_2 и блокировочный конденсатор C_{17} защищают цепи питания от проникания в них напряжения ВЧ. Связь оконечного каскада передатчика с антенной индуктивная. Последовательно с катушкой связи L_5 включен подстроечный конденсатор C_{18} , с помощью которого производится настройка антенной цепи. Лампочка накаливания L_6 , включенная в антенную цепь, используется в качестве индикатора настройки. Тумблер Bk_1 служит для закорачивания лампочки L_6 после окончания настройки.

Двухполюсный тумблер Bk_2 позволяет включать задающий генератор передатчика во время приема. Это необходимо для производства точной настройки своего передатчика на частоту корреспондента.

Второй пентод L_3 (6П9) используется в схеме передатчика как усилитель низкой частоты — модулятор. Угольный микрофон, преобразующий звуковые колебания в электрические, включен в цепь первичной обмотки трансформатора Tr_1 . Необходимое для нормальной работы модулятора отрицательное напряжение смещения на управляющую сетку лампы L_3 задается автоматически за счет падения напряжения на сопротивлениях R_5 и R_6 , включенных в цепь катода этой лампы. Часть этого напряжения, снимаемого со средней точки сопротивлений R_5 и R_6 , используется для питания микрофона. Сопротивление R_6 , шунтирующее микрофонную цепь трансформатора Tr_1 , служит также для ограничения тока, текущего через микрофонный капсюль.

Анодно-экранные цепи лампы L_2 (усилитель мощности) и L_3 (модулятор) питаются через модуляционный дроссель Dr_3 . При таком включении напряжение на аноде лампы L_2 будет меняться в такт с изменениями напряжения низкой частоты, образующегося на модуляционном дросселе Dr_3 . Величина переменного падения напряжения на дросселе Dr_3 будет находиться в строгой зависимости от всех изменений анодного тока, текущего через модуляторную лампу L_3 и управляемого напря-

жением звуковой частоты из микрофонной цепи. Напряжение на анодах ламп L_2 и L_3 при модуляции также будет изменяться. Эти изменения соответствуют изменениям тока, протекающего через лампу L_2 . Как следствие изменений тока и напряжения на лампе усилителя мощности L_2 изменится амплитуда высокочастотных колебаний в контуре $L_4C_{13}C_{14}$, т. е. будет происходить модуляция высокой частоты звуковой. Такую схему называют схемой анодной модуляции. Она получила широкое распространение благодаря простоте и хорошему качеству модуляции при высоком к.п.д. у модулируемого каскада.

Отрицательное напряжение смещения на управляющую сетку лампы L_2 выделяется на сопротивлении R_2 при прохождении через него сеточного тока этой лампы.

Лампочка накаливания L_5 , включенная последовательно с дросселем Dr_3 в анодно-экранные цепи ламп L_2 и L_3 , выполняет роль индикатора при настройке контура $L_4C_{13}C_{14}$ в резонанс с высокочастотными колебаниями, поступающими на управляющую сетку лампы L_2 от задающего генератора L_1 . Момент резонанса определяется по минимуму свечения лампочки L_5 , что будет соответствовать минимальному анодному току лампы L_2 . Во время работы передатчика с помощью этой лампочки осуществляется контроль за работой модулятора. Яркость свечения лампочки будет меняться в такт колебаниям звуковой частоты, поступающим из микрофонной цепи. Во избежание перегорания лампочки L_5 от наводки токов высокой частоты она блокирована конденсатором C_{10} . Вместо лампочки накаливания L_5 можно использовать миллиамперметр постоянного тока с пределом измерений до 100 *ма*, например магнитоэлектрический миллиамперметр типа М-55. Прибор устанавливается на вертикальной панели шасси радиостанции. Плюсовой конец прибора подключается к дросселю Dr_3 , а минус — к общей точке соединения сопротивлений R_3R_4 и дросселя Dr_3 . Прибор, так же как и лампочка L_5 , блокируется конденсатором C_{10} . Настройка передатчика при применении миллиамперметра значительно проще.

Рассмотрим более подробно схему радиостанции при приеме.

Принятый антенной сигнал поступает через контакты переключателя $П_1$, находящегося в положении «Прием», на катушку индуктивности L_6 , связанную с катушкой L_7 ,

входящую во входной колебательный контур приемника L_7C_{22} . Наивыгоднейшая величина связи между катушками L_6 и L_7 подбирается путем изменения расстояния между их витками и перемещения катушки L_6 на катушке L_7 таким образом, чтобы получить наивыгоднейшую величину связи контура с антенной, при которой громкость принимаемого сигнала будет наибольшей. Таким же образом подбирается точка присоединения конденсатора C_{23} , стоящего в цепи управляющей сетки лампы \mathcal{L}_1 , к катушке L_7 . При подборе ее следует руководствоваться тем соображением, что чем к меньшей части витков катушки L_7 (по отношению к шасси) будет подключена управляющая сетка лампы \mathcal{L}_7 , тем меньше будет сказываться шунтирующее действие входного сопротивления лампы на добротность контура L_7C_{22} . Однако при этом одновременно будет уменьшаться и напряжение высокой частоты, подводимое к сетке лампы. Оптимальная связь лампы с контуром подбирается опытным путем, о чем подробно будет сказано в разделе о налаживании радиостанции.

Контур L_7C_{22} настраивается на среднюю частоту рабочего диапазона (28 850 кГц). Практика показывает, что обычно нет необходимости в перестройке этого контура на другие частоты в пределах диапазона, но для получения равномерной отдачи по всему участку частот в настоящей конструкции предусмотрена и такая возможность. Для этого конденсатор C_{22} укреплен на вертикальной панели шасси и в случае необходимости контур L_7C_{22} легко может быть подстроен на крайние частоты диапазона (вращением с помощью отвертки шлица конденсатора C_{22}).

Дроссель высокой частоты Dp_5 служит нагрузкой в анодной цепи лампы \mathcal{L}_7 . Отрицательное смещение на сетку лампы \mathcal{L}_7 получается за счет анодного тока, протекающего через сопротивление R_9 , зашунтированное конденсатором C_{25} .

Усиленный высокочастотный сигнал через конденсатор C_{31} попадает на контур сверхрегенератора.

Сверхрегенеративный детектор приемника собран по схеме с самогашением на левом (по схеме) триоде лампы \mathcal{L}_8 . Наивыгоднейший режим работы сверхрегенератора устанавливается с помощью переменного сопротивления R_{14} , подключенного через ВЧ дроссель Dp_7 к управ-

ляющей сетке левого триода лампы L_8 . Дроссель Dr_6 и обмотка I НЧ трансформатора Tr_2 вместе с последовательно включенным с ними сопротивлением R_{13} выполняют роль нагрузки сверхрегенератора. Конденсатор C_{24} предназначен для того, чтобы не пропустить колебания высокой частоты в цепь усилителя низкой частоты. Низкочастотные колебания с обмотки II трансформатора Tr_2 через сопротивление R_{12} и ВЧ дроссель Dr_4 поступают на управляющую сетку лампы L_7 . В приемнике используется так называемая рефлексная схема, т. е. лампа L_7 используется дважды (вначале для усиления высокочастотных колебаний, а затем низкочастотных). Усиленные лампой L_7 низкочастотные колебания через конденсатор C_{29} поступают на переменное сопротивление R_{16} , подключенное к управляющей сетке правого (по схеме) триода лампы L_8 . Сопротивление R_{16} используется в качестве регулятора громкости. Необходимое для нормальной работы низкочастотного каскада отрицательное напряжение смещения получается за счет анодного тока, протекающего через сопротивление R_{15} . Для поддержания постоянного напряжения смещения во время работы усилительного каскада сопротивление R_{15} зашунтировано конденсатором большой емкости C_{35} .

В качестве анодной нагрузки в анодную цепь правого (по схеме) триода лампы L_8 включен НЧ дроссель Dr_8 . Напряжение усиленной звуковой частоты через разделительный конденсатор C_{37} подается на телефоны. Конденсаторы C_{38} и C_{41} — блокировочные, защищающие выходную низкочастотную цепь приемника от проникания в нее ВЧ колебаний из сверхрегенеративного каскада.

При желании получить на выходе приемника громкость, достаточную для работы динамического громкоговорителя, к приемнику может быть добавлен второй каскад усиления низкой частоты.

Выпрямитель для питания радиостанции собран по схеме двухполупериодного выпрямителя (рис. 2). Он дает постоянное напряжение 250—300 в при силе тока 100—120 ма. У силового трансформатора Tr_3 имеется пять обмоток, две из них сетевые (I и II), имеют отводы от части витков и с помощью переключателя сети могут быть соединены последовательно или параллельно в зависимости от величины напряжения питающей сети (110, 127 и 220 в). Повышающая обмотка III имеет вывод от

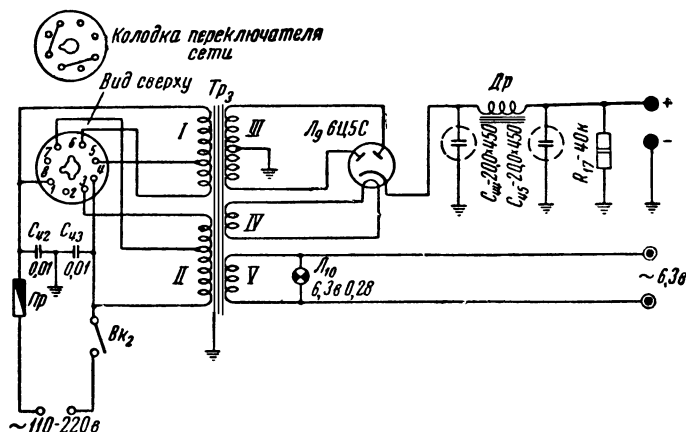


Рис. 2. Схема выпрямителя для питания радиостанции

средней точки. Обмотка *IV* служит для накала кенотрона Λ_9 (6Ц5С), обмотка *V* используется для питания накала всех ламп радиостанции. Сигнальная лампочка Λ_{10} , подключенная параллельно обмотке *V*, является указателем включения выпрямителя. Конденсаторы C_{42} и C_{43} , подключенные к входу выпрямителя, служат для защиты приемника радиостанции от проникания в него помех из сети.

Фильтр выпрямителя состоит из двух электролитических конденсаторов C_{44} и C_{45} и дросселя низкой частоты Др . Параллельно выходу выпрямителя подключено нагрузочное сопротивление R_{17} для стабилизации нагрузки на выходе выпрямителя при переходе с «Передачи» на «Прием» и разрядки конденсаторов C_{44} и C_{45} после отключения выпрямителя от сети.

Выпрямитель выполнен в виде отдельного блока, что позволяет использовать его для питания и других конструкций.

КОНСТРУКЦИЯ И ДЕТАЛИ РАДИОСТАНЦИИ

Приемопередатчик радиостанции смонтирован на угловом шасси размером $240 \times 150 \times 140$ мм с подвалом глубиной 60 мм. Шасси изготавливается из листового дюрала толщиной 1,5—2 мм или листовой стали толщиной 1 мм. Общий вид монтажа приемопередатчика ра-

диостанции приведен на рис. 3 и 4. Разметка основных отверстий на вертикальной и горизонтальной панелях шасси приведена на рис. 5 и 6. После изготовления шасси и сверловки в нем всех отверстий между лампами L_1 и L_2 следует установить дополнительную экранную перегородку размером 110×60 мм из листового дюрала толщиной 1—1,5 мм. Эта перегородка укрепляется под горизонтальной панелью на расстоянии 65 мм от края шасси.

Для уменьшения внешних влияний на контур задающего генератора поперечная стенка в этой части шасси сделана сплошной.

На переднюю панель шасси выведены гнезда для антенны и заземления, ручки от конденсаторов переменной емкости C_1 , C_{13} и C_{30} , переменных сопротивлений R_{14} и R_{16} и переключатель P_1 . Здесь же укрепляются патрончики индикаторных лампочек L_5 и L_6 , закорачивающий тумблер BK_1 и подстроечный конденсатор входного контура приемника C_{22} . Панели для ламп L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , L_7 и L_8 устанавливаются сверху горизонтальной панели и там же размещаются катушки L_4 , L_5 , L_6 и L_7 , ВЧ дрос-

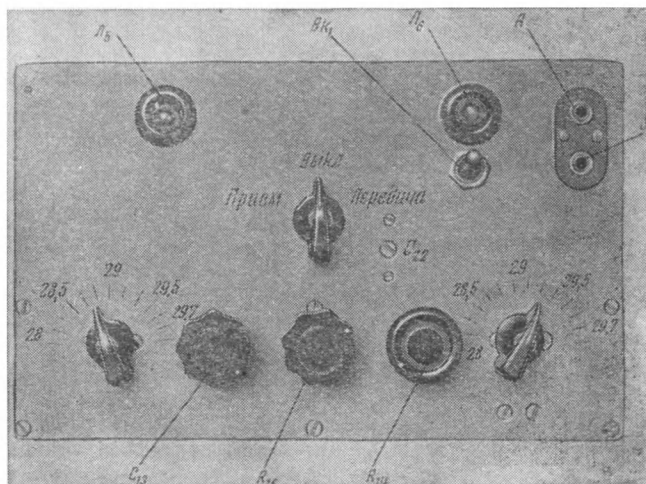


Рис. 3. Приемопередатчик радиостанции на диапазон 28,0—29,7 Мгц (вид спереди)

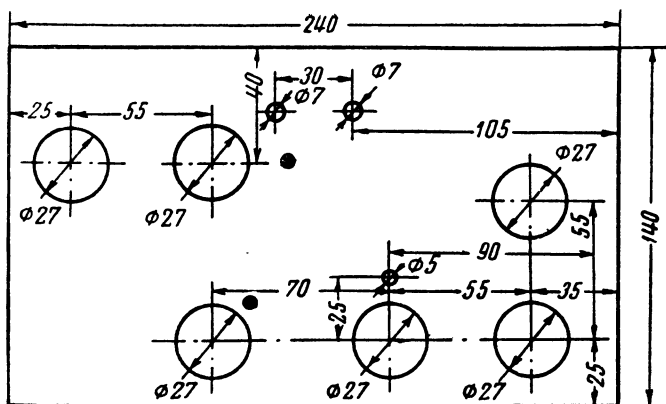


Рис. 6. Разметка основных отверстий на горизонтальной панели шасси

сель Dr_2 и конденсаторы C_{17} , C_{18} , C_{19} и C_{23} . Все остальные детали располагаются в подвале под горизонтальной панелью. Гнезда для телефона и микрофона укрепляются на задней стенке подвала. Размеры, моточные и электрические данные всех катушек и ВЧ дросселей радиостанции приведены на рис. 7, 8 и в табл. 1.

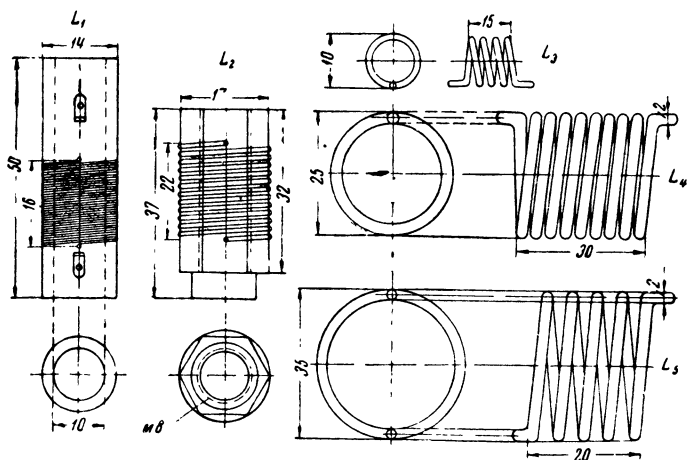


Рис. 7. Катушки индуктивности

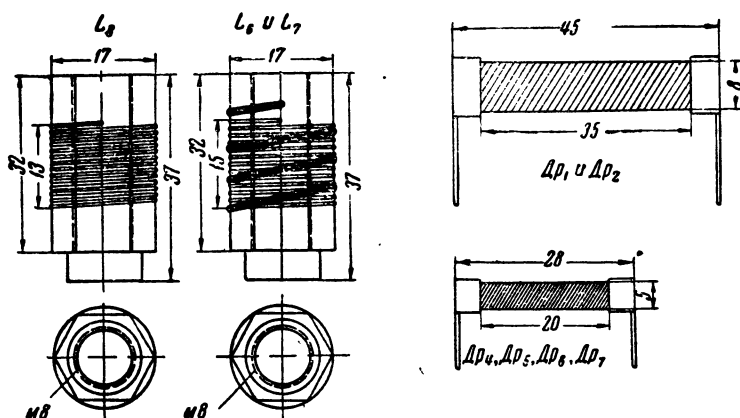


Рис. 8. Катушки индуктивности и ВЧ дроссели

Катушка L_1 намотана на керамическом каркасе с сильным натяжением провода. Для намотки этой катушки в качестве каркаса также могут быть использованы трубки из полистирола подходящего диаметра, фторопласта или оргстекла.

Катушки L_3 , L_4 и L_5 — бескаркасные. Катушки L_2 , L_7 и L_8 намотаны на полистироловых каркасах от кату-

Таблица 1

Данные катушек индуктивности и ВЧ дросселей радиостанции

Катушки	Число вит- ков	Провод	Индук- тив- ность, мкГ	Примечание
L_1 . .	20	ПЭЛ 0,65	4,1	Индуктивность измерена без сердечника
L_2 . .	10	МГ 1,2	1,6	
L_3 . .	4	МГ 1,2	0,4	
L_4 . .	10	ПЭЛ 2,0	1,8	
L_5 . .	4	ПЭЛ 2,0	0,9	Индуктивность измерена без сердечника То же
L_6 . .	3	ПМВ 0,8	0,6	
L_7 . .	15	МГ 0,65	3,2	
L_8 . .	14	МГ 0,65	3,0	
$Др_1, Др_2$ $Др_4, Др_5,$ $Др_6$ и $Др_7$.	90 180	ПЭЛШО 0,15 ПЭЛ 0,08	55 45	

шек коротковолнового диапазона приемника «Звезда» и имеют подстроечные сердечники из карбонильного железа. Катушка L_6 намотана поверх катушки L_7 . Она изготовляется из монтажного медного провода с винилитовой изоляцией. Катушки индуктивности могут быть намотаны и на каркасах другого диаметра, но тогда при наладке радиостанции потребуется подгонка их индуктивности.

Для приближенного пересчета катушек при наличии готовых каркасов другого диаметра можно, не меняя данных и марки провода, намотать катушки с требуемой величиной индуктивности, пересчитав лишь число витков по формуле:

$$n = K \sqrt{\frac{D_0}{D}} \cdot n_0,$$

где D_0 — диаметр каркаса, приведенный в описании;

D — диаметр каркаса, имеющийся в наличии;

n_0 — число витков, указанное в описании;

n — искомое число витков;

K — коэффициент, который при увеличении диаметра каркаса берется равным 0,98, а при уменьшении диаметра — равным 1,03.

В случае отсутствия провода, указанного в табл. 1, можно применить для намотки катушек провод иного диаметра. Не следует только значительно уменьшать диаметр провода у бескаркасных катушек L_3 , L_4 и L_5 , иначе они потеряют необходимую жесткость.

Можно использовать также другой провод, изменив лишь число витков катушек, определив их по формуле:

$$n = n_0 \sqrt{\frac{d_0}{d}},$$

где n_0 — число витков, приведенное в описании;

n — искомое число витков;

d_0 — диаметр провода, указанный в описании;

d — диаметр провода, имеющийся в наличии.

ВЧ дроссели Dr_1 и Dr_2 выполнены на сопротивлениях ВС-2,0, Dr_4 , Dr_5 , Dr_6 , Dr_7 — на сопротивлениях ВС-05. Проводящий слой с сопротивлений предварительно счищается, после чего производится их намотка (по данным табл. 1).

Конденсаторы переменной емкости C_1 , C_{13} и C_{30} —

малые воздушные подстроечные конденсаторы (от гетеродина телевизора «Темп»). Часть пластин у них удаляется для уменьшения емкости с целью получения «растяжки» диапазона на всю шкалу. У конденсаторов C_2 и C_{30} оставлено по две подвижные и две неподвижные пластины, а у конденсатора C_{13} — одна подвижная и одна неподвижная пластины. При отсутствии подобных конденсаторов можно использовать обычные керамические подстроечные конденсаторы типа КПК-1. Они устанавливаются на специальных держателях и снабжаются удлинительными осями для ручек настройки. Общий вид таких конденсаторов и отдельных деталей их приведен на рис. 9. Для установки конденсаторов используются основания от пришедших в негодность переменных сопротивлений. Такое основание разбирается, очищается от пластмассы, в нем просверливаются два отверстия диаметром 1,6 мм согласно приведенной на рис. 9 разметке (деталь 2) и производится нарезка резьбы в этих отверстиях (резьба М-2). В случае затруднения с просверли-

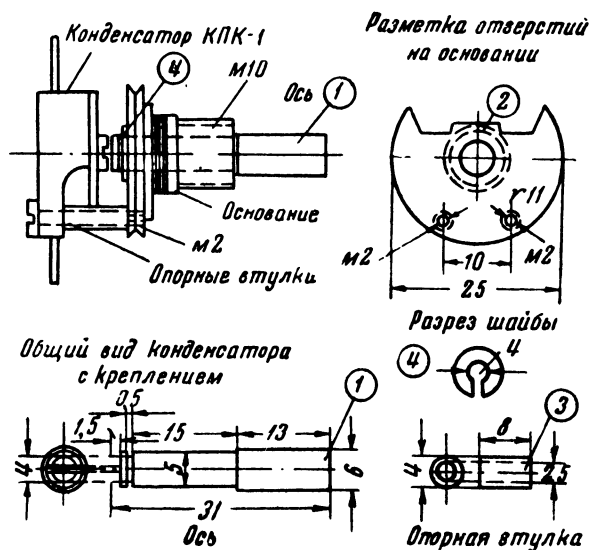


Рис. 9. Самодельные конденсаторы переменной емкости (на базе КПК-1)

ванием и нарезкой отверстий в металле можно использовать уже имеющиеся в основании сопротивлений отверстия для контактных лепестков (оставив часть пластмассы в основании). Ось переменного сопротивления (деталь 1, рис. 9) опиливается по приведенным размерам. Плоскость на конце оси следует тщательно подогнать по размерам шлицевой прорези на головке конденсатора. Она должна плотно, без люфта, входить в головку. В оси следует также пропилить круглую канавку глубиной 0,5 мм для того, чтобы впоследствии можно было с помощью разрезной шайбы закрепить ось во втулке.

Конденсаторы переменной емкости собираются в следующем порядке: ось 1 устанавливается во втулке и с помощью шайбы 4 закрепляется в основании 2, для чего концы шайбы сжимаются плоскогубцами. После этого в крепежные отверстия конденсаторов КПК-1 пропускаются два винта длиной 15 мм с резьбой М-2. На винты надеваются опорные втулки 3, которые изготавливаются из отрезков металлической трубки подходящего диаметра или свертываются из листового металла. Шлиц на оси совмещается с головкой конденсатора, который прикрепляется винтами. Для большей эластичности крепления рекомендуется под головки винтов подложить картонные шайбы. Конденсаторы с помощью гаек укрепляются на вертикальной панели шасси радиостанции.

Конденсаторы $C_3, C_4, C_5, C_6, C_8, C_{11}, C_{23}, C_{24}, C_{26}, C_{28}, C_{32}, C_{34}, C_{36}$ — керамические типа КТК-1 или КДК-1; $C_7, C_9, C_{14}, C_{16}, C_{19}, C_{39}, C_{40}$ — слюдяные типа КСО-1; $C_{10}, C_{15}, C_{17}, C_{27}, C_{33}, C_{37}, C_{38}, C_{41}, C_{42}, C_{43}$ — бумажные типа КБГИ; $C_2, C_{12}, C_{18}, C_{22}$ — керамические подстроечные типа КПК-1 или КПК-2; C_{20}, C_{21} и C_{35} — электролитические типа КЭ-1; C_{44} и C_{45} — электролитические типа КЭ-2.

Переменные сопротивления R_{14} и R_{16} — типа ВК. Остальные сопротивления — типа ВС или МЛТ.

Переключатель $П_{1a} — П_{16}$ — обычный одноплатный переключатель диапазонов на три положения, желательное с керамической платой.

Выключатели $Вк_1$ и $Вк_2$ — обычные тумблеры на два положения. В целях уменьшения потерь для ламп $Л_1, Л_2, Л_7$ и $Л_8$ рекомендуется применять керамические ламповые панельки.

Микрофонный трансформатор $Тр_1$ собран на П-образ-

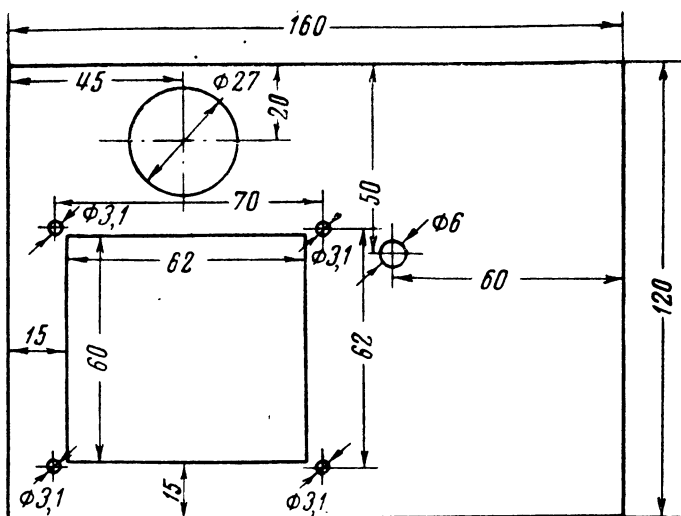


Рис. 10. Разметка основных отверстий на горизонтальной панели выпрямителя

ном сердечнике сечением $0,5 \text{ см}^2$. Микрофонная обмотка *I* содержит 300 витков провода ПЭЛ 0,45. Вторичная обмотка *II* содержит 6000 витков провода ПЭЛ 0,1.

В качестве микрофонного трансформатора могут быть также использованы выходные трансформаторы от вещательных приемников, например от приемника «Родина». Можно использовать и междупламповый трансформатор, намотав у него третью дополнительную обмотку для включения микрофона — 200—300 витков провода ПЭЛ 0,3.

Междупламповый трансформатор Tr_2 намотан на сердечнике из пластин Ш-12 (толщина набора 15 мм). Его первичная обмотка *I* содержит 1000 витков провода ПЭЛ 0,08, а вторичная обмотка *II* — 800 витков того же провода.

Для питания приемника используется выпрямитель, собранный на металлическом шасси размером $160 \times 120 \times 40 \text{ мм}$. Разметка основных отверстий шасси дана на рис. 10. На верху горизонтальной панели размещаются силовой трансформатор Tr_3 , дроссель фильтра Dr , кенотрон L_9 (6Ц5С) и конденсаторы фильтра C_{44} и C_{45} . Остальные детали схемы выпрямителя располагаются

под горизонтальной панелью и на боковых стенках шасси.

Силовой трансформатор Tr_3 взят от приемника «Звезда». При самостоятельном изготовлении подобного трансформатора необходимо взять сердечник из стандартных пластин Ш-22 (набор 42 мм), склеить каркас из плотного картона и намотать на него две сетевые обмотки *I* и *II* по 698 витков в каждой проводом ПЭЛ 0,33 (с отводом от 93-го витка). Повышающая обмотка *III* наматывается проводом ПЭЛ 0,2 в количестве 3600 витков с отводом от средней точки. Обмотка *IV* для накала кенотрона наматывается проводом ПЭЛ 0,59 и содержит 39 витков. При использовании в качестве кенотрона лампы типа 5Ц4С эту обмотку следует уменьшить до 31 витка. Обмотка накала ламп *V* содержит 39 витков провода ПЭЛ 1,0.

Дроссель фильтра выпрямителя Dr_9 взят от приемника «Урал». Такой дроссель также можно изготовить на сердечнике из пластин Ш-14 (толщина набора 15 мм, 3000 витков провода ПЭЛ 0,15).

В сердечнике дросселя следует предусмотреть воздушный зазор толщиной 0,2 мм (примерно два слоя писчей бумаги). Модуляционный дроссель Dr_3 намотан на сердечник из пластин Ш-12 (толщина набора 15 мм). Обмотка содержит 5000 витков провода ПЭЛ 0,17. Воздушный зазор в сердечнике дросселя 0,2 мм. В качестве модуляционного дросселя может быть использован любой дроссель фильтра с индуктивностью порядка 3—5 гн, имеющий хорошую изоляцию.

Низкочастотный дроссель Dr_8 намотан на сердечник из пластин Ш-12 (толщина набора 15 мм; содержит 10 000 витков провода ПЭЛ 0,08).

Угольный микрофон можно применять любого типа с капсулем МБ. Монтаж высокочастотных цепей производится таким образом, чтобы соединительные провода были возможно короче. Для монтажа ВЧ цепей лучше всего применять голый медный, посеребренный или луженый провод диаметром 1—1,5 мм. Для монтажа остальных цепей можно использовать любой гибкий или одножильный провод с винилитовой изоляцией сечением 0,5—1 мм². Для предотвращения возбуждения по низкой частоте сеточные цепи усилителя НЧ рекомендуется проложить экранированным проводом. Экранированный

провод рекомендуется также использовать для прокладки накаливаемых цепей ламп L_1 и L_2 . Если экранированного провода в наличии не окажется, тогда прокладку накаливаемых цепей следует произвести шнуром, сплетенным из двух отдельных изолированных проводников.

Для монтажа мелких деталей радиостанции рекомендуется изготовить несколько маленьких монтажных платок с лепестками. Электролитические конденсаторы C_{20} , C_{21} и C_{35} приклеиваются к шасси клеем БФ-2 или укрепляются хомутиками из 1,5-мм медной проволоки.

НАЛАЖИВАНИЕ РАДИОСТАНЦИИ

Налаживание радиостанции следует начать с проверки выпрямителя. Он должен давать на выходе 350—300 в постоянного тока для питания анодно-экранных цепей ламп и 6,3 в переменного тока для накала ламп радиостанции. Убедившись в исправности выпрямителя, можно подключить его к радиостанции и начать наладку с проверки исправности всех цепей питания ламп приемника и передатчика. Затем следует проверить наличие напряжения на всех точках, показанных на принципиальной схеме (рис. 1). Указанные на схеме напряжения измерены прибором ТТ-1 по отношению к шасси. Практически эти напряжения могут отличаться от указанных в пределах до ± 15 —20%. При наличии контрольного градуированного приемника или волномера удобнее начинать наладку радиостанции с передатчика. Для этого прежде всего надо убедиться в нормальной работе задающего генератора, проверив катодным вольтметром (например, ВКС-7) наличие напряжения высокой частоты на его контуре. Это можно сделать с помощью миллиамперметра постоянного тока, который включается в анодную цепь лампы L_1 . В начале наладки задающего генератора рекомендуется временно отключить контур L_2C_3 , включив вместо него в анодную цепь лампы L_1 какой-нибудь подходящий дроссель высокой частоты (подобный Dp_1 или Dp_2). Анодный ток лампы L_1 при нормальной работе каскада должен быть равен 7—8 ма; при отсутствии генерации ток возрастает до 20—25 ма. В этом можно убедиться, коснувшись рукой сеточного вывода лампы L_1 . В качестве указателя наличия колебаний в задающем генераторе может быть использована неоновая

вая лампочка (например, типа МН-3). Свечение лампочки при прикосновении одним из выводов ее цоколя к анодному (восьмому) гнезду ламповой панели L_1 будет свидетельствовать о нормальной работе задающего генератора.

Следует учитывать, что иногда даже при правильном монтаже и исправности всех деталей схемы задающего генератора причиной отсутствия возбуждения колебаний может явиться слишком малая общая емкость группы параллельно включенных конденсаторов C_1, C_2 и C_3 . В этом случае следует несколько увеличить емкость подстроечного конденсатора C_2 или заменить конденсатор C_3 другим, большей емкости.

Установив наличие высокочастотных колебаний в контуре задающего генератора, приступают к проверке его рабочей частоты и подгонке диапазона. Для этого конденсатор C_1 устанавливается в положение максимальной емкости и с помощью резонансного волномера или путем прослушивания на градуированном КВ приемнике определяется минимальная частота, на которую может быть настроен задающий генератор. Эта частота должна быть равной $14,0 \text{ Мгц}$; если же она выше, то изменением емкости подстроечного конденсатора следует настроить задающий генератор на эту частоту. В случае когда это не удастся, придется увеличить индуктивность катушки L_1 , домотав $0,5—1$ виток. Поэтому практически удобнее при изготовлении катушек наматывать на $1—2$ витка более, чем рекомендуется в описании (смагивать лишние витки значительно легче, чем наматывать всю катушку вновь, если в процессе налаживания необходимо увеличить ее индуктивность).

Настроив задающий генератор на частоту $14,0 \text{ Мгц}$, следует перевести конденсатор C_1 в положение минимальной емкости и проверить самую высокую частоту, которая получится. Она должна быть равна $14,85 \text{ Мгц}$.

Если настройка произведена правильно, поворот ротора конденсатора C_1 от 0 до 180° должен обеспечивать изменение частоты задающего генератора от $14,0$ до $14,85 \text{ Мгц}$. Во время настройки следует учитывать, что чем больше емкость подстроечного конденсатора C_2 и включенного параллельно ему конденсатора C_3 , тем меньше перекрытие диапазона, получаемое с помощью

конденсатора C_1 . Необходимое перекрытие диапазона устанавливается с помощью подбора величины емкости этих конденсаторов и величины индуктивности катушки L_1 . Их окончательные величины должны быть установлены после проверки стабильности частоты задающего генератора, которая производится с помощью кварцевого калибратора либо коротковолнового приемника, рассчитанного на прием незатухающих колебаний. Обычно после включения и прогрева передатчика частота генерируемых колебаний снижается. Если проверка покажет, что изменение частоты после 15-минутного прогрева передатчика в последующие 15 минут будет больше 2000—3000 гц, следует заменить конденсатор C_3 двумя параллельно включенными конденсаторами с общей емкостью, равной емкости C_3 . Один из конденсаторов должен иметь отрицательный температурный коэффициент емкости (ТКЕ). Отрицательные ТКЕ имеют керамические конденсаторы КТК-1, КТН-1 или КДК-1 группы «Д» (красный корпус) или группы «Ж» (оранжевый корпус). Емкость конденсатора с отрицательным ТКЕ подбирается опытным путем. Необходимо добиться, чтобы при прогреве передатчика уход частоты был минимальным. Между отдельными проверками стабильности частоты нужно делать перерывы (при включенном передатчике) не менее чем на 30—40 минут, причем контрольный приемник или кварцевый калибратор в это время выключать не следует. Получив нужную стабильность частоты, производят окончательное определение границ диапазона и градуировку задающего генератора передатчика. После уточнения величин элементов сеточного контура лампы L_1 задающего генератора ВЧ дроссель, временно включенный в анодную цепь лампы L_1 , заменяется контуром L_2C_8 , который настраивается подстроечным сердечником на среднюю частоту десятиметрового диапазона — 28,85 Мгц; сеточный контур L_1 с помощью конденсатора C_1 должен быть настроен на частоту 14,425 Мгц. Настройка контура L_2C_8 в резонанс с частотой 28,85 Мгц определяется с помощью простого пробника — витка провода, замкнутого на лампочку накаливания (2,5×0,075). Пробник подносится к катушке L_2 . В момент настройки контура L_2C_8 на вторую гармонику частоты колебаний, генерируемых в сеточном контуре, лампочка пробника должна гореть полным накалом.

Градуировочные точки на шкале конденсатора C_1 следует наносить через каждые 0,1—0,2 Мгц. Градуировка производится непосредственно в значениях частот диапазона 28,0—29,7 Мгц.

Налаживание задающего генератора заканчивается подбором величины сопротивления R_8 , при котором ток, проходящий через стабилитрон L_4 (СГ4С), будет 15—20 ма.

При отсутствии градуированного КВ приемника или резонансного волномера можно произвести градуировку передатчика с помощью двухпроводной параллельной измерительной линии. Конструкция такой линии и методика работы с ней приведены в конце брошюры.

Налаживание выходного каскада передатчика — усилителя мощности сводится к настройке анодного контура лампы L_2 в резонанс с частотой задающего генератора и проверке режима лампы L_2 . Контур $L_4C_{13}C_{14}$ при полностью введенном конденсаторе C_{13} должен быть настроен на частоту 28,0 Мгц, а в положении минимальной емкости — на 29,7 Мгц. Если это не получается, следует подогнать величину индуктивности катушки L_4 изменением расстояния между ее витками, домоткой или отмоткой 0,5—1 витка. Положение резонансной настройки анодного контура оконечного каскада передатчика с частотой задающего генератора определяется с помощью индикаторной лампочки L_5 по минимуму ее свечения в момент резонансной настройки.

Следует также обязательно проверить, нет ли самовозбуждения в каскаде усилителя мощности. Сорвав каким-либо способом колебания в контуре задающего генератора (например, закоротив катушку L_1), проверяем с помощью ВЧ пробника или ГИРа — гетеродинного индикатора резонанса* — отсутствие высокочастотных колебаний в контуре $L_4C_{13}C_{14}$ во всех положениях ротора конденсатора C_{13} . В случае наличия возбуждения усиленного каскада необходимо сместить точку присоединения конденсатора C_{11} к катушке L_2 на 1—2 витка ближе к «холодному» концу этой катушки. Обычно конденсатор C_{11} присоединяется к 3-му или 4-му витку катушки L_2 , считая от анода лампы L_1 .

* Описание ГИРа приведено в № 8 журнала «Радио» за 1958 г., стр. 50—54.

В нормально работающем усилительном каскаде величина анодного тока лампы \mathcal{L}_2 при напряжении на ее аноде 280 в находится в пределах 30—35 ма (напряжение на экранной сетке \mathcal{L}_2 160—170 в, ток 8—9 ма).

Общее потребление всего передатчика 75—80 ма, а одного приемника 28—30 ма.

После подгонки диапазона передатчика и отладки его оконечного каскада следует подобрать оптимальную связь с антенной. Для этого, меняя положение катушки L_5 относительно катушки L_4 , добиваются наиболее яркого свечения лампочки \mathcal{L}_6 . Одновременно нужно произвести настройку антенной цепи в резонанс с частотой генерируемых колебаний. Для этого служит подстроечный конденсатор C_{18} , включенный последовательно с катушкой связи L_5 . Наиболее яркое свечение лампочки \mathcal{L}_6 будет примерно в среднем положении ротора подстроечного конденсатора C_{18} , для чего необходимо подогнать величину индуктивности катушки L_5 , меняя расстояние между ее витками.

Контур L_3C_{12} подстраивается с помощью конденсатора C_{12} по минимуму помех, наблюдаемых на экране телевизора во время работы передатчика. Контрольный телевизор во время этой операции должен быть установлен на расстоянии 5—10 м от передатчика. В случае использования передатчика вне зоны телевидения необходимость в установке фильтра L_3C_{12} отпадает.

Налаживание модулятора передатчика сводится к подбору величин сопротивлений R_5 и R_6 , которые зависят от типа применяемого угольного микрофона. Чтобы удобнее было подобрать для микрофона питающее напряжение нужной величины, можно рекомендовать временно заменить сопротивление R_6 , шунтирующее микрофон, переменным сопротивлением в 1 ком. Затем, подобрав наиболее выгодную величину этого сопротивления, измерить его и заменить потом переменное сопротивление постоянным. Полезно при этом проверить силу тока, текущего через микрофон, которая должна быть не более 25—30 ма; в противном случае возможно спекание угольного порошка в микрофоне и выход его из строя.

В правильно настроенном передатчике при произнесении перед микрофоном звука «а» ток в анодной цепи лампы \mathcal{L}_2 должен увеличиваться на 5—7 ма. Яркость

свечения лампочки-индикатора L_5 также должна при этом соответственно меняться.

Налаживание приемника начинается также с проверки правильности монтажа и наличия напряжений на электродах ламп.

Проверку исправности оконечного каскада усиления низкой частоты, выполненного на правом по схеме триоде лампы 6Н8, можно произвести простейшим способом: при прикосновении рукой к сеточному выводу лампы в телефоне должен быть слышен характерный хрипящий звук.

Затем следует произвести наладивание сверхрегенеративного детектора. При вращении ручки переменного сопротивления R_{14} в телефонах должен плавно появляться и пропадать свойственный сверхрегенератору шум (напоминающий шипение примуса). Если этого шума нет, следует добиться его появления путем подбора величин конденсаторов C_{32} и C_{36} .

Далее производится подгонка диапазона приемника. Лучше всего это сделать при помощи сигнал-генератора, например типа СГ-1 или ГМВ. Если имеется гетеродинный индикатор резонанса ГИР, то всю предварительную настройку высокочастотных контуров приемника и передатчика на нужные частоты можно произвести заранее.

Настройка приемника может быть произведена также с помощью другого сверхрегенеративного приемника, имеющего нужный диапазон.

При настройке необходимо добиться, чтобы в среднем положении ротора конденсатора C_{30} контур был настроен на частоту 28,85 МГц.

Проделав предварительную настройку сверхрегенератора, можно перейти к настройке каскада усиления высокой частоты. На антенный вход приемника подается сигнал от СГ-1 или ГМВ и по нему производится настройка контура L_7C_{22} на среднюю частоту диапазона 28,85 МГц с помощью подстроечного конденсатора C_{22} и сердечника катушки L_7 .

Далее следует проверить, нет ли самовозбуждения в каскаде усиления высокой частоты. При наличии самовозбуждения настройка контура L_7C_{22} в резонанс с приходящей частотой получается расплывчатой. В наличии возбуждения можно также убедиться с помощью ГИРа или простейшего высокочастотного пробника, составлен-

ного из микроамперметра, катушки связи и детектора для выпрямления ВЧ колебаний.

Для устранения возбуждения необходимо сделать возможно меньшими связи между анодной и сеточной цепями лампы L_7 . Можно также несколько уменьшить напряжение на экранной сетке лампы L_7 , увеличив величину сопротивления R_{11} .

В целях упрощения налаживания приемника конденсатор C_{29} следует временно отсоединить от анодной цепи лампы L_7 и подключить его к точке соединения ВЧ дросселя Dr_6 и конденсатора C_{34} . После настройки и наладки всех каскадов приемника конденсатор C_{29} вновь присоединяется к анодной цепи лампы L_7 . Громкость сигнала на выходе приемника при этом должна значительно возрасти.

В заключение следует подобрать наивыгоднейшую точку присоединения конденсатора C_{23} к катушке L_7 . Для этого сигнал небольшой силы (не более 20 мкв) от СГ-1 или ГМВ подается на вход приемника и по наибольшей громкости сигнала в телефонах производится подбор точки присоединения C_{23} к L_7 . Для лучшего контроля параллельно телефонам рекомендуется включить индикатор выхода, например типа ИВ-4, или тестер ТТ-1, воспользовавшись его шкалой для измерения напряжения переменного тока. После этого следует подобрать оптимальную связь входного контура приемника с антенной, что достигается изменением расстояния между витками катушки L_6 и перемещением ее вдоль катушки L_7 .

Следует также подобрать наивыгоднейшую точку присоединения дросселя Dr_6 к катушке L_8 . Заканчивая наладку приемника, необходимо вновь добиться настройки контура сверхрегенератора на частоту 28,85 Мгц в среднем положении ротора конденсатора C_{30} с помощью подстроечного сердечника у катушки L_8 и еще раз проверить общее перекрытие диапазона.

Градуировку приемника можно также произвести и с помощью своего передатчика, если его удастся предварительно проградуировать. Для этого контакты переключателя П1Б соединяются временно перемычкой так, чтобы в положении «Передача» анодное напряжение поступало и на лампы L_7 и L_8 . Вращая ручку настройки конденсатора C_{30} , прослушивают в телефонах работу своего передатчика. Если принять сигналы своего передатчика не

удается, то изменением индуктивности катушки L_8 с помощью подстроечного карбонильного сердечника (или изменением числа ее витков) следует добиться совпадения рабочих диапазонов приемника и передатчика. Настроенный таким образом приемник в дальнейшем необходимо окончательно подстроить во время приема любительских станций, добиваясь наиболее громкого приема этих станций.

При желании такое включение приемника и передатчика радиостанции можно использовать и для постоянной работы, когда необходимо проведение дуплексной связи (т. е. одновременной работы приемника и передатчика). В этом случае устанавливают две антенны: одну для приема, вторую для передачи. Приемник и передатчик радиостанции при такой работе настраивают на разные частоты так, чтобы сигнал своего передатчика не заглушал сигнала корреспондента.

На рис. 11 приведена схема дополнительного усилителя низкой частоты для модулятора передатчика. Усилитель дает возможность использовать электродинамический или пьезоэлектрический микрофоны, которые

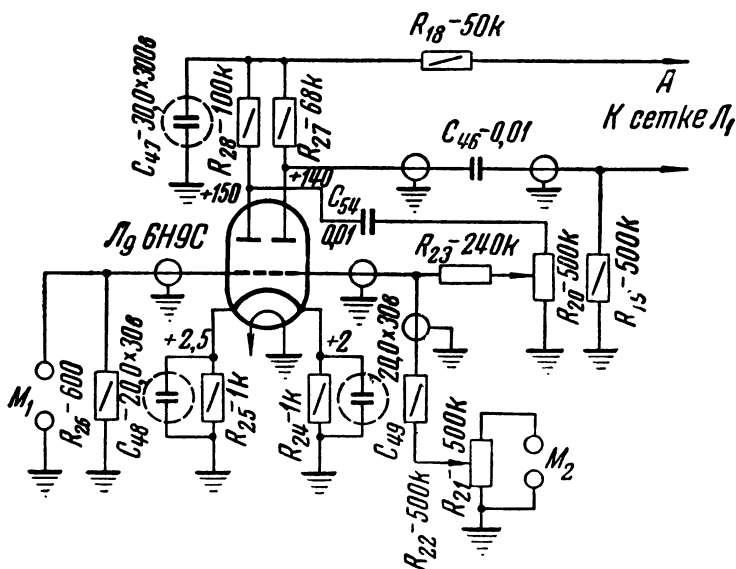


Рис. 11. Дополнительный усилитель низкой частоты для модулятора

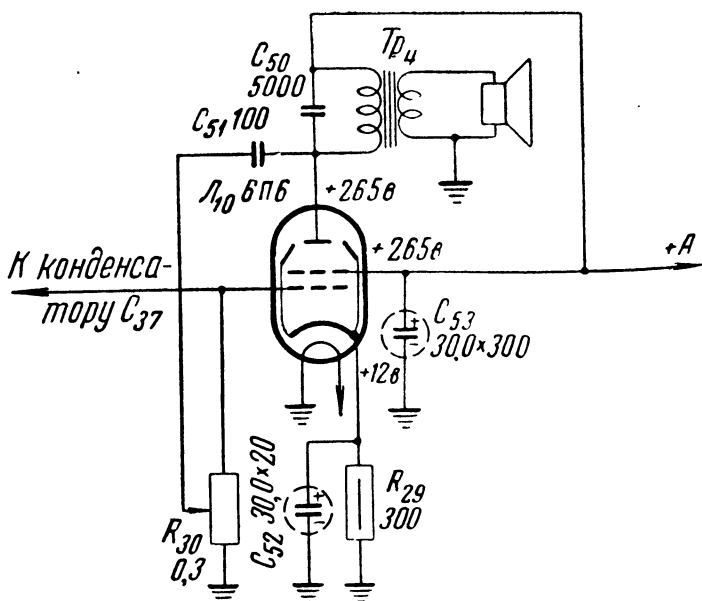


Рис. 12. Дополнительный оконечный каскад усилителя низкой частоты для приемника

обладают значительно лучшими характеристиками, нежели угольный. Усилительная приставка монтируется на отдельном маленьком шасси или на общем шасси с радиостанцией. Для этого длину шасси радиостанции следует увеличить на 20—30 мм. В усилителе могут быть применены как пальчиковый двойной триод 6Н2П, так и двойной триод 6Н9С.

На рис. 12 приведена схема дополнительного каскада усиления низкой частоты.

Данные деталей для усилительных приставок следующие: конденсаторы C_{46} , C_{50} , C_{54} — бумажные типа КБГИ; C_{51} — слюдяной типа КСО-1 или керамический типа КТК-1; C_{48} , C_{49} , C_{52} — электролитические типа КЭ-1; C_{47} и C_{53} — электролитические типа КЭ-2. Переменные сопротивления R_{20} , R_{21} , R_{30} — типа СП или ВК. Остальные сопротивления — типа ВС или МЛТ.

Выходной трансформатор $Tр_4$ взят от телевизора «КВН-49а» и рассчитан на работу с динамическим гром-

коговорителем типа 1-ГД-1. Такой трансформатор можно изготовить, намотав на сердечник из пластин Ш-20 (набор 28 мм) первичную обмотку из 3000 витков провода ПЭЛ 0,12 и вторичную обмотку — из 70 витков провода ПЭЛ 0,64. Конструктивно будет удобнее смонтировать выходной трансформатор Tr_4 вместе с громкоговорителем.

Налаживание усилительной приставки ничем не отличается от налаживания обычных усилителей низкой частоты. Его также следует начинать с проверки соответствия монтажа принципиальной схеме. После этого, вставив в панели лампы, проверяют исправность цепей накала, наличие рабочих напряжений на электродах ламп и работу усилительных каскадов.

Для проверки дополнительного усилителя низкой частоты, схема которого приведена на рис. 11, можно на управляющую сетку лампы L_9 (6Н9С) подать переменное напряжение с накальной обмотки силового трансформатора. Для этого достаточно временно соединить седьмую ножку лампы L_9 (если ее восьмая ножка во время монтажа присоединена к шасси) с входом M_2 усилительной приставки. На выход приставки параллельно сопротивлению R_{19} подключаются контрольные телефоны. При исправном усилительном каскаде в телефонах будет прослушиваться сильный фон переменного тока. Громкость звука должна изменяться при вращении движка переменного сопротивления R_{21} . Убедившись в исправности этого каскада усилителя, проверяют следующий каскад. Для этого подключают динамический микрофон к входу M_1 и прослушивают в телефонах свою работу.

В случае обнаружения возбуждения усилителя при подключении его к передатчику следует тщательно проверить экранировку сеточных и анодных цепей усилителя, надежность контактов и целостность паяк всех проводников и экранирующих оболочек.

Проверка усилительного каскада для приемника (рис. 12) производится точно в таком же порядке. В случае если схема усилителя окажется исправной, но усилитель все же не будет работать, необходимо дополнительно проверить целостность обмоток выходного трансформатора Tr_4 и звуковой катушки динамика.

В схеме оконечного усилителя низкой частоты предусмотрена возможность регулировки усиления в области

верхних звуковых частот при помощи отрицательной обратной связи. Оптимальную величину емкости конденсатора C_{51} следует подобрать практически. Она может меняться в пределах от 80 до 300 пф. Путем правильного подбора этого конденсатора можно получить желаемую регулировку тембра без особого снижения усиления, даваемого каскадом.

В заключение следует отметить, что все величины сопротивлений и конденсаторов (исключая контурные конденсаторы), входящих в схему радиостанции, могут быть практически взяты с отклонением до 15—20% в ту или другую сторону от номинальных, приведенных на схеме. Точно так же без всякого ущерба можно заменять постоянные сопротивления с меньшей номинальной мощностью (например, 0,25 Вт) другими имеющимися в наличии сопротивлениями с большей мощностью рассеивания (например, 0,5 Вт). Это относится и к конденсаторам постоянной емкости. Можно производить замену одних конденсаторов другими, имеющими большее пробивное напряжение, а также бумажные конденсаторы заменять слюдяными или керамическими.

АНТЕННЫ ДЛЯ РАБОТЫ С РАДИОСТАНЦИЕЙ

Наиболее простой и легко выполнимой в любительских условиях антенной является так называемая «американка» (рис. 13). Антенна подвешивается на двух опорах, концы ее изолируются с помощью цепочки изоляторов. Для этого с успехом могут быть использованы фарфоровые ролики, применяемые при электропроводке. Фи-

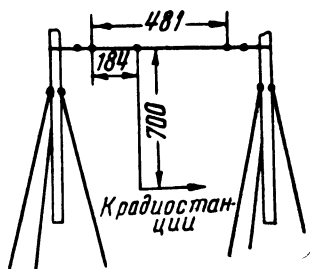


Рис. 13. Однофидерная «американка» на диапазон 28,0—29,7 МГц (размеры в см)

дер делается из провода того же диаметра, что и горизонтальная часть антенны. При правильно выбранной точке присоединения фидера длина его практически может быть взята любой, но не более 100—150 м. Антенну желательно подвешивать на высоте не менее 7—10 м над землей; фидер на расстоянии не менее 30% своей длины должен быть перпендикулярен горизонталь-

ной части антенны. Далее фидер может быть отведен в любом направлении. Необходимо произвести проверку правильности выбранной точки присоединения фидера, прежде чем присоединить его к горизонтальной части антенны. Это делается с помощью резонансного волномера или индикатора поля. Если при перемещении резонансного волномера или индикатора поля вдоль провода фидера прибор-индикатор будет давать одни и те же показания, это значит, что точка присоединения фидера выбрана правильно и в нем установился режим так называемой «бегущей волны». При проверке, производимой с помощью волномера или индикатора поля, следует следить, чтобы они все время находились на одном и том же расстоянии от проводника фидера. При отсутствии вышеуказанных приборов проверку можно произвести с помощью двух лампочек накаливания ($2,5 \text{ в} \times 0,075 \text{ а}$). В этом случае антенна вначале подвешивается на небольшой высоте на открытом месте и к концам ее горизонтальной части у изоляторов припаиваются две лампочки накаливания. Ко второму контакту их цоколей предварительно должен быть припаян кусок провода длиной 10—20 см. Длина этого провода подбирается практически такой, чтобы лампочки при включении передатчика горели достаточно ярко. Одинаковая яркость свечения лампочек на концах антенны также будет свидетельствовать о правильности присоединения фидера к горизонтальной части антенны. Если же яркость свечения лампочек различна, тогда точку присоединения фидера к горизонтальной части антенны следует перемещать в ту или другую сторону до тех пор, пока не будет достигнута одинаковая яркость свечения лампочек. Входное сопротивление такой антенны имеет величину порядка 500 ом. Она обладает направленностью излучения. Максимальное излучение будет в направлениях, перпендикулярных горизонтальному проводу антенны.

Вторым простым типом антенны является штыревая вертикальная антенна (рис. 14). Эта антенна имеет в горизонтальной плоскости круговую диаграмму направленности. В качестве штыря может быть использован металлический прут или трубка диаметром не менее 15—20 мм. Штырь должен быть хорошо изолирован от мачты. Для этого следует опилить или расклепать один из концов

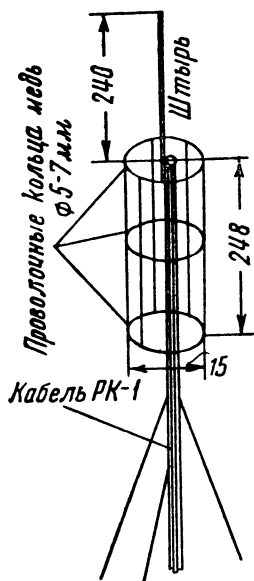


Рис. 14. Вертикальная
штыревая антенна на
диапазон 28,0—29,7 Мгц
(размеры в см)

штыря, просверлить в нем два-три отверстия и укрепить на нем планку из изоляционного материала. После этого планка со штырем закрепляется на верхушке мачты. Вместо отрезка сплошной металлической трубы (четвертьволнового согласующего «стакана»), обычно применяемого для симметрирования на подобных антеннах, в данной конструкции применена система проводов, натянутых между двумя металлическими кольцами. Проводники диаметром 1—2 мм в количестве 6—12 шт. должны быть надежно припаяны к кольцам, согнутым из провода диаметром 5—7 мм. Вся система укрепляется на мачте, как показано на рис. 14.

Для питания антенны используется коаксиальный кабель типа РК-1. Средняя жила его припаивается или надежно прикрепляется винтовым контактом к нижнему концу штыря, а оболочка кабеля — к верхнему кольцу.

Еще более проста в изготовлении вертикальная антенна, у которой в качестве излучателя используется обычный полуволновой диполь, укрепленный на мачте в вертикальном положении с помощью стоек из изоляционного материала. Для питания такой антенны может быть использован витой двухпроводный фидер из провода марки ПР или с хлорвиниловой изоляцией. Длина фидера в этом случае должна быть кратной какому-то числу полуволн (например, в нашем случае $4,81 \times 4 = 19,24$ м). Наивыгоднейшую длину фидера рекомендуется подобрать практически.

Для работы с радиостанцией с успехом могут быть использованы и другие, более сложные типы антенн, описание конструкций которых радиолюбитель найдет в соответствующей литературе.

2. ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ РАДИОСТАНЦИЯ НА ДИАПАЗОН 144—146 Мгц

Описываемая радиостанция предназначена для ведения симплексной радиотелефонной связи на диапазоне 144—146 Мгц (2,05—2,09 м) и рассчитана на универсальное питание.

Радиостанция состоит из пятикаскадного передатчика с кварцевой стабилизацией и приемника прямого усиления со сверхрегенеративным детектором. Она смонтирована в виде двух отдельных блоков — приемопередатчика и блока питания (рис. 15). Общий вес радиостанции 8,2 кг, из которых 5,7 кг приходится на блок питания.

Блок питания содержит выпрямитель и вибропреобразователь, используемый при питании радиостанции от аккумулятора. Выпрямитель рассчитан на включение в электрическую сеть напряжением от 100 до 240 в. По-

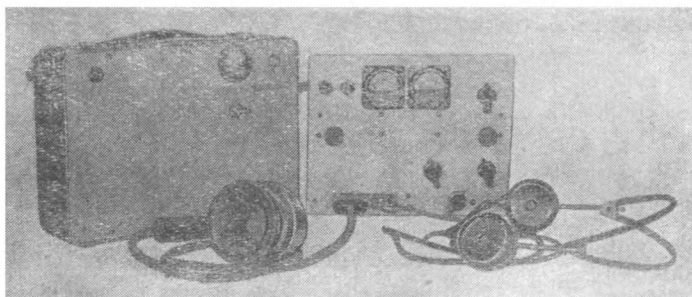


Рис. 15. Общий вид радиостанции на диапазон 144—146 Мгц

требуемая от сети мощность при работе на передачу составляет 30—35 *вт*, при работе на прием — 20 *вт*.

В блоке предусмотрена возможность раздельного включения цепей накала ламп передатчика и приемника (при длительной работе на прием). При питании радиостанции от аккумуляторов (напряжением 6 *в*) расход тока при работе на передачу составляет 5,5 *а*, при работе на прием и включенной цепи накала ламп передатчика — 3,5 *а*, а при работе только на прием — 2 *а*.

СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ

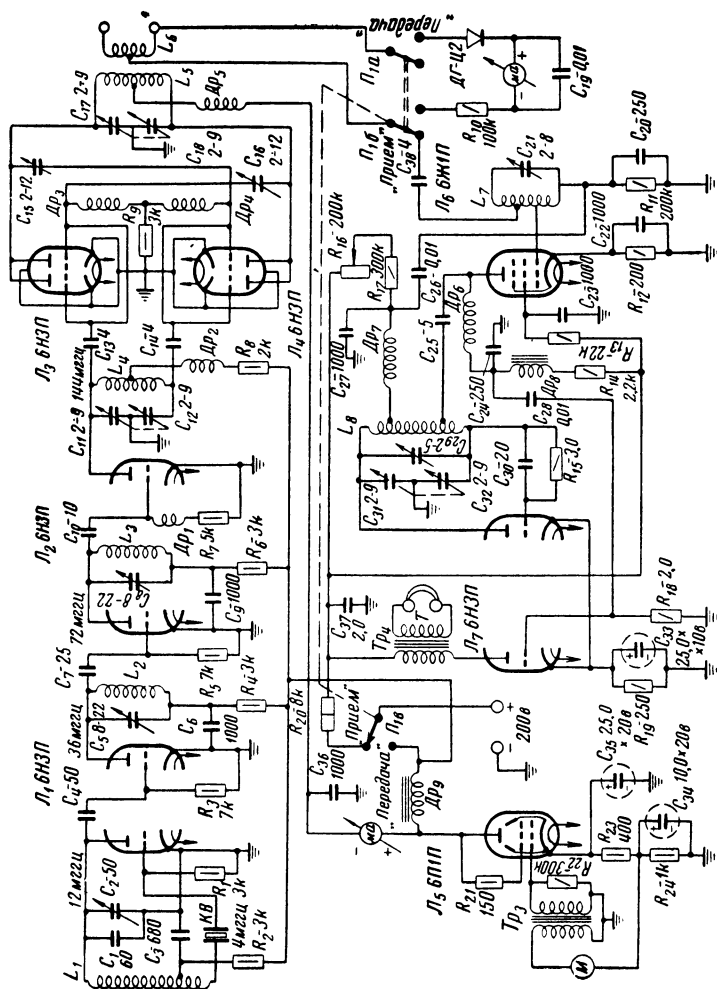
Принципиальная схема радиостанции приведена на рис. 16. Задающий генератор собран по обычной трехточечной схеме. Он стабилизирован кварцевой пластиной, имеющей основную частоту собственных колебаний, равную 4 *Мгц*. Отвод от катушки L_1 сделан примерно от $\frac{1}{3}$ части витков, эта точка определяется экспериментально при налаживании передатчика.

В анодной цепи левого (по схеме) триода лампы L_1 (6НЗП) выделяется третья гармоника кварца (12 *Мгц*). Правый триод этой лампы работает в качестве утроителя частоты, поэтому контур L_2C_5 настраивается на частоту 36 *Мгц*. На левом (по схеме) триоде лампы L_2 собран удвоитель частоты контур L_3C_8 , настроенный на частоту 72 *Мгц*. Правый триод лампы L_2 (6НЗП) работает также удвоителем частоты, контур L_4C_{11} настраивается на частоту 144 *Мгц*.

Усилитель мощности передатчика собран по двухтактной схеме на лампах L_3 и L_4 типа 6НЗП. В передатчике применена анодная модуляция. Модулятор работает на лампе L_5 типа 6П1П. Угольный микрофон M получает питание от катодной цепи этой лампы.

В приемнике радиостанции используются лампы L_6 типа 6ЖЗП и L_7 (6НЗП). Лампа L_6 , работающая в каскаде усиления высокой частоты, используется также в качестве первого каскада низкой частоты (по рефлексной схеме). Правый (по схеме) триод лампы L_7 работает как сверхрегенеративный детектор, а ее левый триод используется в оконечном каскаде усилителя низкой частоты.

Входной контур усилителя высокой частоты L_7C_{21} при налаживании приемника настраивается на среднюю частоту диапазона (145 *Мгц*) и в дальнейшем во время работы радиостанции не перестраивается.



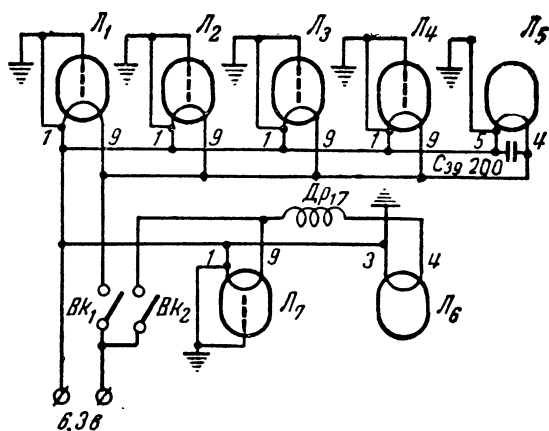


Рис. 17. Схема соединения накальных цепей радиостанции на диапазон 144—146 Мгц

Для перехода с передачи на прием служит переключатель $\Pi_{1a} - \Pi_{16}$. В положении «Прием» на лампы L_6 и L_7 подается напряжение для питания цепей высокого напряжения и входной контур приемника подключается к катушке L_6 . В положении «Передача» на лампы L_1, L_2, L_3, L_4 и L_5 подается высокое напряжение и катушка L_6 отключается от приемника. При этом часть напряжения с нее поступает на высокочастотный вольтметр с германиевым диодом ДГ-Ц2, служащий индикатором настройки антенны.

Цепи питания нитей накала ламп приемника и передатчика (рис. 17) при помощи выключателей BK_1 и BK_2 могут быть раздельно присоединены к источнику питания при использовании радиостанции только на прием или только на передачу. Высокочастотный дроссель Dr_{17} , включенный между нитями ламп L_6 и L_7 , служит для улучшения развязки между каскадами усилителя высокой частоты и сверхрегенеративным детектором. Параллельно нитям накала ламп L_3 и L_4 включен конденсатор C_{29} для защиты накальных цепей усилителя мощности передатчика от наводки токов высокой частоты.

Блок питания передатчика (рис. 18) содержит двухполупериодный селеновый выпрямитель, собранный по мостовой схеме, и однозвенный фильтр. Выпрямитель

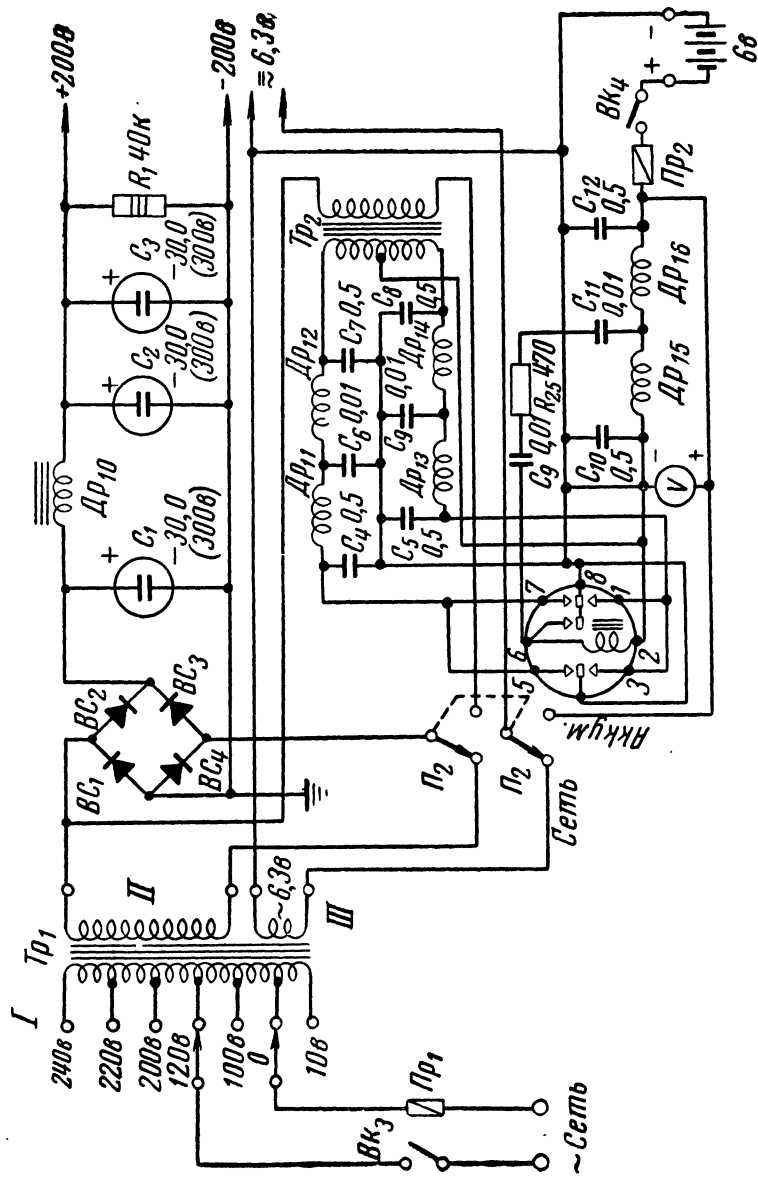


Рис. 18. Схема блока питания передатчика радиостанции на диапазон 144—146 Мгц

при помощи переключателя P_2 может быть подключен к повышающей обмотке силового трансформатора Tr_1 (положение «Сеть») или к повышающей обмотке трансформатора Tr_2 вибропреобразователя (положение «Аккумулятор»). Этот же переключатель подключает цепь накала ламп радиостанции к накаливающей обмотке силового трансформатора Tr_1 при сетевом питании или к аккумуляторной батарее при работе с автономным питанием. В блоке питания используется простой асинхронный вибропреобразователь (например, типа ВА-6,4), рассчитанный на напряжение питания 6 в. Входные и контактные цепи вибропреобразователя защищены высокочастотными фильтрами. Вольтметр постоянного тока (со шкалой 0—6 в) служит для контроля напряжения аккумуляторной батареи.

КОНСТРУКЦИЯ И ДЕТАЛИ РАДИОСТАНЦИИ

Приемопередатчик смонтирован в виде двух самостоятельных блоков, скрепленных общей вертикальной панелью и тремя стойками.

В верхнем блоке смонтирована высокочастотная часть передатчика. Монтаж этого блока показан на рис. 19. В нижнем блоке собраны модулятор передатчика и приемник. Монтаж этого блока показан на рис. 20. Блоки соединены друг с другом с помощью переходных колодок и гибкого кабеля. Размеры верхнего блока $210 \times 90 \times 40$ мм, нижнего $210 \times 90 \times 30$ мм.

Блок питания смонтирован в стальном корпусе размером $280 \times 180 \times 80$ мм. Все его детали, за исключением контрольного вольтметра постоянного тока со шкалой 0—6 в, выключателей Bk_1 , Bk_2 и переключателя P_2 , укрепленных на лицевой панели блока, крепятся на боковых и задней стенках блока. Вибропреобразователь заключен в экран из листовой стали толщиной 0,5 мм. Колодки для подключения кабеля питания приемопередатчика и сетевого переключателя силового трансформатора Tr_1 смонтированы на задней стенке блока. Для охлаждения этого блока во время работы в нижней крышке его корпуса имеются вентиляционные отверстия.

В передатчике с диапазоном 144—146 МГц, в схеме которого частота задающего генератора умножается в 36 раз, могут использоваться кварцевые пластинки с соб-

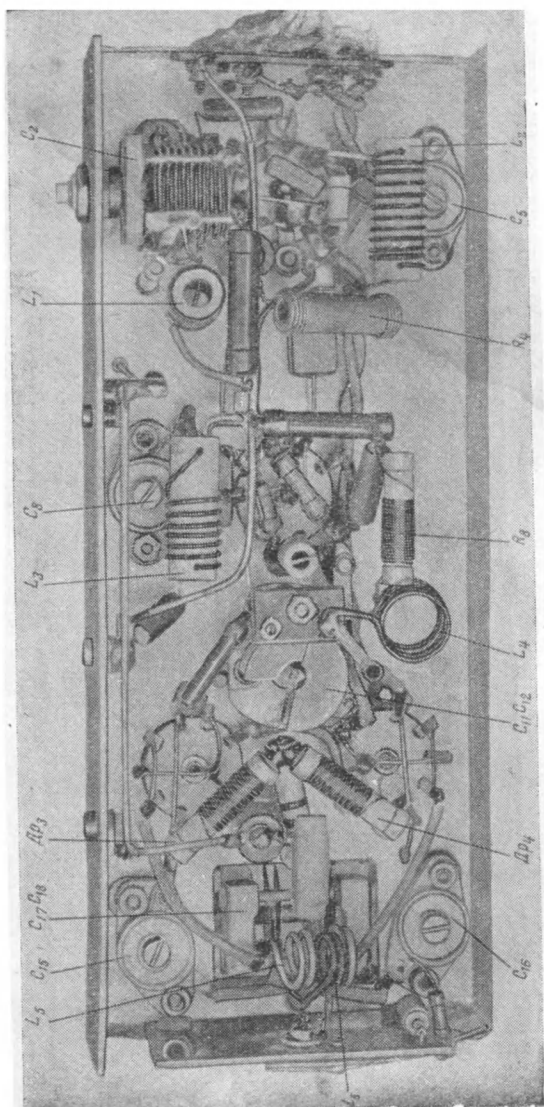


Рис. 19. Высокочастотный блок приемопередатчика (вид со стороны монтажа)

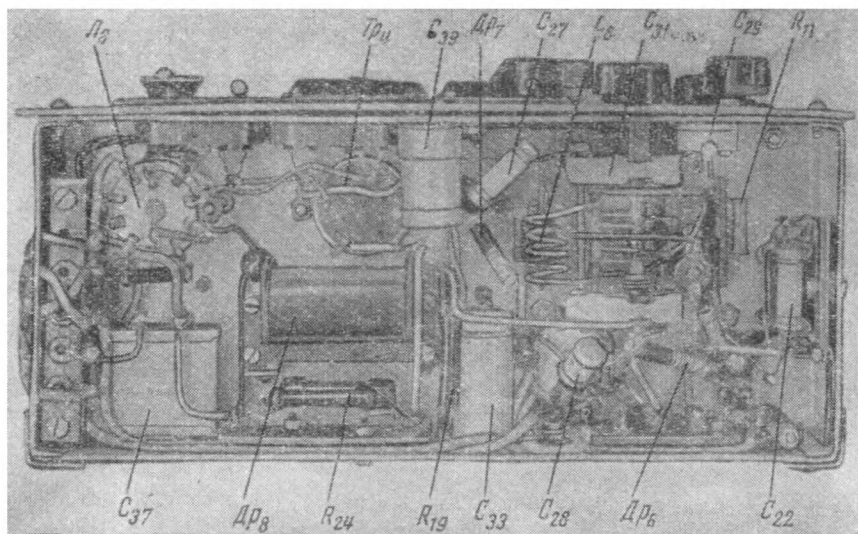


Рис. 20. Приемо-модуляционный блок

ственной частотой колебаний, лежащей в пределах от 4 до 4,055 Мгц. Можно также применять кварцы на частоты 6—6,081 и 8—8,11 Мгц и т. д., но при этом следует соответственно уменьшить кратность умножения частоты, например, путем перевода утроителей в режим удвоения частоты или замены удвоителя усилителем (по симметричной схеме).

Контурные катушки L_1 , L_2 и L_3 намотаны на керамических каркасах диаметром 10 мм. Остальные катушки — бескаркасные. Конструктивные данные катушек приведены в табл. 2.

Таблица 2

Конструктивные данные контурных катушек

Обозначение катушек	Число витков	Внутренний диаметр, мм	Длина намотки, мм	Марка и диаметр провода	Примечание
L_1 . .	27	10	25	ПЭЛ 0,9	Отвод от 8-го гитка —
L_2 . .	12	10	25	ПЭЛ 0,9	

Обозначение катушек	Число витков	Внутренний диаметр, мм	Длина намотки, мм	Марка и диаметр провода	Примечание
L_3 . .	7	10	15	ПЭЛ 0,9	—
L_4 . .	4	14	20	ПЭЛ 1,6	Расстояние между половинами обмотки 6 мм
L_5 . .	4	12	15	ПЭЛ 1,6	Расстояние между половинами обмотки 5 мм
L_6 . .	2	10	4	ПЭЛ 1,0	—
L_7 . .	5	10	18	МГ 1,6	Провод медный посеребренный
L_8 . .	5	10	18	МГ 1,6	Провод медный посеребренный

ВЧ дроссели Dr_1 , Dr_2 , Dr_3 , Dr_4 и Dr_5 намотаны на сопротивлениях типа ВС-1,0 проводом ПЭЛ 0,6. Все они содержат по 25 витков. Дроссели Dr_6 и Dr_7 намотаны на сопротивлениях типа ВС-0,5 проводом ПЭЛ 0,3. Длина провода должна быть равна 460 мм. Проводящий слой с сопротивлений перед намоткой на них дросселей удаляется.

Конденсатор C_2 — с воздушным диэлектриком. Однако тут может быть применен и подстроечный керамический конденсатор типа КПК-2 емкостью 6—60 пф. Конденсаторы C_5 и C_8 — керамические подстроечные типа КПК-1 емкостью 8—22 пф. Нейтродинные конденсаторы C_{15} и C_{16} также типа КПК-1 емкостью 2—12 пф.

Конденсаторы C_{11} и C_{12} — самодельные, изготавливаются из подстроечных конденсаторов с воздушным диэлектриком, конструкция их дана на рис. 21. Конденсаторы C_{17} , C_{18} и C_{31} , C_{32} (рис. 22) собираются каждый из двух малых подстроечных конденсаторов с воздушным диэлектриком. При сборке керамические основания конденсаторов скрепляются друг с другом металлической шпилькой, а концы осей роторов соединяются латунной втулкой, которая затем пропаивается с обеих сторон. Конец оси одного из конденсаторов обрезается.

Конденсатор C_{21} во входном контуре приемника — типа КПК-1 емкостью 2—8 пф, C_{29} также типа КПК-1 емкостью 2—5 пф.

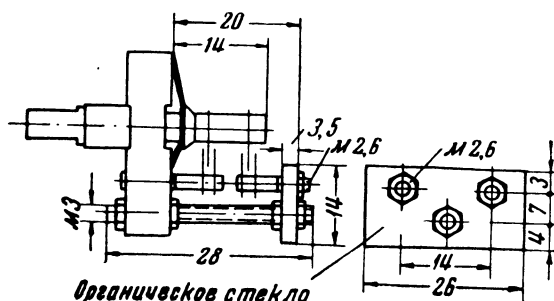


Рис. 21. Конденсаторы переменной емкости C_{11} и C_{12}

Дроссель низкой частоты Dr_8 собран на П-образном сердечнике сечением $0,5 \text{ см}^2$. Он содержит 4000 витков провода ПЭЛ 0,2. Модуляционный дроссель Dr_9 собран на сердечнике из пластин Ш-12, толщина набора 15 мм. Он содержит 5000 витков провода ПЭЛ 0,17.

Микрофонный трансформатор Tr_3 собран на П-образном сердечнике сечением $0,5 \text{ см}^2$. Микрофонная обмотка его содержит 400 витков провода ПЭЛ 0,3, вторичная обмотка — 8000 витков провода ПЭЛ 0,08.

Выходной трансформатор Tr_4 собран на сердечнике из пластин Ш-12, толщина набора 15 мм. Его первичная

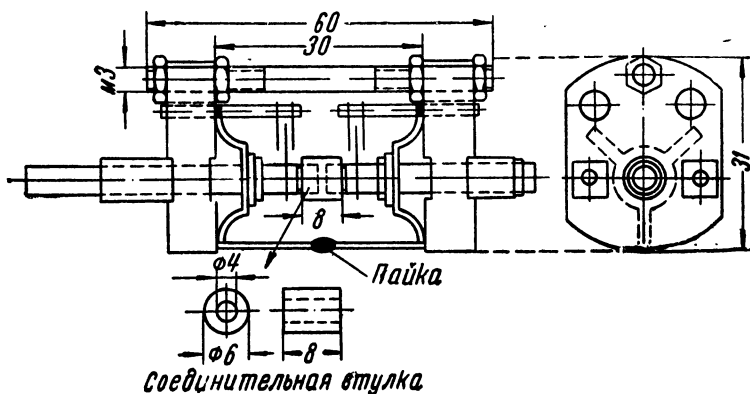


Рис. 22. Сдвоенные конденсаторы переменной емкости $C_{17}-C_{18}$ и $C_{31}-C_{32}$

обмотка содержит 5000 витков провода ПЭЛ 0,1, вторичная — 1200 витков провода ПЭЛ 0,1.

Силовой трансформатор Tr_1 собран на железе Ш-25, толщина набора 36 мм. Его первичная обмотка содержит 1480 витков, имея отводы от 55, 605, 715, 1155-го и 1375-го витков. Часть обмотки (до 715 витков) намотана проводом ПЭЛ 0,33, остальная часть обмотки — проводом ПЭЛ 0,2. Вторичная обмотка содержит 1250 витков провода ПЭЛ 0,2, накальная обмотка — 53 витка провода ПЭЛ 1,0.

Трансформатор вибропреобразователя Tr_2 собран на железе Ш-19, толщина набора 25 мм. Первичная обмотка его содержит 60+60 витков провода ПЭЛ 1,0, вторичная — 220 витков провода ПЭЛ 0,17.

Дроссель фильтра Dr_{10} собран на сердечнике из пластин Ш-12, толщина набора 18 мм, он содержит 4000 витков провода ПЭЛ 0,2. Воздушный зазор в сердечнике дросселя равен 0,2 мм.

Высокочастотные дроссели фильтра вибропреобразователя имеют следующие данные: Dr_{16} содержит 600 витков провода ПЭШО 0,33, намотка «универсаль», диаметр каркаса 10 мм; Dr_{11} , Dr_{13} и Dr_{15} содержат по 30 витков провода ПЭЛ 1,0, намотка бескаркасная, в один слой, внутренний диаметр 10 мм; Dr_{12} и Dr_{14} содержат по 200 витков провода ПЭЛ 1,0, намотка многослойная, на каркасе диаметром 10 мм. Дроссель Dr_{17} в накальной цепи приемника (рис. 17) намотан на сопротивлении типа ВС-1,0, содержит 16 витков провода ПЭЛ 0,8. В выпрямителе применены селеновые шайбы диаметром 25 мм.

В качестве анодного миллиамперметра используется прибор типа М-61 с пределом измерения 0—50 ма, а в качестве индикатора настройки антенны — микроамперметр чувствительностью 500 мка.

Переключатель P_1 — обычный одноплатный переключатель на два положения (с тремя группами контактов), а переключатель P_2 — двухполюсный тумблер. Все остальные детали стандартных типов: постоянные конденсаторы емкостью до 1000 пф — керамические (типа КТК или КДК) или слюдяные (типа КСО); конденсаторы емкостью свыше 1000 пф — типа КБГ-И; электролитические конденсаторы — типов КЭ-1 и КЭ-2; постоянные сопротивления — типа ВС или МЛТ, переменные — типа СП или ВК.

НАЛАЖИВАНИЕ РАДИОСТАНЦИИ

Налаживание радиостанции при правильном ее монтаже сводится к устранению паразитной генерации, подбору наивыгоднейших величин мелких деталей, настройке контуров на нужные частоты и получению наибольшей отдачи мощности в антенну.

Для налаживания необходимо иметь генератор стандарт-сигналов (ГСС-6, ГСС-7, СГ-1, ГМВ) и достаточно широкополосный ламповый вольтметр (ВЛУ-2, ВКС-7). Большую пользу могут принести самодельные вспомогательные устройства (резонансный волномер, ГИР, двухпроводная измерительная линия и индикатор поля).

Налаживание радиостанции начинается с проверки блока питания. Установив переключатель силового трансформатора Tr_1 в нужное положение, присоединяют блок к электросети и производят контрольные измерения напряжения на выходе блока. На его выходе должно быть 200—220 в постоянного тока для питания анодных цепей и 6,3 в переменного напряжения для накала ламп. Затем следует проверить вибропреобразователь. Для этого переключатель P_2 устанавливают в положение «Аккумулятор», выключатель Bk_3 — в положение «Выключено» и к концам кабеля подключают шестивольтовый аккумулятор емкостью не менее 60 а-ч. Правильность подключения аккумулятора и его рабочее напряжение контролируют вольтметром, установленным на передней панели блока питания. Включив (выключателем Bk_4) вибропреобразователь, измеряют напряжения на выходной колодке блока. При этом должны получиться примерно такие же результаты, что и при работе блока от электросети. Работа вибропреобразователя обычно сопровождается характерным гудением, которое может служить одним из признаков его исправности.

Для налаживания высокочастотной части передатчика необходим простейший волномер резонансного типа. Еще лучше, если в наличии имеется ГИР. Тогда всю предварительную подгонку и настройку контуров передатчика можно сделать без подачи на них питающих напряжений. Следует иметь также ВЧ пробник, составленный из витка провода, замкнутого на лампочку накаливания (2,5 в \times 0,075 а).

Настройку передатчика начинают с первого каскада.

При приближении ВЧ пробника к контуру $L_1C_1C_2$ свечение лампочки-индикатора укажет на наличие в нем колебаний.

• При удалении кварца колебания должны срываться; если этого не происходит (что указывает на самовозбуждение), то необходимо уменьшить величину связи, перенеся отвод на катушке L_1 ближе к тому концу, который соединен с кварцем. При правильно выбранной точке присоединения отвода частота колебаний будет определяться собственной частотой колебаний кварцевой пластины. Это можно проверить, прослушав работу генератора на градуированном приемнике или с помощью резонансного волномера.

В начале налаживания контур $L_1C_1C_2$ настраивают на частоту 4 Мгц, затем, постепенно уменьшая емкость конденсатора C_2 , выделяют вначале вторую гармонику — 8 Мгц, а затем третью гармонику — 12 Мгц. Для проверки правильности настройки этого контура также используется резонансный волномер.

Наладив первый каскад передатчика, переходят к следующему. Порядок настройки второго каскада передатчика такой же, как и первого. Контур L_2C_5 первоначально настраивают на вторую гармонику частоты, выделенной на первом каскаде, — 24 Мгц, а в дальнейшем с помощью подстроечного конденсатора C_5 его перестраивают на третью гармонику — 36 Мгц. Если с помощью конденсатора C_5 контур L_2C_5 на частоту 36 Мгц перестроить не удастся, то нужно изменить число витков катушки L_2 . Правильность настройки второго каскада обязательно нужно проконтролировать с помощью волномера.

Следующие удвоительные каскады передатчика настраивают аналогично первым двум утроителям частоты. Мощность колебаний, полученных в контуре $L_4C_{11}C_{12}$ на частоте 144 Мгц, должна быть достаточной для того, чтобы лампочка пробника ($2,5 \text{ в} \times 0,075 \text{ а}$), поднесенная к катушке L_4 , имела белый накал.

Налаживание усилителя мощности начинают с проверки цепи нейтрализации. Для этого лампы \mathcal{L}_3 и \mathcal{L}_4 вставляют в свои панельки и разрывают цепь питания их анодов, отсоединив от катушки L_5 дроссель Dr_5 . В цепь управляющих сеток ламп \mathcal{L}_3 и \mathcal{L}_4 между сопротивлением R_9 и корпусом включается миллиамперметр по-

стоянного тока со шкалой на 10 *ма*. Контур $L_5C_{17}C_{18}$ настраивают в резонанс с поступающими колебаниями. Далее, поочередно изменяя емкость конденсаторов C_{15} и C_{16} , добиваются, чтобы величина сеточного тока при перестройке анодного контура не изменялась. О точности нейтрализации оконечного каскада можно судить по совпадению минимума анодного тока с максимальными показаниями индикатора резонанса.

При отсутствии подходящего миллиамперметра постоянного тока можно произвести нейтрализацию оконечного каскада при помощи индикатора настройки антенны и пробника с лампочкой накаливания. При этом питание на оконечный каскад подается, как обычно, а контур $L_5C_{17}C_{18}$ настраивается в резонанс с колебаниями контура $L_4C_{11}C_{12}$ (меняя расстояние между витками катушки L_5 , следует добиться, чтобы роторные пластины двойного конденсатора $C_{17}C_{18}$ находились в среднем положении). Затем, вращая отверткой из изоляционного материала, например эбонита, попеременно конденсаторы C_{15} и C_{16} , наблюдают за показаниями индикатора настройки антенны и свечением лампочки накаливания ВЧ пробника.

Показания прибора индикатора настройки антенны и яркость свечения лампочки накаливания пробника должны постепенно увеличиваться, затем уменьшаться и при дальнейшем увеличении емкости нейтральных конденсаторов вновь увеличиваться. Конденсаторы C_{15} и C_{16} должны быть установлены в среднем положении между точками, где показания антенного прибора (и свечение лампочки) минимальны, и второй точкой, где вновь увеличиваются показания прибора-индикатора.

При подборе степени нейтрализации не следует заботиться подстраивать контур выходного каскада передатчика после каждого изменения емкости нейтральных конденсаторов. При замене ламп оконечного каскада передатчика подстройку цепей нейтрализации следует произвести снова.

Хорошо настроенный оконечный каскад передатчика при анодном напряжении в 200 *в* отдает в антенну колебательную мощность порядка 3 *вт* при токе в анодной цепи 35 *ма*.

Налаживание модулятора передатчика сводится в основном к подбору величин сопротивлений R_{23} и R_{24} , ко-

торые зависят от типа примененного угольного микрофона. Методика их подбора была подробно разобрана в описании налаживания любительской радиостанции предыдущей конструкции.

В правильно настроенном передатчике при произнесении перед микрофоном звука «а» ток в анодной цепи должен возрастать на 3—5 *ма*, а показания индикатора настройки антенны должны увеличиваться примерно на 20 %.

При налаживании приемной части радиостанции можно временно упростить приемник, включив его по схеме 1-V-1. Для этого конденсатор C_{26} отключают от контура L_7C_{21} и присоединяют его к управляющей сетке левого (по схеме) триода лампы L_7 вместо конденсатора C_{28} , который отсоединяют.

Прежде всего следует проверить работу низкочастотной части приемника. Если усилитель низкой частоты работает нормально, то можно перейти к налаживанию свэрхрегенератора. Наилучший режим для него устанавливается путем подбора величин сопротивления R_{17} и конденсатора C_{27} .

Следует также экспериментально определить наиболее удобные точки присоединения к контуру $L_8C_{29}C_{31}C_{32}$ дросселя Dr_7 и конденсатора C_{25} . Затем нужно произвести подгонку диапазона приемника. Лучше всего это сделать с помощью УКВ сигнал-генератора (СГ-1, ГМВ).

Модулированный сигнал от СГ-1 следует подать на сетку лампы L_6 (контур L_7C_{21} можно временно отключить или зашунтировать его сопротивлением порядка 1—2 *ком*). Затем, установив в среднее положение роторы конденсаторов C_{29} , C_{31} , C_{32} , нужно путем прослушивания сигнала на головные телефоны, включенные в гнезда приемника, определить частоту, на которую настроен контур свэрхрегенератора. Необходимо добиться, чтобы в среднем положении ротора сдвоенного конденсатора $C_{31}C_{32}$ контур $L_8C_{29}C_{31}C_{32}$ был настроен на частоту 145 *Мгц*. Окончательную подстройку производят подбором величины индуктивности катушки L_8 (меняя расстояние между ее витками) и изменением емкости подстроечного конденсатора C_{29} . При точном соблюдении электрических величин деталей, приведенных на схеме, приемник обеспечивает перекрытие полосы частот от 140 до 150 *Мгц*.

При отсутствии УКВ сигнал-генератора для подгонки диапазона приемника можно воспользоваться коротковолновым сигнал-генератором (например, типа ГСС-6) или градуированным коротковолновым приемником. В этом случае обычно используется частота 24 Мгц, шестая гармоника которой соответствует частоте 144 Мгц. Сигнал от ГСС-6 (с выхода 0—1 в) подают непосредственно на сетку лампы L_6 через конденсатор емкостью 20—50 пф. Определение и подгонку диапазона также можно произвести при помощи градуированного коротковолнового приемника, прослушивая гармоники его гетеродина. Для этого антенный выход приемника следует связать с контуром сверхрегенератора, поднеся проводник от антенного зажима приемника к контуру $L_8C_{29}C_{31}C_{32}$. При определении частоты настройки контура УКВ приемника радиостанции нужно учитывать величину промежуточной частоты используемого супергетеродинного коротковолнового приемника. Например, частота гетеродина приемника при настройке его на частоту 24 Мгц и промежуточной частоте 1000 кгц равна 24,1 Мгц (обычно в подобных приемниках частота гетеродина берется выше на величину промежуточной частоты), а шестая гармоника соответственно 144,6 Мгц. Точка настройки контура сверхрегенеративного детектора на гармонику гетеродина определяется по прекращении характерного шипения, свойственного сверхрегенератору и слышимого в телефонах настраиваемого приемника.

При налаживании каскада усиления высокой частоты контур L_7C_{21} подключается к сетке лампы L_6 . Он настраивается на среднюю частоту диапазона—145 Мгц—и в дальнейшем при эксплуатации радиостанции не перестраивается. Также следует проверить, нет ли самовозбуждения усилителя высокой частоты.

Как уже говорилось выше, в этом случае настройка контура L_7C_{21} получается расплывчатой. Для устранения самовозбуждения соединительные проводники сеточных и анодных цепей лампы L_6 должны быть максимально короткими и отстоящими друг от друга на возможно большее расстояние. Качество всех блокировочных конденсаторов должно быть высоким. Если устранить самовозбуждение не удастся, следует несколько уменьшить напряжение на аноде и экранирующей сетке лампы L_6 (увеличив сопротивления R_{13} и R_{14}).

После этого можно восстановить рефлексную схему, переключив конденсаторы C_{26} и C_{28} . О нормальной работе приемника можно будет судить по значительному увеличению громкости сигнала в телефонах. В некоторых случаях возможно еще потребуются подобрать емкость конденсатора C_{24} (в пределах от 100 до 500 пф).

Правильно настроенный и налаженный приемник обладает чувствительностью не ниже 5—10 мкв.

АНТЕННЫ

Для работы с радиостанцией на диапазон 144—146 Мгц могут быть рекомендованы следующие антенны: петлевой вибратор, антенны типа «волновой канал» и вертикальный полуволновой вибратор. Подбор наиболее выгоднейшей связи с антенной в каждом отдельном случае производится перемещением катушки L_6 относительно катушки L_5 . После определения наиболее выгоднейшего положения катушки L_6 ее закрепляют и в дальнейшем величина связи остается неизменной (если не потребуются перейти на работу с другой антенной).

3. ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ РАДИОСТАНЦИЯ НА ДИАПАЗОН 420—435 *Мгц*

Описываемая малогабаритная приемо-передающая радиостанция позволяет вести двустороннюю радиотелефонную связь на частотах 420—435 *Мгц* (71,43—68,71 *см*). Она достаточно проста по схеме и доступна для изготовления, так как в ней использованы типовые лампы и детали.

Приемопередатчик радиостанции имеет размеры 230×160×60 *мм*. Вес его вместе с микротелефонной трубкой равен 2,1 *кг*. Передатчик отдает в антенну мощность порядка 0,25 *вт*.

Для питания радиостанции используется такой же блок питания, как и в радиостанции на диапазон 144—146 *Мгц*. При среднем напряжении 250 *в* расход тока в анодной цепи радиостанции равен 40 *ма* при работе на передачу и 30—33 *ма* при работе на прием.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Принципиальная схема радиостанции показана на рис. 23. Высокочастотная часть радиостанции разделена на два отдельных блока (приемник и передатчик).

Генератор передатчика собран по однотоктной схеме на пальчиковом триоде L_2 типа 6С1П, который удовлетворительно работает в диапазоне 420—435 *Мгц*. Значительно лучшие результаты могут быть получены при применении высокочастотного триода 6С2П, предназначенного для генерирования сверхвысокочастотных колеба-

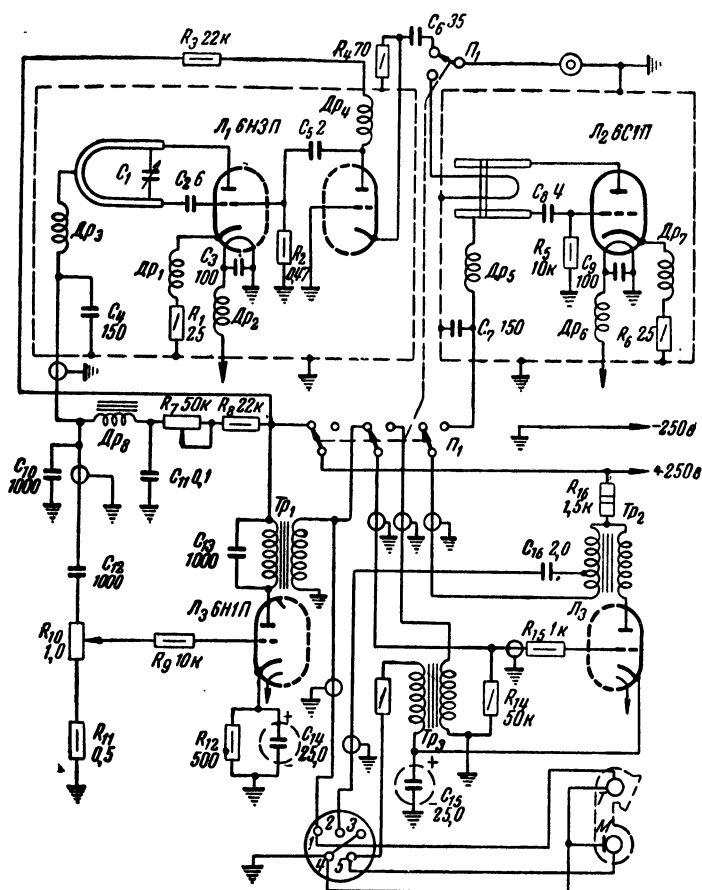


Рис. 23. Принципиальная схема радиостанции на диапазон 420—435 Мгц

ний (до 500 Мгц). Возможно также использование в автогенераторе передатчика симметричной схемы на двойном триоде 6Н15П.

В качестве колебательного контура используется короткозамкнутый отрезок двухпроводной линии, включенный (последовательно с конденсатором обратной связи C_8) между сеткой и анодом лампы $Л_2$. Перестройка передатчика в пределах диапазона осуществляется путем

перемещения короткозамыкающей перемычки на двухпроводной линии.

Анодное напряжение на генератор подается через высокочастотный дроссель Dr_5 , присоединенный к одной из трубок контурной линии. Отрицательное смещение на управляющую сетку лампы L_2 задается за счет падения напряжения на сопротивлении R_5 . Один из концов накальной цепи лампы L_6 заземлен, а другой изолирован по высокой частоте с помощью дросселя Dr_2 . Катод лампы L_2 , также изолированный по высокой частоте дросселем Dr_7 , заземлен через небольшое антипаразитное сопротивление R_6 . Связь с антенной осуществляется при помощи петли, размещенной над контурной линией. Один из концов линии заземлен, а другой присоединен к антенному переключателю $П_1$.

В передатчике применена анодная модуляция. Модулятором служит правый (по схеме) триод лампы L_3 типа 6Н1П. В анодную цепь этого триода включена одна из обмоток модуляционного трансформатора Tr_2 . Вторая обмотка этого трансформатора во время работы радиостанции на передачу подключается переключателем $П_1$ к аноду лампы L_2 . Напряжение звуковой частоты, возникающее на трансформаторе Tr_2 , управляет анодным напряжением лампы L_2 .

Угольный микрофон (капсоль МБ) получает питание за счет падения напряжения на сопротивлении R_{13} .

Высокочастотная часть приемного устройства радиостанции собрана на двойном триоде L_1 (6НЗП) по схеме прямого усиления. Усилитель высокой частоты приемника (правый триод) лампы L_1 работает по схеме с заземленной сеткой и аperiодическим входом. В положении «Прием» переключателя $П_1$ сигнал из антенны поступает через конденсатор C_6 на катод правого (по схеме) триода лампы L_1 . Между катодом и землей включено сопротивление R_4 , равное волновому сопротивлению коаксиального кабеля, примененного для соединения радиостанции с антенным устройством. Для коаксиального кабеля РК-1 оно равно 70 ом.

Сверхрегенеративный детектор (левый по схеме триод лампы L_1) работает по трехточечной схеме с самогашением частоты. Величина частоты самогашения определяется сопротивлением R_2 и конденсатором C_2 .

Индуктивность колебательного контура выполнена в

виде массивного полувитка (скобы). Настраивается контур конденсатором переменной емкости C_1 .

Цепь накала и катод лампы L_1 изолированы по высокой частоте дросселями Dp_1 , Dp_2 и конденсатором C_3 . Сопротивление R_1 предотвращает возникновение паразитной генерации.

Напряжение на анод левого триода лампы L_1 подается через высокочастотный дроссель Dp_3 и низкочастотный дроссель Dp_8 , образующий вместе с сопротивлениями R_7 и R_8 анодную нагрузку этого триода. Переменное сопротивление R_7 служит для подбора наиболее выгодного режима сверхрегенеративного каскада приемника.

Выделенное на анодной нагрузке левого триода лампы L_1 напряжение звуковой частоты подается на управляющую сетку левого триода лампы L_3 , работающего в усилителе низкой частоты. Сопротивление R_{10} служит регулятором громкости.

Усилитель низкой частоты приемника собран по обычной трансформаторной схеме с автоматическим смещением. Низкоомный телефон микрофонной трубки подключается непосредственно ко вторичной обмотке выходного трансформатора Tr_1 , первичная обмотка которого является анодной нагрузкой левого (по схеме) триода лампы L_3 . При переходе на прием вторичная обмотка трансформатора Tr_1 с помощью переключателя $П_1$ подключается к управляющей сетке правого (по схеме) триода лампы L_3 , который используется в качестве второго каскада усиления низкой частоты. Для этого на модуляционном трансформаторе Tr_3 предусмотрен специальный отвод, с которого в этом случае через конденсатор C_{16} снимается напряжение низкой частоты и подается на гнездо 2 на колодке приемника.

В комплект радиостанции, кроме микрофонной трубки, входят также отдельные головные телефоны и микрофоны, которые с помощью пятиштырьковой вилки могут подключаться к радиостанции вместо микрофонной трубки (головные телефоны соединены со штырьками 2 и 3, а микрофон соединен со штырьками 4 и 5).

В целях экономии питания в радиостанции предусмотрено отключение анодных цепей тех ламп, которые в данный момент не используются в работе. Это осуществляется с помощью переключателя $П_1$, разрывающего в положении «Прием» анодную цепь генераторной лампы L_2 , а

в положении «Передача» — анодные цепи двойного триода L_1 и анодную цепь левого (по схеме) триода лампы L_3 .

КОНСТРУКЦИЯ, МОНТАЖ И ДЕТАЛИ РАДИОСТАНЦИИ

Все детали радиостанции размещены на одной общей дюралевой панели толщиной 2,5 мм, имеющей размеры 225×155 мм.

На лицевую панель радиостанции выведены ручки настройки приемника (ось ротора конденсатора C_1), регулировки громкости (ручка переменного сопротивления R_{10}) и подстройки (переменное сопротивление R_7). На этой панели расположены также ручка переключателя P_1 , имеющего два положения («Прием» и «Передача»), и комбинированная колодка для включения микротелефонной трубки или головных телефонов и отдельного угольного микрофона.

Высокочастотная часть приемника смонтирована отдельным блоком в виде коробки (72×40×42 мм), снабженной плотно закрывающейся крышкой. Все детали высокочастотных цепей приемника расположены внутри блока. Выводы для присоединения цепей питания и антенного входа сделаны через проходные изоляторы.

Общий вид блока приведен на рис. 24. Разметка и основные отверстия на коробке-экране даны на рис. 25.

Точно так же в виде отдельного блока (размером 90×40×42 мм) смонтирована и высокочастотная часть передатчика (рис. 26 и 27). Оба каркаса блоков изготовлены из листовой латуни толщиной 0,5 мм. Особое внимание необходимо обратить на хорошее соединение стыков экранов, которые должны быть тщательно при-

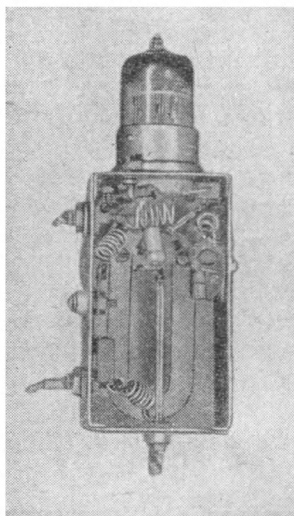


Рис. 24. Высокочастотный блок приемника

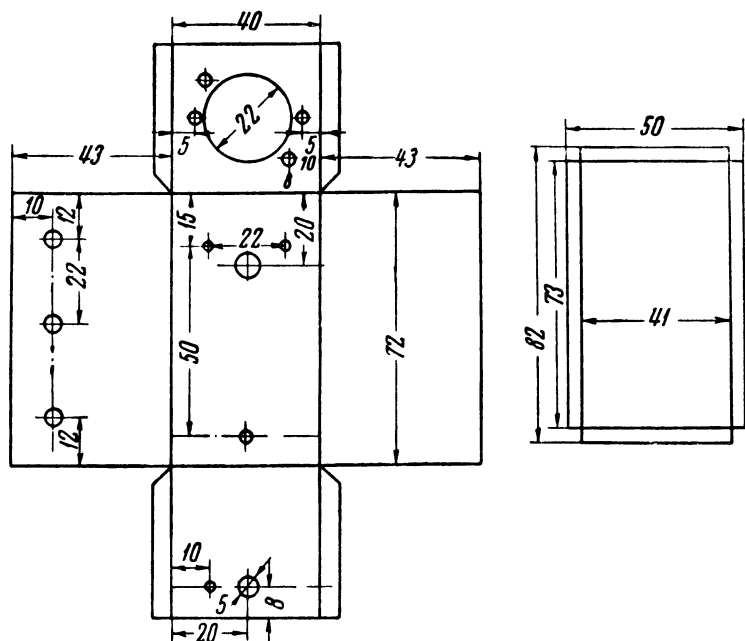


Рис. 25. Коробка-экран и крышка ВЧ блока приемника

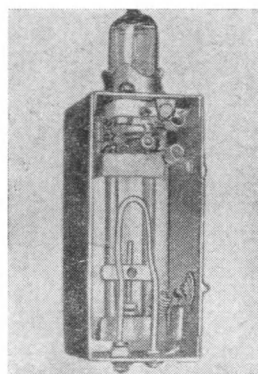


Рис. 26. Высокочастотный блок передатчика

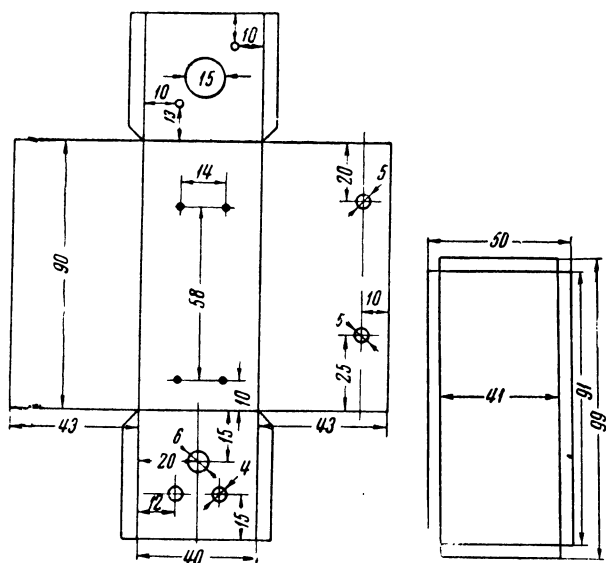


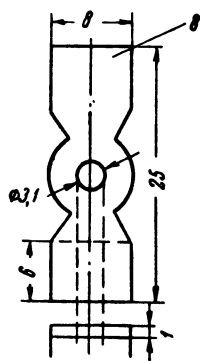
Рис. 27. Коробка-экран и крышка ВЧ блока передатчика

клепаны и пропаяны. Съемные крышки экранов подгоняются так, чтобы они плотно прилегали ко всем четырем стенкам экрана, обеспечивая надежный электрический контакт поверхностей. Полезно снабдить крышки изнутри дополнительными пружинящими контактами.

Эффективность экранировки высокочастотных блоков приемника и передатчика радиостанции может быть значительно повышена серебрением поверхности экранов. Желательно также посеребрить двухпроводную контурную линию передатчика, петлю связи с антенной, детали конденсатора C_1 и контурный полувиток приемника. Серебрение рекомендуется выполнять гальваническим путем. Поверхности можно покрыть серебром также при помощи специального состава из 40 см³ дистиллированной воды, в которой растворяют 2 г азотнокислого серебра (ляписа), 1 г хлористого аммония (нашатыря), 4 г гипосульфита и 4 г углекислого кальция (мела).

При приготовлении жидкости для серебрения следует вначале растворить в воде ляпис, после него нашатырь, затем гипосульфит и к готовой жидкости добавить мел.

Детали колебательного контура приемника показаны на рис. 28. Детали 1, 8 и 7 (2 шт.) изготовлены из листовой латуни или красной меди толщиной 0,5—1 мм и посеребрены. Детали 2, 3 и 4 выполнены из органического стекла, деталь 5 и ось ротора конденсатора C_1 — из стали, а деталь 6 (втулка для этой оси) — из бронзы.



59

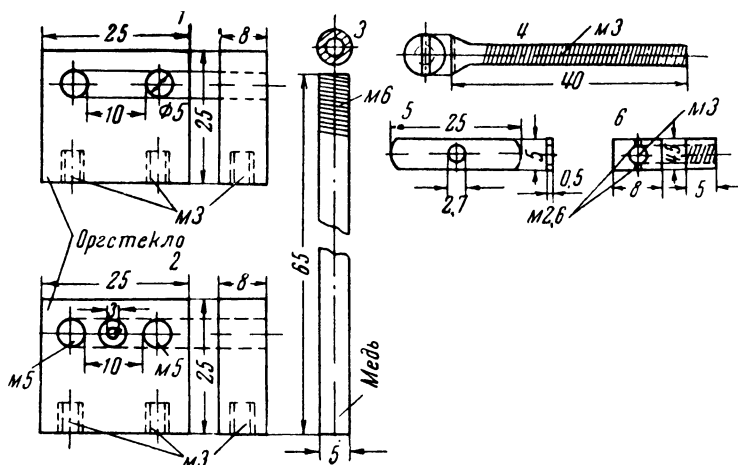


Рис. 29. Детали контурной линии передатчика

предварительно должна быть запрессована втулка 6 с таким расчетом, чтобы ее центр совпал с центром полукруглого выреза в основании 2. После установки скобы на дне экрана собирается ротор конденсатора C_1 . Для этого во втулку 6 (подшипник) пропускают шпильку 5 и на ее конец, снабженный резьбой М-4, наворачивают деталь 3, подложив под нее предварительно пружинящую шайбу. Подвижная пластина конденсатора C_1 (деталь 8) укрепляется винтом на другом конце втулки 3. После сборки пластина ротора переменного конденсатора 8 должна находиться в центре между неподвижными его пластинами (деталь 7), укрепленными на скобе 1. Центровка ротора осуществляется подкладыванием одной-двух шайб под втулку 3. Ротор конденсатора должен вращаться в своем подшипнике с некоторым трением.

Контурная линия передатчика (рис. 29) состоит из двух медных посеребренных трубок 3, укрепленных между стойками 1 и 2 из органического стекла. По трубкам может перемещаться короткозамыкающая перемычка, изготовленная из двух латунных полосок 5, крепящихся винтами к фасонной гайке 6. При сборке контурной линии концы трубок, снабженные резьбой, свинчивают со стойкой 2, а их свободные от резьбы концы пропускают сквозь отверстия в другой стойке 1. Затем их прикрепля-

ют четырьмя винтами с резьбой М-3 ко дну коробки экрана. Короткозамыкающая перемычка должна перемещаться вдоль линии при помощи винта 4, пропущенного сквозь среднее отверстие в опорной стойке 2. Этот винт должен свободно вращаться в отверстии стойки, где он фиксируется двумя гайками. В качестве материала для короткозамыкающей перемычки можно использовать гартованные латунные контактные пружины от реле телефонного типа.

Петля связи с антенной (рис. 30) делается из медного посеребренного провода диаметром 2 мм. Оба ее конца снабжены резьбой М-2. Один из них двумя гайками укрепляется в стенке экрана, второй пропускается через проходной изолятор и с помощью медной посеребренной шинки (размером $5 \times 0,5$ мм) присоединяется к антенному переключателю. Точное положение петли связи относительно контурного полувитка определяется во время налаживания передатчика.

Высокочастотные дроссели $Dr_1, Dr_2, Dr_3, Dr_4, Dr_5, Dr_6$ и Dr_7 (бескаркасные) изготавливаются из медного посеребренного провода диаметром 0,8 мм и содержат по шесть витков диаметром (внутренним) 5 мм. Длина намотки этих дросселей определяется практически во время налаживания радиостанции (обычно в пределах 7—12 мм; см. рис. 24 и 26).

Конденсаторы обратной связи C_2 и C_8 керамические

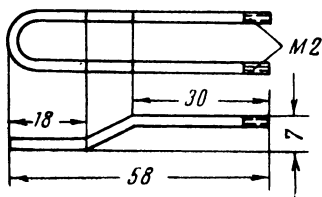


Рис. 30. Петля связи контура передатчика с антенной

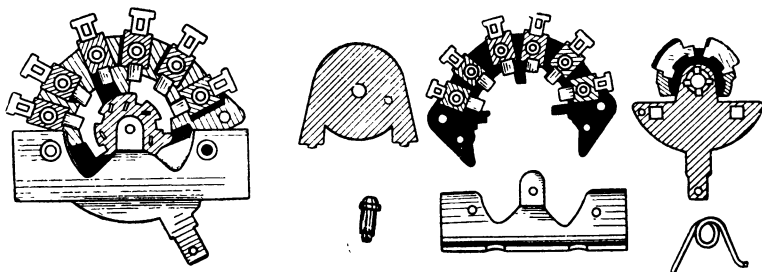


Рис. 31. Переключатель рода работ Π_1 и его детали

(желательно типа КДУ или КДК). Переходные конденсаторы C_5 и C_6 также керамические типа КДК или КТК. Блокировочные конденсаторы C_3 , C_4 , C_7 и C_8 — керамические или слюдяные типа КСО-1.

Низкочастотный дроссель Dr_8 имеет сердечник, состоящий из пластин типа Ш-12, толщина набора 15 мм, воздушный зазор 0,1 мм, обмотка дросселя содержит 10 000 витков провода ПЭЛ 0,1. Индуктивность его равна примерно 50 гн.

Сердечник выходного трансформатора Tr_1 состоит из пластин Ш-12, набранных в пакет толщиной 15 мм. Его первичная обмотка содержит 2500 витков провода ПЭЛ 0,15, вторичная — 400 витков провода ПЭЛ 0,15.

Модуляционный трансформатор Tr_2 имеет две обмотки по 3000 витков провода ПЭЛ 0,1. Сердечник собран из пластин Ш-12 в пакет толщиной 15 мм. Одна из обмоток трансформатора имеет дополнительный отвод от 650-го витка. Микрофонный трансформатор Tr_3 имеет такой же сердечник. Первичная обмотка его содержит 400 витков провода ПЭЛ 0,12, вторичная — 1600 витков того же провода.

Переключатель рода работы $П_1$ — самодельный. Его можно сделать из стандартного одноплатного переключателя диапазонов. Общий вид переключателя и отдельных его деталей приведен на рис. 31.

Микрофонная трубка имеет низкоомный телефон (60 ом) и капсулю угольного микрофона, имеющий в нерабочем состоянии (при молчании) сопротивление порядка 500 ом.

Остальные детали берутся обычных типов: переменные сопротивления R_7 и R_8 типа СП-1, постоянные сопротивления типа ВС или МЛТ, электролитические конденсаторы C_{14} и C_{16} типа КЭ-1, C_{11} и C_{17} типа МБГ-2.

Монтаж цепей питания выполнен проводом ПМВГ. Для монтажа низкочастотных цепей модулятора и усилителя НЧ использован экранированный провод МГББЛ.

При монтаже высокочастотных блоков радиостанции необходимо применять соединительные провода минимальных размеров. Каждая деталь, которая должна быть заземлена, соединяется с экраном в ближайшей к ней точке лайкой (если экран выполнен из меди или латуни) или прикрепляется монтажным лепестком.

НАЛАЖИВАНИЕ РАДИОСТАНЦИИ

Налаживание радиостанции рекомендуется производить, пользуясь описанными ниже (раздел 6) приборами — резонансным волномером, индикатором поля, измерительной линией.

Проверив правильность монтажа и присоединив блок питания, включают радиостанцию и измеряют напряжение питания под нагрузкой. Затем проверяют, есть ли колебания высокой частоты в контуре передатчика. Для этого к петле связи с антенной присоединяют лампочку накаливания ($2,5 \text{ в} \times 0,075 \text{ а}$), которая должна гореть полным накалом. Следует при этом обратить внимание на анод лампы 6С1П — он не должен ни в коем случае раскаляться докрасна. Анодный ток этой лампы не должен превышать 30 ма (нужный режим устанавливается подбором сопротивления R_{16}). Если анод лампы сильно нагревается, а анодный ток ее при этом постепенно возрастает, это свидетельствует о возникновении паразитной генерации. Для ее устранения следует увеличить сопротивление R_{16} и тщательно проверить монтаж генератора. Можно также подобрать лампу генератора, выбрав наилучшую из нескольких ламп этого типа.

В случае использования в передатчике лампы типа 6С2П следует также путем подбора величины сопротивления R_{16} установить наивыгоднейший режим ее работы — при напряжении на ее аноде не свыше $160\text{—}180 \text{ в}$ ток анода не должен превышать $25\text{—}30 \text{ ма}$.

Как уже говорилось выше, на частотах $420\text{—}435 \text{ Мгц}$ хорошо работает двойной триод типа 6Н15. В этом случае схема высокочастотного блока передатчика переделывается согласно рис. 32. Все данные его деталей и их

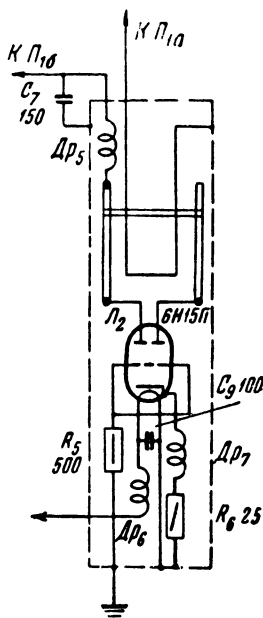


Рис. 32. Схема ВЧ блока передатчика на лампе 6Н15П

взаиморасположение остаются почти без изменения. Величина сопротивления R_5 уменьшается до 500—1000 Ω и исключается из схемы конденсатор C_8 . Рабочий режим устанавливается путем подбора величин сопротивлений R_{16} и R_5 . При анодном напряжении 200 в общий анодный ток двух триодов лампы не должен быть больше 40—50 ma .

Добившись нормальной работы генератора, следует определить его рабочую частоту. Для этого с контуром генератора связывают измерительную двухпроводную линию, присоединив ее к петле связи. Индикаторная лампочка при этом остается присоединенной к антенному выходу. Настройка генератора на диапазон 420—435 $M\mu$ осуществляется передвижением короткозамыкающей перемычки в контурной линии (при закрытой крышке экрана). В случае необходимости можно несколько понизить частоту, увеличив на 0,5—1 $n\phi$ емкость конденсатора C_8 . Для повышения частоты нужно в качестве конденсатора C_8 использовать керамический дисковый конденсатор (КДУ-1 или КДК-1) той же емкости и укоротить до предела шинки, соединяющие контурную линию с лампой. Уменьшать емкость конденсатора C_8 ниже 4 $n\phi$ не рекомендуется.

Получив нужную частоту колебаний, следует, меняя расстояние между витками высокочастотных дросселей Dr_5 , Dr_6 и Dr_7 , добиться наибольшей отдачи мощности, ориентируясь по накалу лампочки-индикатора или по показаниям контрольного прибора индикатора поля.

Положение, в котором следует закрепить петлю связи с антенной, вначале определяют по наиболее яркому свечению лампочки-индикатора, а при окончательной подстройке при работе на антенну — по индикатору поля.

Проверку качества модуляции производят при помощи индикатора, схема которого приведена на рис. 33. Здесь L — виток связи; D — кремниевый или германиевый диод (например, типа Д101, Д3А, Д602); Dr — высокочастотный дроссель, аналогичный по конструкции дросселям Dr_1 — Dr_7 ; T — гнезда, в которые включаются высокоомные головные телефоны или вход

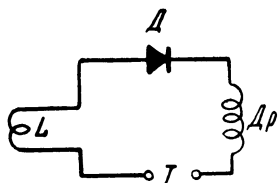


Рис. 33. Схема индикатора для проверки качества модуляции

имеющегося под рукой усилителя низкой частоты. Приблизив виток связи индикатора к контуру работающего передатчика, произносят перед микрофоном «раз, два, три, четыре, пять» и прослушивают передачу в телефонах или в громкоговорителе, присоединенном к выходу усилителя. При этом во избежание акустической обратной связи громкоговоритель нужно отнести от микрофона на несколько метров. Если речь воспроизводится с сильными искажениями, то необходимо подобрать сопротивление R_{13} в пределах 50—200 ом, обеспечив наилучший режим питания микрофона. При нормальной работе передатчика яркость свечения индикаторной лампочки в его антенной цепи должна изменяться в такт с передачей. Анодный ток при этом обычно также меняется в пределах 3—5 ма.

Режим работы ламп радиостанции приведен в табл. 3.

Таблица 3

Лампа	Напряжение накала, в	Напряжение анода, в	Ток анода, ма	Напряжение сетки, в	Примечание
П е р е д а ч а					
6С1П . .	6,3	170	25	—	—
6Н1П . .	6,3	170	12	4	Правый (по схеме) триод
П р и е м					
6НЗП . .	6,3	180	5	—	Левый (по схеме) триод
6НЗП . .	6,3	200	6	—	Правый (по схеме) триод
6Н1П . .	6,3	220	3	4	Левый (по схеме) триод
6Н1П . .	6,3	220	8	5	Правый (по схеме) триод

Для ускорения налаживания приемной части радиостанции рекомендуется параллельно сопротивлению R_2 утечки сетки левого (по схеме) триода лампы L_1 временно включить сопротивление порядка 10 ком; в этом слу-

чае триод будет работать как генератор в обычной трехточечной схеме.

Убедившись при помощи лампочки-индикатора в наличии высокочастотных колебаний в контуре, определяют его диапазон и подбирают наивыгоднейшую величину дросселей Dr_1 , Dr_2 , Dr_3 и Dr_4 . При соблюдении указанных выше размеров деталей конденсатор C_1 обеспечивает перекрытие полосы порядка 18 Мгц. При среднем положении ручки настройки контур должен быть настроен на частоту 427,5 Мгц. После настройки добавочное сопротивление отключается. При этом в телефонах должно появиться характерное для сверхрегенератора шипение.

Окончательную настройку приемника рекомендуется производить, пользуясь генератором стандартных сигналов типа ГСС-12, но также можно использовать и сигнал-генераторы типа СГ-1 и ГМВ, учитывая, что они имеют достаточно ярко выраженные вторые гармоники. В этом случае сигнал-генератор должен быть настроен на частоту 213,75 Мгц. Так как выходной контур сигнал-генератора СГ-1 проградуйрован на одной частоте (40 Мгц), то отсчеты на его лимбе могут служить только для ориентировки при определении чувствительности приемника («больше» или «меньше»).

Наивыгоднейшие величины сопротивлений R_2 , R_3 и R_8 также следует подобрать практически. Каскад усиления высокой частоты подстройки не требует, за исключением подбора сопротивления R_3 .

Антенный вход радиостанции рассчитан на подключение с помощью коаксиального ВЧ разъема и соединительного кабеля типа РК-1 обычных любительских антенн. Следует применять возможно более короткие фидерные линии, так как затухание энергии в кабеле типа РК-1 на частоте 425 Мгц равно 0,03 неп/м. Симметричные антенны согласовываются с фидером обычными способами (например, с помощью U-колена). Для проверки используется индикатор поля, с помощью которого определяются также точки крепления пассивных элементов антенны.

АНТЕННЫ

В диапазоне 420—435 Мгц можно рекомендовать главным образом антенны, обладающие ярко выраженными

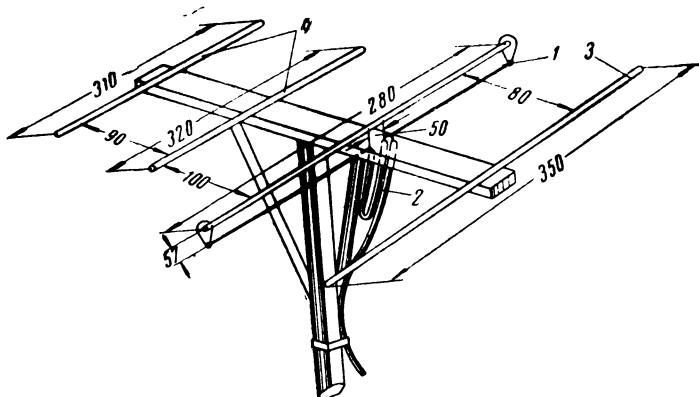


Рис. 34. Четырехэлементная антенна типа «волновой канал» на диапазон 420—435 Мгц; 1 — петлевой вибратор (диаметр трубки верхней части 6 мм, диаметр провода нижней части 3 мм); 2 — симметрирующее U-колено (длина 220 мм для кабеля РК-1); 3 — рефлектор (диаметр трубки 6 мм); 4 — директора (диаметр трубок 6 мм)

характеристиками направленности и имеющие достаточно высокий коэффициент усиления.

На рис. 34 приведена конструкция четырехэлементной направленной антенны для диапазона 420—435 Мгц. Здесь в качестве излучающего вибратора используется петлевой вибратор Пистолькорса. Для его питания может быть применен коаксиальный кабель РК-1, РК-3, РК-4 или РК-20. Симметрирование осуществляется U-коленом из отрезка того же кабеля.

Директора, рефлектор и верхнюю часть петлевого вибратора выполняют из медных или дюралевых трубок диаметром 6—10 мм. Диаметр провода нижней части вибратора должен быть в два раза меньше диаметра верхней части. Рекомендуются снабдить элементы антенны дополнительными насадками, дающими возможность изменять их длину на 5—10%. Это позволит в дальнейшем тщательно настроить антенну и получить наилучшую диаграмму направленности.

При изготовлении антенны желательно предусмотреть приспособления для временного выключения рефлекторов и директоров (по отдельности или вместе). Для этого указанные элементы антенны разрезают в центре и снабжают короткозамыкающими перемычками (с

винтами для закрепления их после окончания настройки антенны).

Настройку направленной антенны начинают с подгонки рефлектора. Для этого на расстоянии трех-четырех длин волн от антенны устанавливается индикатор поля. Разомкнув короткозамыкающие перемычки обоих директоров и изменяя длину рефлектора, добиваются максимального излучения «вперед» по сравнению с излучением «назад» (для проверки антенная система поворачивается на 180° по отношению к индикатору поля). Таким же путем производится подгонка величин первого директора (рефлектор и второй директор при этом должны быть выключены), а затем обоих директоров вместе (при выключенном рефлекторе). Окончательная настройка всей антенной системы производится поочередным изменением длины каждого из ее элементов (все вибраторы должны быть включены) с непрерывным контролем излучения «вперед» и «назад».

При подгонке элементов антенны все изменения их величин нужно производить симметрично по отношению к геометрической оси антенной системы. Наивыгоднейшие расстояния между отдельными элементами антенны желательно подобрать практически, добиваясь наилучшего согласования всей системы с фидерным устройством. При уменьшении расстояния между пассивными элементами антенны и ее активным вибратором излуче-

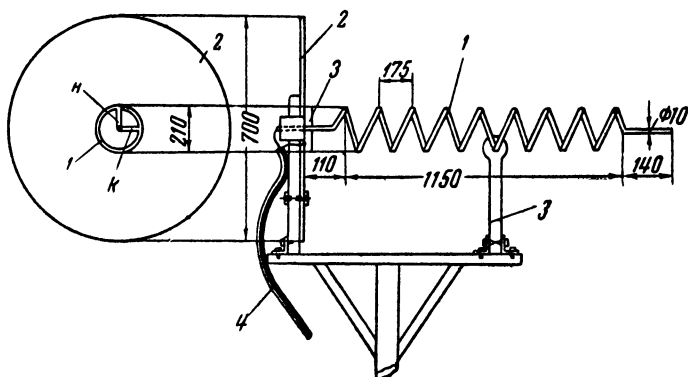


Рис. 35. Спиральная антенна на диапазон 420—435 МГц: 1 — спираль (H — начало спирали, K — конец); 2 — экран (3 — изоляторы, 4 — кабель питания). Размеры даны в мм

ние в главном направлении может увеличиться, однако при этом уменьшается сопротивление излучения активного вибратора, что снижает к.п.д. антенны. Большей частью это расстояние берется от 0,1 до 0,3 λ .

На рис. 35 приведена конструкция антенны для 420—425 *Мгц*, выполненная в виде проволочной спирали, укрепленной перпендикулярно дискообразному экрану. Она имеет узкую диаграмму направленности (основное излучение в пределах угла 20°). Ее входное сопротивление зависит от параметров спирали и лежит обычно в пределах от 100 до 500 *ом*.

Экран для антенны (диаметром от 1 до 2 λ) может быть выполнен из металлического листа, сетки и т. п.

Для работы на 420—435 *Мгц* могут быть также рекомендованы уголкового и каркасно-щелевого антенны, описание конструкций которых радиолучитель найдет в соответствующей литературе.

4. ПРОСТОЙ ПЕРЕДАТЧИК ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПО РАДИО

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

УКВ передатчик является важнейшей составной частью комплекта аппаратуры, служащей для управления по радио различными моделями и в системах телеметрии. Ниже приводится описание конструкции такого передатчика, работающего в диапазоне 144—146 Мгц. Мощность передатчика порядка 50 мвт. Вес собственно передатчика около 150 г, а вместе с источниками питания 500 г.

Расход тока в анодной цепи при напряжении батареи 50 в равен 1,5 ма, в накальной — 100 ма при 1,5 в.

В передатчике применен малогабаритный УКВ триод типа 2С3А. Для работы в диапазоне 28,0—29,7 Мгц могут быть рекомендованы лампы 1П2Б и 2П1П (последняя может быть применена в случае необходимости получения большей мощности излучения).

Принципиальная схема передатчика приведена на рис. 36. Передатчик выполнен по обычной трехточечной схеме с емкостной обратной связью. Колебательный контур в анодной цепи лампы L_1 настраивается на одну из частот любительского диапазона 144—146 Мгц изменением величины индуктивности катушки L_1 , осуществляемой только в процессе наладки передатчика. Емкость контура передатчика складывается из суммы собственной емкости катушки L_1 и емкости монтажа. В передатчике применена так называемая схема автомо-

дуляции, при которой нет необходимости в специальном модуляторе. Эта схема аналогична широко распространенной схеме сверхрегенеративного детектора с самогашением и отличается от нее лишь тем, что режим прерывистой генерации устанавливается не в пределах частот 20—40 кГц, применяемых в сверхрегенеративных приемниках, а на значительно более низких звуковых частотах (до 200 гц).

Принцип работы схемы заключается в следующем: после возникновения колебаний и соответственно с появлением тока в цепи управляющей сетки лампы L_1 конденсатор C_4 будет постепенно заряжаться, пока отрицательное напряжение на сетке лампы не достигнет такой величины, что произойдет срыв колебаний генератора.

Сеточный ток при этом станет равным нулю и конденсатор C_4 начнет разряжаться через цепочку R_1 и R_2 . Это будет происходить до тех пор, пока отрицательный потенциал на сетке лампы L_1 не достигнет величины, при которой в контуре передатчика вновь возникнут высокочастотные колебания. Величина отрицательного потенциала на сетке при возникновении колебаний значительно меньше, чем при срыве их. Таким образом, колебания в контуре передатчика через определенные промежутки времени будут срываться и вновь возникать. Частота срыва колебаний является строго постоянной и может быть предварительно рассчитана путем определения постоянной времени RC цепи лампы L_1 , состоящей из сум-

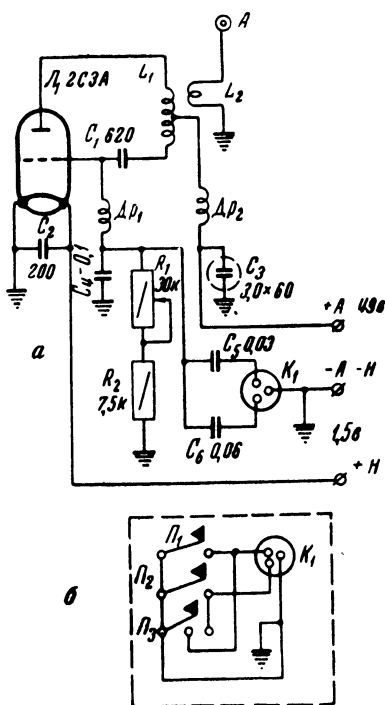


Рис. 36. Принципиальная схема передатчика для управления по радио с выносным пультом управления

мы емкостей конденсаторов C_1 , C_4 и сопротивлений R_1 , R_2 . О назначении конденсаторов C_5 и C_6 , также входящих в сеточную цепь лампы \mathcal{L}_1 , будет сказано ниже. Переменное сопротивление R_1 служит для плавного изменения модулирующей частоты. При соблюдении данных электрических величин деталей, приведенных на схеме рис. 36, эта частота может быть установлена в пределах 300—700 гц.

В случае необходимости получения более высоких частот нужно уменьшить постоянную времени RC сеточной цепи. Для определения новых величин R и C можно воспользоваться соответствующей номограммой или исходя из величины необходимой модулирующей частоты подсчитать соответствующую ей постоянную времени:

$$T_{\text{сек}} = - \frac{1}{F \text{ гц}}.$$

Например, нужно получить модулирующую частоту 2000 гц, что будет соответствовать 0,0005 сек. Задав один из параметров (R или C), определяем второй. В нашем примере, если взять сопротивление R равным 100 ком, постоянную времени 0,0005 сек., можно получить нужную частоту при C , равном 5000 пф.

$$CF \cdot R\Omega = T_{\text{сек.}} \quad (C \cdot 10^{-12} \cdot R \cdot 10^5 = 0,0005 \text{ сек.}).$$

В основном выбор модулирующих частот определяется данными дешифрирующего устройства, которое будет использоваться в приемной части аппаратуры. Приведенная схема работает устойчиво, она была испытана в диапазоне модулирующих частот от 200 до 8000 гц.

Для получения трех фиксированных модулирующих частот в пределах общего диапазона, устанавливаемого с помощью переменного сопротивления R_1 к сеточной цепи лампы \mathcal{L}_1 , с помощью выносного кнопочного пульта управления подключаются дополнительные емкости C_5 и C_6 .

Индуктивная связь колебательного контура со штыревой антенной осуществляется с помощью катушки связи R_2 . Для работы с передатчиком могут быть использованы и симметричные антенны. В этом случае следует отсоединить от корпуса передатчика конец катушки L_2 и смонтировать симметричный высокочастотный разъем.

МОНТАЖ И ДЕТАЛИ ПЕРЕДАТЧИКА

Передатчик смонтирован на четырех монтажных планках, скрепленных винтами (рис. 37 и 38). Передатчик помещен в латунный защитный кожух размером $58 \times 53 \times 25$ мм. На кожухе монтируются высокочастотный антенный разъем, колодка для соединения с пультом управления и проходная втулка кабеля питания.

Катушка индуктивности L_1 содержит 6 витков медного посеребренного провода диаметром 1,5 мм. Намотка бескаркасная. Внешний диаметр намотки 12 мм, длина 20 мм. Катушка L_2 имеет один виток медного посеребренного провода диаметром 0,8 мм.

Высокочастотные дроссели Dr_1 и Dr_2 содержат по 14 витков провода ПЭЛ 0,5. Намотка их произведена на карбонильных сердечниках диаметром 4 мм.

В конструкции применены конденсаторы следующих типов: C_1 — слюдяной типа КСО-1, C_2 — керамический типа КДМ, C_3 — электролитический типа ЭМ, C_4 — металлобумажный типа МБМ; C_5 и C_6 — малогабаритные сегнетоэлектрические типа КПС.

Переменное сопротивление R_1 типа СПО-0,5, постоянное R_2 типа УЛМ-0,12. Кнопки $П_1$, $П_2$ и $П_3$ на пульте управления самодельные. Они могут быть любого типа, но должны обеспечивать надежный контакт при нажатии и иметь малое сопротивление контактного перехода.

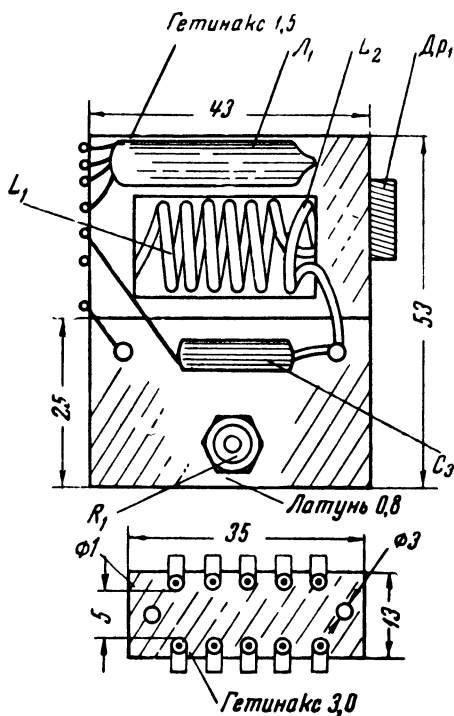


Рис. 37. Монтажные планки передатчика для управления по радио

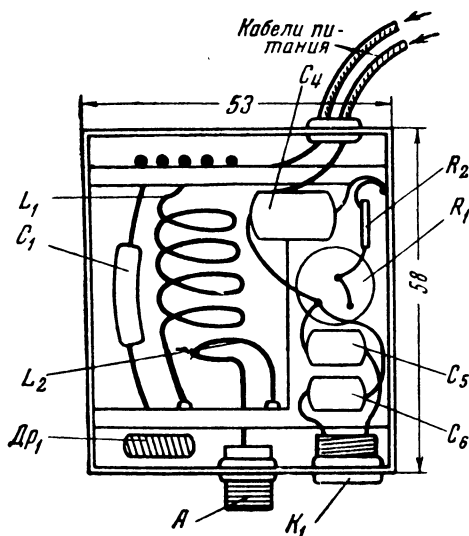


Рис. 38. Монтаж передатчика в кожухе

В качестве источников питания используются анодная батарея типа 49-СА-0,25 и накальный элемент типа 1,58-СНМЦ-2,5. При необходимости сокращения объема и веса источников питания следует использовать для питания передатчика серебряно-цинковый аккумулятор типа СЦ-1,5 и преобразователь постоянного тока на транзисторе типа П-201. Вес источников питания в этом случае может быть снижен до 80—100 г.

Без всякого ущерба для работы схемы все малогабаритные детали и источники питания могут быть заменены обычными широко распространенными деталями и батареями. Это повлечет за собой только увеличение габаритов и веса передатчика.

НАЛАЖИВАНИЕ ПЕРЕДАТЧИКА

Описываемый передатчик предназначен для работы с приемником, в котором дешифрирующее устройство работает на частотах порядка 250—600 гц. В качестве такого устройства может быть рекомендовано резонансное реле, подключаемое к выходному каскаду приемника. Подробно оно было описано в журнале «Радио» № 10 за 1955 год (стр. 47—49). Такое реле входит в комплект

РУМ-1, выпускаемый одним из киевских заводов. Оно имеет 6 якорьков с собственными частотами колебаний от 250 до 450 гц.

Вместо резонансного реле для разделения частот на выходе приемника в дешифраторе могут быть также с успехом использованы и специальные фильтры звуковых частот (см., например, журнал «Радио» № 12 за 1953 год, стр. 41—44). В этом случае выгоднее использовать более высокие модулирующие частоты (1000 гц и выше), так как при них фильтры на дешифраторе будут значительно компактнее. Фильтры можно делать как типов LC, так и RC (см. журнал «Радио» № 10 за 1952 год, стр. 49—52). Правила пересчета постоянной времени сеточной цепи передатчика разбирались выше.

Правильно собранный передатчик, как только к нему будут присоединены источники питания, должен начать работать. Проверка наличия высокочастотных колебаний в контуре передатчика может быть произведена с помощью простейшего пробника с микроамперметром и детектором путем прослушивания работы передатчика на приемнике с соответствующим диапазоном или при помощи миллиамперметра, включенного в анодную цепь генератора. Наличие колебаний в последнем случае может быть определено по заметному увеличению анодного тока при их срыве (например, при прикосновении к катушке L_1). Определение частоты генерируемых колебаний может быть сделано с помощью градуированного приемника или двухпроводной измерительной линии.

Подгоняя величину индуктивности катушки L_1 , меняя расстояние между ее витками, следует настроить контур генератора на одну из частот в пределах диапазона 144—146 Мгц. Если эта настройка производится без защитного корпуса, следует настроить контур на частоту 144 Мгц (или даже несколько ниже), так как при помещении передатчика в защитный кожух частота генератора обычно увеличивается на 1—1,5 Мгц. В некоторых пределах подгонку частоты можно произвести, изменяя незначительно емкость конденсатора C_1 . Закончив подгонку диапазона передатчика, следует подобрать наивыгоднейшую точку присоединения дросселя Dp_2 к катушке L_1 . Обычно она находится примерно в центре катушки (несколько ближе к анодному концу). Контроль при этом осуществляется с помощью высокочастотного пробника, положение кото-

рого относительно катушки L_1 должно быть неизменным. В передатчике применена антенна, сделанная из отрезка коаксиального кабеля типа РК-16 длиной 150 см. Оболочка кабеля на расстоянии 51 см удалена, а металлическая оплетка («чулок») с нее натянута на оставшуюся часть кабеля. Это — антенна «манжетного» типа, где для согласования используется отрезок внешней оплетки кабеля, из которого изготовлена сама антенна. Наивыгоднейшую длину манжеты следует подобрать практически. Одновременно подбирается и оптимальная связь генератора с антенной (путем смещения катушки L_2 относительно L_1).

После окончания наладки высокочастотной части передатчика остается проверить диапазон модулирующих частот. Это может быть сделано непосредственным измерением звуковой частоты на выходе приемного устройства с помощью герцметра (например, ИЧ-5) или по методу нулевых биений, используя градуированный звуковой генератор. Если частотный диапазон, перекрываемый с помощью переменного сопротивления R_1 , удовлетворяет поставленным требованиям, следует подобрать величины емкостей C_5 и C_6 таким образом, чтобы при очередном и одновременном включении их получить фиксированные частоты, заданные дешифрирующим устройством приемной части аппаратуры. Сопротивление R_1 при подборе этих емкостей должно быть почти полностью введено. В дальнейшем с помощью этого сопротивления можно осуществлять проверку и «настройку» аппаратуры перед работой. Нажав кнопку Π_1 , подключающую конденсатор C_5 , проверяют срабатывание исполнительного реле первой команды. Если оно не срабатывает, плавной регулировкой частоты с помощью сопротивления R_1 следует добиться четкого выполнения первой команды.

В заключение остается сказать несколько слов о возможностях применения данного передающего устройства. В описываемом варианте оно может обеспечить передачу до четырех команд. Первая (например, пуск ходового двигателя модели) может быть подана при включении передатчика и в дальнейшем еще три с помощью кнопок на пульте управления.

При необходимости обеспечения большей мощности излучения можно повысить напряжение источников питания до 2,5 в по накалу и до 100 в по анодной цепи.

5. «БЕСШУМНЫЙ» СВЕРХРЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ПРИЕМНИК НА ДИАПАЗОН 144—146 Мгц

Приемники прямого усиления со сверхрегенеративным детектором благодаря простоте устройства и высокой чувствительности имеют широкое распространение среди радиолюбителей. Однако возможность их применения часто ограничивается там, где оператору приходится длительное время работать только на прием. Сильный шум, свойственный сверхрегенеративному детектору, нарушает нормальные условия работы оператора.

В описываемой конструкции при отсутствии в эфире несущей частоты передатчика корреспондента включается местный генератор, частота которого близка к частоте принимаемого полезного сигнала. Частота местного генератора подается на вход приемника, при этом уровень «шума» значительно снижается. Это равносильно тому, что передатчик корреспондента находится все время включенным. Некоторое снижение чувствительности приемника в этом случае не играет роли, так как сигнал корреспондента достаточно силен. При включенном местном генераторе наблюдается некоторое искажение принимаемого сигнала. Избежать этого можно выключением местного генератора на время приема полезного сигнала.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Приемник с «бесшумным» сверхрегенеративным детектором собран по схеме прямого усиления (рис. 39). Он имеет аperiodический каскад усиления высокой частоты, собранный с заземленной сеткой на левой (по схеме)

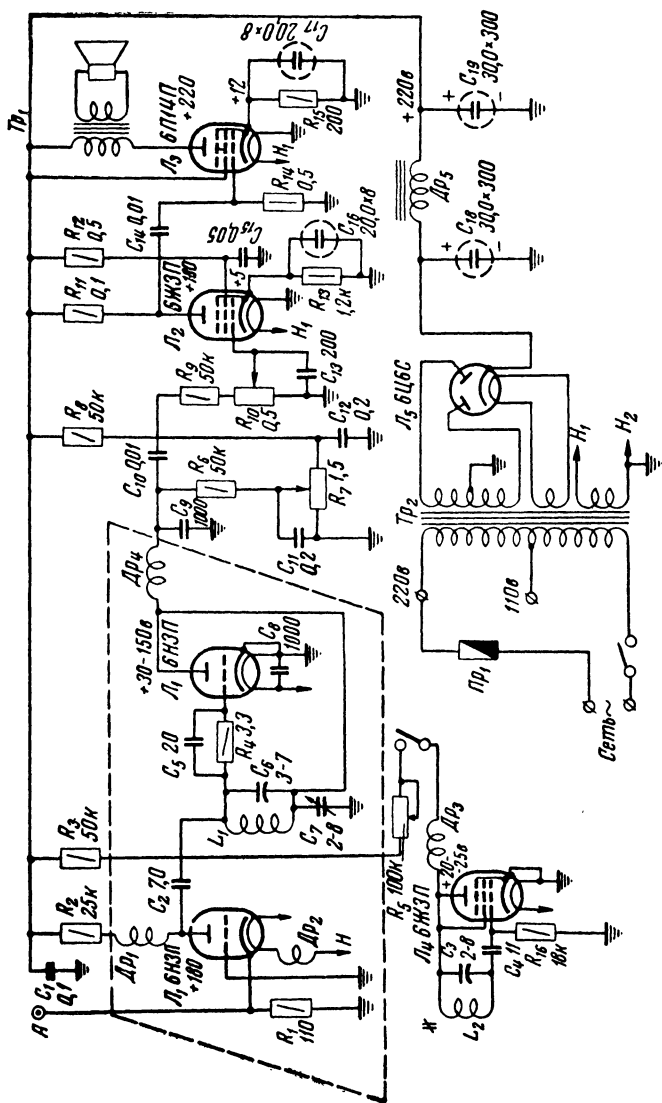


Рис. 39. Принципиальная схема «бесшумного» сверхрегенеративного приемника на диодах 144—146 МГц

половине двойного триода L_1 (6НЭП). На второй половине этой лампы собран сверхрегенеративный детектор с самогашением частоты. Плавная настройка приемника в пределах 144—146 Мгц осуществляется с помощью конденсатора C_7 . Наивыгоднейший режим работы сверхрегенеративного детектора устанавливается с помощью потенциометра R_7 , ручка управления которым выведена на переднюю панель приемника. Приемник имеет двухкаскадный усилитель низкой частоты.

Каскад подавления шума сверхрегенератора собран на пентоде L_4 (6ЖЭП) в триодном включении. Это обычный гетеродин, выполненный по схеме с емкостной обратной связью.

Колебательный контур L_2C_2 настраивается на частоту принимаемого сигнала. Регулировка величины напряжения ВЧ, подаваемого на вход приемника от гетеродина, осуществляется с помощью переменного сопротивления R_5 , включенного в анодную цепь лампы L_4 . Однополюсный выключатель BK_1 служит для выключения шумоподавителя во время приема, однако при условии неполного подавления шумов каскад шумоподавления может быть настроен на частоту, несколько отличающуюся от частоты принимаемого сигнала, и во время приема может не выключаться. При полном подавлении шума сверхрегенератора приемник имеет чувствительность не менее 40—50 мкв.

Для питания приемника используется выпрямитель, собранный по двухполупериодной схеме на кенотроне типа L_5 (6Ц5С).

КОНСТРУКЦИЯ И МОНТАЖ

Приемник смонтирован на металлическом шасси размером 250×190×170 мм с подвалом глубиной 40 мм. Вид на монтаж в подвале шасси и вид сзади даны на рис. 40 и 41.

Все лампы, силовой трансформатор Tr_1 , конденсаторы фильтра C_{18} и C_{19} , катушка L_2 и конденсатор C_4 располагаются сверху горизонтальной панели шасси. Каскад УВЧ и сверхрегенеративный детектор приемника заключены в экран размером 95×65×40 мм.

Катушка L_1 намотана без каркаса и содержит 3 витка провода МГ 2,5. Внешний диаметр катушки равен

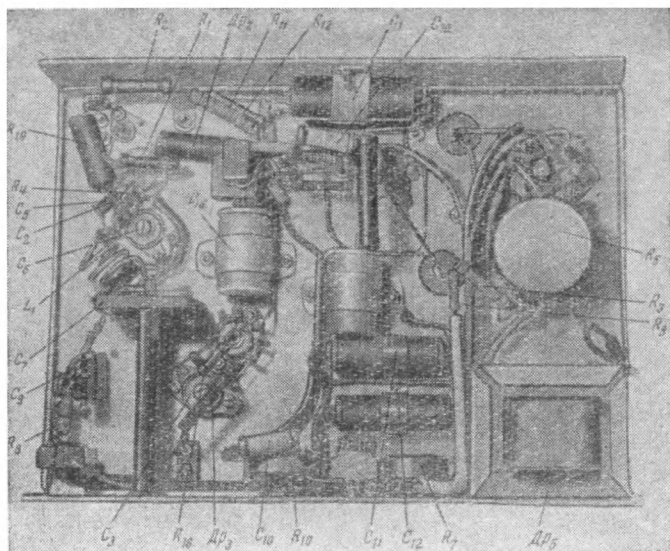


Рис. 40. Приемопередатчик радиостанции на диапазон 144—146 Мгц (монтаж в подвале шасси)

25 мм, длина намотки 15 мм. Катушка L_2 имеет каркас диаметром 9 мм и содержит 5 витков провода МГ 1,0, длина намотки 12 мм. В данной конструкции использован каркас вместе с подстроечным латунным сердечником от катушек телевизора «КВН-49».

Дроссели высокой частоты Dr_1 , Dr_3 и Dr_4 намотаны в один слой на сопротивлениях ВС-0,5 проводом ПЭЛШО 0,2 до заполнения каркаса. Дроссель Dr_2 имеет 25 витков провода ПЭЛ 0,6, намотанных на сопротивлении ВС-1,0. Проводящий слой с сопротивлений предварительно удаляется.

Конденсаторы C_3 и C_6 — керамические подстроечные типа КПК-1. В качестве конденсатора переменной емкости может быть использован любой подходящий подстроечный конденсатор с воздушным диэлектриком.

Выходной трансформатор Tr_1 взят от телевизора «Темп-3» и собран на сердечнике из пластин Ш-19, набор 30 мм. Первичная обмотка содержит 2400 витков провода ПЭЛ 0,15, вторичная — 63 витка провода ПЭЛ 0,8.

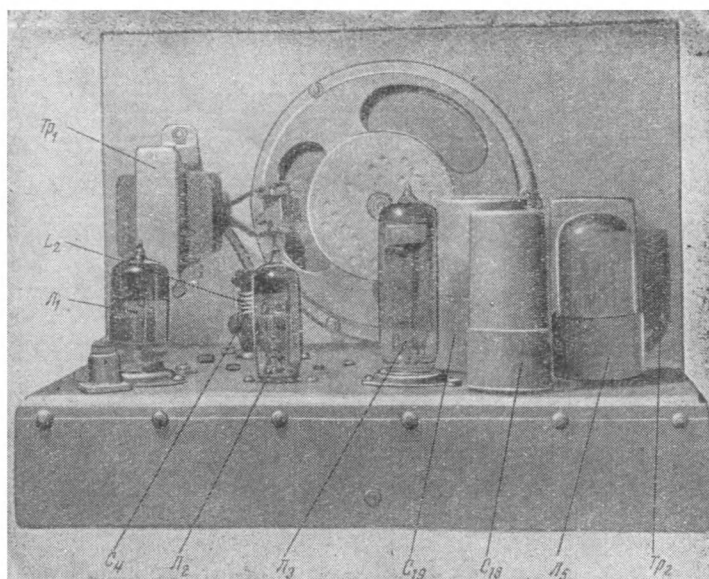


Рис. 41. Приемник на диапазон 144—146 Мгц (вид сзади)

Силовой трансформатор Tr_2 собран на сердечнике из пластин Ш-24, толщина набора 30 мм. Первая секция сетевой обмотки содержит 693 витка провода ПЭЛ 0,27, вторая секция — 520 витков провода ПЭЛ 0,23. Повышающая обмотка имеет 2600 витков провода ПЭЛ 0,12 с отводом от средней точки. Обмотка накала ламп состоит из 40 витков провода ПЭЛ 0,8, обмотка накала кенотрона — из 40 витков провода ПЭЛ 0,51.

В качестве силового трансформатора может быть использован подходящий готовый трансформатор (например, от приемника «АРЗ-54», только в этом случае схему выпрямителя надо переделать на однополупериодную).

Дроссель фильтра Dr_5 собран на сердечнике из пластин Ш-16, толщина набора 24 мм с воздушным зазором в 0,1 мм. Обмотка дросселя содержит 3500 витков провода ПЭЛ 0,12.

При монтаже приемника следует обратить внимание на то, чтобы соединительные провода ВЧ узла были ко-

роткими и весь монтаж возможно более жестким. Катушка L_1 припаивается непосредственно к выводам конденсатора C_6 . Все провода, подлежащие заземлению, припаиваются к контактными лепесткам, приклепанным к шасси.

НАЛАЖИВАНИЕ ПРИЕМНИКА

После проверки монтажа приступают к налаживанию приемника, которое обычно сводится к настройке колебательных контуров сверхрегенератора и каскада шумоподавления на рабочие частоты в пределах диапазона 144—146 Мгц. Налаживание приемника следует начинать при отключенном каскаде шумоподавления. Аперiodический каскад усиления высокой частоты обычно в налаживании не нуждается. Сверхрегенеративный детектор должен быть отрегулирован таким образом, чтобы возникновение сверхрегенерации было плавным и она не срывалась при вращении конденсатора настройки C_1 . Если генерация срывается, следует попробовать уменьшить связь с каскадом ВЧ путем подбора оптимальной величины емкости конденсатора C_2 . Во время налаживания желательно временно заменить постоянное сопротивление R_6 переменным величины порядка 200—500 ком, с тем чтобы практически подобрать наиболее выгодную величину сопротивления анодной нагрузки правого (по схеме) триода лампы L_1 (6НЗП).

Подгонка рабочего диапазона приемника производится одним из вышеописанных способов. Правильно налаженный приемник при выключенном шумоподавители должен иметь чувствительность не ниже 10—15 мкв. Добившись такой чувствительности при устойчивой работе приемника, можно перейти к налаживанию каскада шумоподавления. Замкнув тумблер Bk_1 , проверяем наличие ВЧ колебаний на контуре L_2C_3 с помощью простейшего ВЧ пробника или ГИРа.

Проверка может быть также произведена путем определения наличия сеточного тока у лампы L_4 . Убедившись в нормальной работе гетеродина, настраиваем его на частоту 145 Мгц с помощью подстроечного конденсатора C_3 . Латунный подстроечный сердечник у катушки L_2 должен находиться в среднем положении. Желательно предварительную настройку контура гетеродина произ-

вести с помощью ГИРа и в дальнейшем совместить ее с настройкой контура приемника путем прослушивания работы гетеродина на приемнике (по прекращении шума сверхрегенератора).

В дальнейшем перестройка контура L_2C_3 на другие фиксированные частоты в пределах диапазона 145—146 *Мгц* производится с помощью латунного подстроечного сердечника у катушки L_2 . Степень желаемого эффекта шумоподавления устанавливается с помощью переменного сопротивления R_5 . Следует учитывать, что резкое уменьшение чувствительности приемника (до 1 *мв*) будет происходить при повышении на аноде лампы L_4 напряжения свыше 25 *в*.

Каскад шумоподавления при приеме достаточно сильного сигнала можно и не выключать, нужно только подстроить контур L_2C_3 на частоту, несколько бóльшую (или меньшую), чем приходящий сигнал, и добиться приема с минимальными искажениями, оставляя шумоподавителю все время включенным. В этом случае особенно тщательно следует подобрать наивыгоднейшую величину напряжения на аноде лампы L_4 .

6. ПРОСТЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ НАЛАЖИВАНИЯ РАДИОСТАНЦИЙ

РЕЗОНАНСНЫЙ ВОЛНОМЕР

Волномер предназначен для измерения частот от 3 до 150 *Мгц* (от 100 до 2 *м*). Он представляет собой колебательный контур L_1C_1 (рис. 42), с которым индуктивно связана цепь индикатора, состоящая из полупроводникового диода D (он может быть кремниевый или германиевый) и микроамперметра μA , шунтированного конденсатором C_2 . Добавочный шунт (сопротивление R_1) включается в случае необходимости снижения чувствительности индикатора. Конденсатор C_1 может быть любого типа, с воздушным или керамическим диэлектриком.

Для перекрытия всего диапазона (3—150 *Мгц*) необходимо иметь пять комплектов катушек L_1, L_2 . Они наматываются на пластмассовых цоколях диаметром 35 *мм* от перегоревших ламп шестивольтовой серии. Концы катушек подключаются к штырькам цоколя.

Таблица 4

Диапазон, <i>Мгц</i>	Катушка		Катушка		Провод	Расстояние между катушками, <i>мм</i>
	число витков	длина намотки, <i>мм</i>	число витков	длина намотки, <i>мм</i>		
3—8	40	14	10	4	ПЭЛ 0,3	3
8—18	9	11	4	6	ПЭЛ 1,2	4
17—36	4	7	2	4	ПЭЛ 1,6	4
35—80	2	9	1,5	6	ПЭЛ 1,6	3

Данные катушек первых четырех поддиапазонов приведены в табл. 4.

Размеры и конструкция катушек для пятого поддиапазона (70—150 МГц) показаны на рис. 43.

Индикатором служит малогабаритный магнитоэлектрический микроамперметр μA со шкалой на 100—500 мка. Его можно заменить более грубым прибором или даже лампочкой накаливания (2,5 в \times 0,075 а). Волномер может быть смонтирован в металлическом коробчатом шасси размером 100 \times 50 \times 35 мм. На его боковой стенке укрепляют октальную ламповую панельку для подключения сменных катушек.

Градуировку волномера проще всего произвести, пользуясь ГИРом, при помощи которого определяют резонансные частоты волномера при двух крайних положениях конденсатора переменной емкости на каждом диапазоне. Если между соседними диапазонами имеется «провал» (например, высшая частота первого диапазона оказывается ниже, чем низшая частота второго), то необходимо внести соответствующие изменения в один из комплектов катушек волномера.

При отсутствии ГИРа можно ограничиться определением точек настройки на основную и гармоничные частоты кварца, используемого в описанной выше радиостанции на 144—146 МГц, или произвести градуировку волномера в ближайшем радиолюбительском ДРСААФ.

Если в волномере используется микроамперметр со

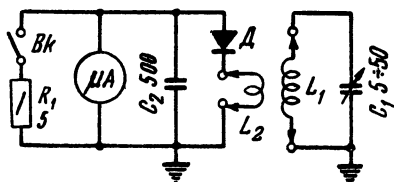


Рис. 42. Схема резонансного волномера

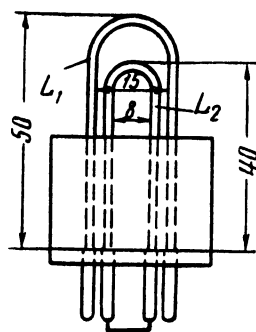


Рис. 43. Катушка резонансного волномера на диапазон 70—150 МГц

шкалой 100—200 мка, то можно градуировать волномер по гетеродину какого-либо супергетеродинного приемника. При этом следует учитывать, что частота гетеродина отличается от частоты, отсчитываемой по шкале приемника, на значение промежуточной частоты приемника (чаще всего выше на эту величину).

При градуировке волномера связь катушки волномера с генератором следует выбирать возможно меньшей, чтобы свести к минимуму уход его частоты. Правильно проградуированный волномер обеспечивает в дальнейшем измерение частоты с точностью до 1—3%.

ДВУХПРОВОДНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЛИНИЯ

Измерительная линия служит для непосредственного определения длины волны связанного с ней генератора. Линия выполняется в виде двух достаточно длинных проводников, связанных передвижной замыкающей перемычкой и снабженных витком или петлей для связи с генератором.

На рис. 44 показана одна из конструкций измерительной линии (двухпроводной). Проводники линии 1 из медных проводов диаметром 0,8—1,5 мм и длиной до полутора длин измеряемых волн натянуты между планками 2 из изоляционного материала (органическое стек-

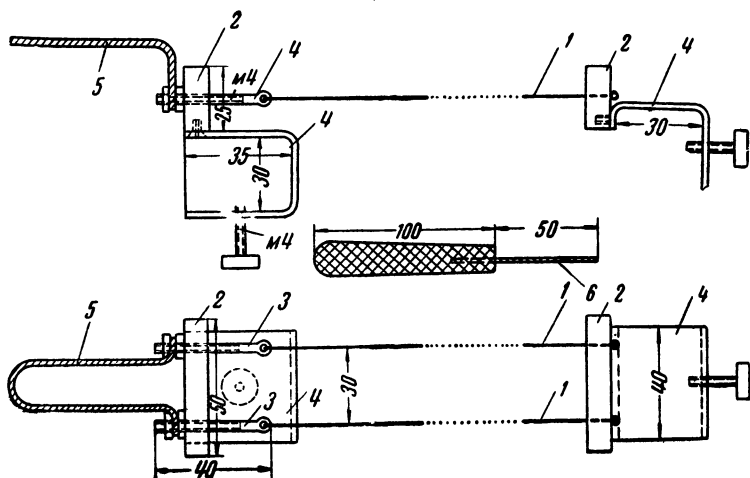


Рис. 44. Конструкция двухпроводной измерительной линии

ло, гетинакс и т. п.). Концы проводников укреплены в одной из планок наглухо, а в другой — при помощи шпилек 3, снабженных резьбой (для выравнивания линии и подтягивания проводников). Планки снабжены струбцинами 4, которые служат для укрепления линии.

При измерении длины волны какого-либо генератора к его контуру подносят пробник с лампочкой накаливания на такое расстояние, при котором лампочка будет гореть с недокалом. Измерительную линию при помощи петли 5 (из медного провода диаметром 1,5—2 мм) связывают также с контуром генератора. Перемещая закорачивающую перемычку 6 (кусоч медного провода диаметром 1,5—2 мм) с изоляционной рукояткой вдоль линии, отмечают точки, где свечение лампочки резко уменьшается. Измерив обычной линейкой расстояние между этими точками и умножив его на два, получают длину волны колебаний, подведенных к линии.

При измерениях необходимо перемещать перемычку перпендикулярно обоим проводам линии, следя за надежностью контакта. Связь между генератором и линией следует выбирать наименьшей, при которой можно четко отмечать точки резонанса.

Двухпроводная измерительная линия может быть использована также для градуировки сверхрегенеративных приемников. В этом случае ее связывают с контурной катушкой приемника и определяют точки резонанса по прекращению шипения, свойственного сверхрегенератору.

При желании длина линии может быть уменьшена до 0,6—0,7 длины измеряемой волны. Достигается это с помощью небольшого конденсатора переменной емкости, подключаемого параллельно замкнутому концу линии. Величина его емкости подбирается такой, при которой точка второй пучности тока оказалась бы возможно ближе к входу линии. Если емкость конденсатора окажется мала и сместить точки пучностей тока достаточно близко к входу линии не удастся, можно параллельно ему подключить дополнительно постоянный конденсатор небольшой емкости типа КТК или КСО или увеличить на 1—2 витка катушку связи линии с генератором.

Двухпроводная линия позволяет, пользуясь вспомогательным генератором, производить градуировку резонансных КВ и УКВ волномеров.

ИНДИКАТОРЫ ПОЛЯ

Налаживание ультракоротковолновых передатчиков и особенно антенных систем в значительной мере облегчается при наличии индикатора поля. Простейший индикатор (рис. 45) состоит из полуволнового вибратора (длина его для диапазона 144—146 МГц равна 100 см, а для диапазона 420—435 МГц — 35 см) и индикатора, указывающего наличие высокочастотной энергии в вибраторе. В качестве индикатора используется микроамперметр на 100—500 мка.

Высокочастотные колебания, снимаемые с включенного в середине вибратора полувитка, выпрямляются полупроводниковым диодом (рис. 45,а). Последний может быть также включен непосредственно между половинками вибратора (рис. 45,б).

Дроссели высокой частоты Dp_1 и Dp_2 для диапазона 144—146 МГц наматываются на сопротивлениях типа ВС-0,5 проводом ПЭЛ 0,3 (длина провода 460 мм, намотка прогрессивная). Для диапазона 420—435 МГц дроссели (бескаркасные) содержат по шести витков провода ПЭЛ 0,8 с внутренним диаметром витка 5 мм.

Конструктивно такие индикаторы поля обычно выполняются в виде стойки, на которой смонтирован микроамперметр. Половинки вибратора, изготовленного из голо-

го медного провода диаметром 1,5—3 мм, укрепляются болтами непосредственно на корпусе прибора. Полупроводниковый диод (кремниевый или германиевый), ВЧ дроссели и блокировочный конденсатор размещаются внутри корпуса микроамперметра.

Для диапазона 28,0—29,7 МГц можно рекомендовать индикатор поля, схема которого изображена на рис. 46. Он представляет собой колебательный контур L_1C_1 с подключенной к нему антенной A и цепью индика-

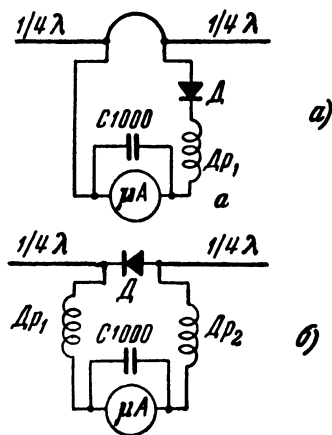


Рис. 45. Схемы простейших индикаторов поля

тора. Длина провода штыревой антенны A , подключаемой к контуру, подбирается практически в пределах до $\frac{1}{4}$ длины волны передатчика. Однако четвертьволновая антенна для диапазона 28—29,7 МГц получается слишком громоздкой (длиной порядка 2,5 м), поэтому обычно идут на некоторое снижение чувствительности индикатора, используя штырь длиной 1,0—1,5 м.

Катушка L_1 для диапазона 28,0—29,7 МГц может быть выполнена из провода ПЭЛ 1,0 на каркасе диаметром 30 мм. Она содержит 6 витков при длине намотки 40 мм, отвод берется от 2-го витка.

Индикатор монтируется в металлическом коробчатом шасси размером $100 \times 65 \times 55$ мм. Размеры шасси могут быть изменены в ту или иную сторону в зависимости от габаритов примененных деталей. Все детали индикатора, включая катушку L_1 , размещаются внутри шасси. Изолированное от корпуса гнездо для подключения антенны укрепляется на верхней боковой стенке шасси. Конденсатор переменной емкости C_1 и микроамперметр размещаются на передней стенке шасси. Для удобства пользования индикатором его следует проградуировать.

Схема чувствительного лампового индикатора поля приведена на рис. 47. Здесь диодная часть диод-пентода 1Б1П используется для выпрямления тока высокой частоты, наведенного поступающим сигналом в контуре $L_1 C_1$. Пентодная часть лампы служит усилителем постоянного тока. В

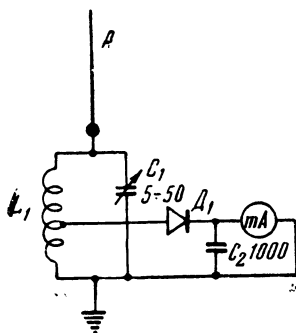


Рис. 46. Схема индикатора поля с полупроводниковым диодом

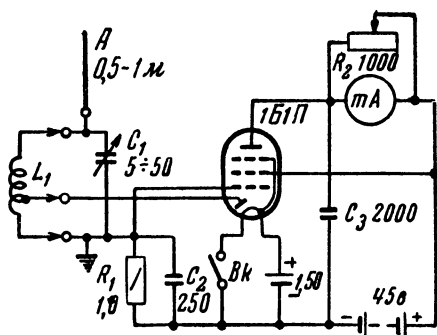


Рис. 47. Схема лампового индикатора поля

ее анодную цепь включен магнитоэлектрический миллиамперметр со шкалой 0,5—1 *ма*. При отсутствии сигнала стрелка прибора отклоняется анодным током лампы. Величина этого отклонения регулируется переменным сопротивлением R_2 . С приходом сигнала отрицательное напряжение на управляющей сетке лампы возрастает, что приводит к уменьшению анодного тока.

Катушка L_1 диапазона 28—29,7 *Мгц* состоит из девяти витков провода ПЭЛ 0,8, намотанных на каркасе диаметром 14 *мм* (длина намотки 18 *мм*). Для диапазона 144—146 *Мгц* она имеет три витка голого медного провода диаметром 1,5 *мм* (намотка бескаркасная, диаметр катушки 10 *мм*). Отвод в обеих катушках берется от среднего витка. Батареи питания должны быть помещены в корпус прибора. Во время настройки антенн и передатчиков индикатор поля располагается от них на расстоянии не менее чем 3—4 длины волн.

ВЫПИСКА ИЗ ИНСТРУКЦИИ МИНИСТЕРСТВА СВЯЗИ
(утверждена 1/VIII—59 г.)

1. Любительским радиостанциям третьей категории (начинающие) разрешается работать на частотах диапазона УКВ 28,0—29,7 Мгц телеграфом и телефоном мощностью не более 10 вт, 144—146 Мгц и 420—435 Мгц телеграфом и телефоном мощностью не более 5 вт.

2. Постройка (приобретение) и эксплуатация любительских радиостанций могут производиться только после получения от государственной инспекции электросвязи областного (краевого, республиканского) управления Министерства связи извещения о разрешении постройки (или приобретения) радиостанции.

3. Для получения разрешения на постройку (приобретение) и эксплуатацию любительской ультракоротковолновой приемо-передающей радиостанции организация ДОСААФ и отдельные радиолюбители подают в государственную инспекцию электросвязи областного (краевого, республиканского) управления Министерства связи заявление по специальной форме, автобиографию, производственную характеристику с места работы или учебы и ходатайство местного комитета ДОСААФ. Кроме того, к заявлению прилагается скелетная схема радиостанции.

4. Государственная инспекция электросвязи областного (краевого, республиканского) управления Министерства связи, принявшая заявление, решает вопрос о возможности выдачи разрешения на право постройки (приобретения) и эксплуатации любительской радиостанции.

5. При положительном разрешении вопроса об установке радиостанции Государственная инспекция электросвязи областного (краевого, республиканского) управления Министерства связи сообщает об этом заявителю. Постройка (приобретение) радиостанции должна быть произведена в срок не более шести месяцев с момента извещения. После указанного срока, если радиостанция не была установлена, разрешение аннулируется.

После того как радиостанция будет построена или приобретена, владелец ее уведомляет об этом местную Государственную инспекцию электросвязи. Получив уведомление, местная Государственная инспекция электро-

связи вручает через организацию ДОСААФ владельцу радиостанции разрешение на эксплуатацию через 15 дней после высылки копии разрешения в Государственную инспекцию электросвязи Министерства связи.

6. Разрешение на эксплуатацию любительской радиостанции действительно в течение года.

Продление срока действия разрешения производится местной Государственной инспекцией электросвязи после уплаты очередного годового эксплуатационного сбора и наличия ходатайства местного комитета ДОСААФ о продлении разрешения.

7. О переносе любительской радиостанции в другое помещение в пределах одного населенного пункта владелец радиостанции обязан поставить в известность местную Государственную инспекцию электросвязи не позднее чем за пять дней до переноса.

8. При прекращении работы на срок более трех месяцев и при закрытии радиостанции владелец ее обязан также сообщить в местную Государственную инспекцию электросвязи. После закрытия радиостанции владелец ее должен разобрать передатчик на детали или сдать его в ближайший радиоклуб ДОСААФ.

9. Все радиолюбительские радиостанции индивидуального и коллективного пользования подчиняются Центральному комитету ДОСААФ, который осуществляет контроль за работой этих радиостанций.

10. Все переговоры можно вести только по вопросам, касающимся технических данных проводимых любительских связей и своей аппаратуры. На УКВ разрешена работа открытым текстом.

11. Радиолюбителям категорически запрещается передавать по радио шифрованные сообщения, пользоваться чужими позывными, работать вне диапазонов, отведенных любителям, и повышенной против разрешенной мощностью.

12. На каждой радиостанции необходимо вести аппаратный журнал, в который по установленной форме заносить все необходимые сведения о проведенных связях и наблюдениях и работе радиостанции.

13. В случае нарушения правил владельцу радиостанции делают предупреждение, запрещают работу на том или ином диапазоне, налагают денежный штраф и, наконец, запрещают действие радиостанции.

14. Разрешение на право работы с выходом в эфир на ключе или микрофоном выдается по достижении 18-летнего возраста. К дежурству на коллективных радиостанциях допускаются коротковолновики-наблюдатели с 14-летнего возраста.

На любительских УКВ радиостанциях могут работать школьники 14-летнего возраста, а в качестве наблюдателей на коллективных станциях — достигшие 12-летнего возраста.

15. Любительские радиостанции всех категорий должны обеспечивать устойчивость частоты не ниже 0,1 процента от минимальной.

Рабочие частоты с учетом нестабильности передатчиков не должны выходить за пределы частот, указанных в разрешениях.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЕДЕНИЯ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДВУСТОРОННИХ РАДИОСВЯЗЕЙ

1. Радиолюбители-коротковолновики и ультракоротковолновики ведут двустороннюю радиосвязь только с любительскими радиостанциями.

2. Переговоры во время любительских радиосвязей могут вестись только о технических данных связи, аппаратуре радиостанции и экспериментальной работе, проводимой радиолюбителями в области аппаратуры и антенных устройств.

3. При телеграфной работе применяются только международный Щ- и радиолубительский коды, издаваемые ЦК ДОСААФ СССР.

4. При телефонной работе переговоры ведутся в пределах значений Щ- и радиолубительского международных кодов открытым текстом.

5. Ведение переговоров, не относящихся к проводимой связи, техническим данным аппаратуры радиостанции и экспериментальной работе в области радио, категорически запрещается.

6. Передача общего вызова не должна продолжаться более 2—3 минут, причем передача сигнала «всем» и передача позывного сигнала должны чередоваться: три раза «всем», три раза позывной сигнал.

7. Передача своего позывного сигнала и позывного

сигнала корреспондента в начале и в конце радиосвязи обязательна.

8. Каждая радиосвязь обязательно должна быть подтверждена карточкой-квитанцией.

9. Каждый выход радиостанции в эфир должен быть обязательно зарегистрирован в аппаратном журнале с указанием начала и конца работы радиостанции и записью всего принятого и переданного во время сеанса работы.

Каждый радиолюбитель независимо от его стажа и опыта должен помнить, что он является представителем нашей Родины в международном эфире. По его работе и поведению в эфире судят не только о нем, но и о всех советских радиолюбителях. Соблюдение перечисленных выше правил поможет радиолюбителю правильно вести двусторонние связи и приучит его к оперативности в работе.

Опыт показывает, что продолжительность циркулярного вызова «всем, всем», не должна быть более 1—2 минут. Перед выходом в эфир и передачей общего вызова следует обязательно прослушать рабочий диапазон и только после этого настраивать свой передатчик с таким расчетом, чтобы его настройка не оказалась на частоте, уже занятой другой радиостанцией. Иначе можно сорвать связь с другим радиолюбителям.

В настоящее время радиосвязи на УКВ, так же как и на коротких волнах, проводятся по методу одноканальной связи (т. е. корреспонденты ведут работу на одной частоте). Для установления связи по этому методу следует, услышав какую-либо станцию, дающую вызов, настроить свой передатчик на ее частоту (включив только задающий генератор и прослушивая его работу на своем приемнике). Если же эта станция ведет с кем-либо связь, никогда не следует мешать ей. Лишь после окончания ее связи и перехода на прием можно дать короткий вызов. После окончания связи с каким-либо корреспондентом нужно обязательно прослушивать эфир на своей частоте и включаться или начинать передачу нового общего вызова лишь после того, как убедитесь в том, что вашу станцию никто не вызывает.

Обычно в более низкочастотной части любительских КВ и УКВ диапазонов работают телеграфные радиостанции. Это относится также к диапазону 28,0—

29,7 *Мгц*, где на частотах 28,0—28,2 *Мгц* производится работа телеграфом. Ни в коем случае на этих частотах не следует работать телефоном, чтобы не мешать любителям, ведущим там свои связи телеграфом.

Радиотелефонный передатчик обязательно должен быть хорошо налаженным, модуляция его достаточно глубокой и без искажений, паразитная частотная модуляция должна быть сведена к минимуму. При отсутствии возможности произвести на месте соответствующий технический контроль за работой своего передатчика следует связаться с какой-либо станцией и попросить дать хотя бы относительную характеристику его работы. К каждому сигналу о плохой работе вашего передатчика необходимо отнестись внимательно и немедленно устранить недочеты. Не следует забывать, что плохо работающий телефонный передатчик создает очень большие помехи окружающим станциям. Плохая оценка работы вашей радиостанции должна вызывать не ложную обиду на пристрастное отношение корреспондента, а желание добиться безукоризненной работы своей станции.

Каждая проведенная вами связь должна обязательно подтверждаться карточкой-квитанцией. Не ждите получения карточки от корреспондента, а немедленно по проведении связи высылайте свою.

ЛИТЕРАТУРА ПО УКВ

1. И. П. Жеребцов, **Техника метровых волн**. Изд. ДОСААФ, 1955 г.

2. В. В. Яковлев, **Ультракоротковолновые измерительные приборы**. МРБ, вып. 251, Госэнергоиздат.

3. А. С. Пресман, **Сантиметровые волны**. МРБ, вып. 203, Госэнергоиздат.

4. А. А. Куликовский. **Новое в технике любительского радиоприема**. МРБ, вып. 207, Госэнергоиздат.

5. Б. Ф. Дубровин, **Радиотелефонная связь с подвижными объектами**. МРБ, вып. 248, Госэнергоиздат.

6. Л. И. Куприянович, **Карманные радиостанции**. МРБ, вып. 267, Госэнергоиздат.

7. Б. А. Левандовский, **Переносная УКВ радиостанция**. МРБ, вып. 278, Госэнергоиздат.

8. Н. В. Казанский, **Схемы УКВ аппаратуры.** МРБ, вып. 279, Госэнергоиздат.
 9. Г. П. Грудинская, **Распространение ультракоротких волн.** МРБ, вып. 281, Госэнергоиздат.
 10. С. М. Алексеев, **Радиолюбительская УКВ аппаратура,** МРБ, вып. 287, Госэнергоиздат.
 11. В. А. Ломанович, **Любительские радиостанции на диапазоны 144—146 и 420—425 Мгц.** МРБ, вып. 288, Госэнергоиздат.
 12. С. М. Алексеев, **Радио в школе.** Учпедгиз, 1953.
 13. **В помощь радиолюбителю,** вып. 1, 3, 4, 6 и 7. Изд. ДОСААФ, 1956—1958.
 14. **Лучшие конструкции 12-й радиовыставки.** Изд. ДОСААФ, 1957.
 15. Э. Борноволоков, Л. Куприянович, **Переносные УКВ радиостанции.** Изд. ДОСААФ, 1958.
 16. Г. Г. Костанди и В. В. Яковлев, **УКВ приемники для любительской связи.** МРБ, вып. 302, Госэнергоиздат.
 17. О. Г. Титорский, **Радиолюбительская связь на УКВ,** Изд. ДОСААФ, 1958.
 18. **Библиотека журнала «Радио», Ультракороткие волны,** вып. 1, Изд. ДОСААФ, 1959.
 19. **Лучшие конструкции 14-й и 15-й выставок творчества радиолюбителей.** Изд. ДОСААФ, 1959.
 20. **Справочник коротковолновика.** Изд. ДОСААФ, 1959.
 21. В. А. Ломанович, **Первая УКВ радиостанция.** Изд. ДОСААФ, 1959.
-

1 р. 50 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО

ДОСААФ

Москва—1960 г.