

СУДОВОЙ РАДИСТ РЕЧНОГО ФЛОТА

*Издание третье, переработанное
и дополненное*

00229338
Утверждено Управлением кадров и учебных заведений МРФ
в качестве учебного пособия для подготовки квалифициро-
ванных рабочих речного транспорта



МОСКВА
«ТРАНСПОРТ»
1973

Судовой радист речного флота. Изд. 3-е, перераб. и доп. Константинов В. П. Изд.-во «Транспорт», 1973, стр. 1—192.

Первые два издания книги были выпущены под названием «Пособие судовому радисту».

Рассмотрены устройства и системы управления новых типов судовых радиостанций и командно-вещательных установок судов речного флота.

Дано описание электронных и полупроводниковых приборов, радиопередатчиков, радиоприемников, источников питания и судовых радиоантенн.

Приведены методы и схемы судовой радиосвязи и методика обучения технике радиотелеграфной связи.

Книга предназначена для подготовки судовых радистов в системе курсовой сети и членов экипажей, совмещающих эту должность. Рис. 79, табл. 8, библи. 14.

К $\frac{3185 (343) - 308}{049 (01) - 73}$ 308—73

Глава 1

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИЗ РАДИОТЕХНИКИ

§ 1. Общие сведения о радиотехнических средствах связи

Наука об электромагнитных колебаниях высокой частоты и радиоволнах называется радиотехникой.

Одной из главных отраслей радиотехники является радиосвязь. Русский ученый Александр Степанович Попов продемонстрировал 7 мая 1895 г. прибор для приема и регистрации электромагнитных волн — радиоприемник. Этот день стал днем рождения радио (латинское слово *radio* означает излучение).

Для осуществления радиосвязи применяются электромагнитные волны высокой частоты, обладающие сравнительно малыми потерями и большой скоростью распространения (300 000 км/сек). Электромагнитные колебания создаются при помощи генераторов.

При радиотелеграфной передаче они излучаются в пространство короткими сигналами в виде телеграфных знаков. Такое управление колебаниями с помощью ключа называется манипуляцией.

При радиотелефонной передаче, схема которой представлена на рис. 1, колебания излучаются в пространство непрерывно, но параметры их (амплитуда, частота, фаза) изменяются по закону передаваемого через микрофон звукового сигнала (голоса, музыки и др.). Управление высокочастотными колебаниями в этом случае называется модуляцией. Источник питания постоянного или переменного тока создает в генераторе электромагнитные колебания высокой частоты (их называют колебаниями несущей частоты), которые управляются (модулируются) звуковыми колебаниями. Передающая антенна преобразует эти колебания в электромагнитные волны и излучает в пространство. В приемной антенне достигшие ее волны наводят переменную электродвижущую силу этой же высокой частоты и соответствующий электрический ток. В антенне приемника индуктируются также токи от воздействия электромагнитных волн других передатчиков; от атмосферных разрядов и промышленных генераторов (помех). Для выделения (избирания) волн полезного сигнала от передат-

чика корреспондента в приемнике имеется избирательное устройство (входные колебательные цепи). Усиленный в приемнике электрический ток подвергается процессу детектирования, в результате чего получается напряжение звуковой частоты, которое модулирует в передатчике несущую частоту. Напряжение, усиленное при помощи динамика или телефона, превращается в акустические колебания, которые и воспринимаются слуховым аппаратом. Как видно из структурной схемы, система радиосвязи состоит из трех основных элементов — передатчика, приемника и среды, через которую распространяются электромагнитные волны. При свободном распространении волн средой служит земная поверхность и окружающая ее атмосфера.

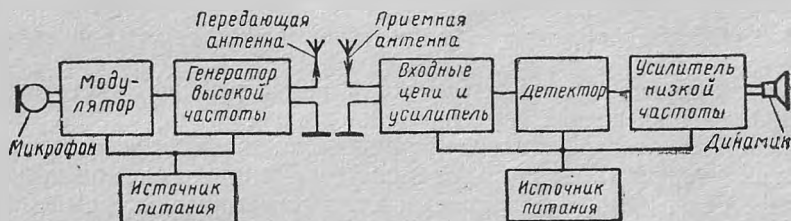


Рис. 1. Структурная схема радиотелефонной связи

Устройства для передачи и приема информации (передатчики и приемники) называют радиостанциями. Количество радиостанций во всем мире достигает нескольких миллионов. Поэтому для уменьшения взаимных помех необходимо, чтобы каждая радиостанция возможно точнее излучала выделенную ей частоту. Усилия ученых радиотехников направлены на создание более эффективных методов радиосвязи с наибольшей помехозащищенностью и с использованием минимальных мощностей. Важная роль отведена применению направленных антенн, позволяющих без увеличения мощности в сотни тысяч, миллионы раз увеличивать в нужном направлении напряженность электромагнитных волн путем концентрации их в узкие пучки. Большое внимание уделяется разработке автоматизированных радиостанций (в том числе и судовых), в которых обеспечивается дистанционное управление и автоматическая перестройка на выбранный канал (частоту), а также автоматическое резервирование блоков или всей радиостанции.

§ 2. Электрические колебания и колебательные контуры

Одним из основных элементов передатчика и приемника является колебательный контур, при помощи которого создаются колебания высокой частоты (в передатчике) и избираются колебания нужной частоты (в приемнике). Простейшим колебательным контуром является замкнутая цепь, состоящая из конденсатора, ка-

тушки индуктивности и обладающая малым активным сопротивлением.

Контур называется колебательным, потому что в нем могут происходить собственные или свободные колебания, если конденсатор зарядить с помощью источника тока (например, батареи) и затем подключить его к индуктивности. Частота этих колебаний зависит от величины емкости C и индуктивности L , а также, в небольшой степени, от активного сопротивления. Частота собственных колебаний f_0 определяется по формуле

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Из формулы видно, что при увеличении L и C частота колебаний в контуре будет меньше, с увеличением емкости удлиняется время перезаряда конденсатора, а увеличение индуктивности ведет к возрастанию инерции и более позднему появлению тока.

При уменьшении L и C частота колебаний будет возрастать. Для расчетов используется формула

$$f_0 = \frac{1}{6,28\sqrt{LC}}.$$

Данной частоте колебаний в контуре соответствует определенная длина волны в пространстве. Длиной волны называется расстояние, проходимое электромагнитной энергией за время одного периода T при скорости распространения электромагнитной волны c , равной $3 \cdot 10^8$ м/сек. Так как $T = \frac{1}{f}$, то $\lambda_0 = cT = 3 \cdot 10^8 \sqrt{LC}$, где T в сек, а λ_0 в м.

Для подсчета длины волны более удобно скорость распространения принимать в км/сек, а частоту — в кГц. Тогда $\lambda_0 = \frac{300\,000}{f_0}$ м и соответственно $f_0 = \frac{300\,000}{\lambda_0}$ кГц.

Напомним, что в радиотехнике вместо слова «период» используют слово «цикл», а выражение «период в секунду», или «цикл в секунду» заменяется термином «герц» (по фамилии физика, экспериментально доказавшего существование электромагнитных волн). Так как в радиотехнике имеют дело с высокими частотами, пользуются укрупненными единицами. Килогерц (кГц) = 1000 гц, мегагерц (МГц) = 1 000 000 гц и гигагерц (ГГц) = 1 000 000 000 гц.

Для практических расчетов длины волны применяют формулу

$$\lambda_0 = 1,88\sqrt{LC}.$$

В процессе электрических колебаний в контуре часть энергии превращается в тепло и рассеивается в окружающем пространстве, а собственные колебания контура постепенно затухают (затухающие электрические колебания).

Для осуществления радиосвязи необходимо иметь в контуре колебания с постоянной амплитудой — незатухающие колебания. Такие колебания можно получить, если компенсировать потерю энергии за каждое колебание дополнительной дозой энергии, добавленной от внешнего источника переменного тока.

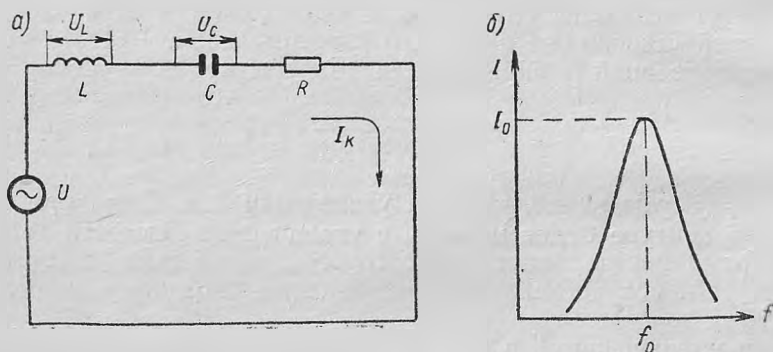


Рис. 2. Последовательный контур:
а — схема; б — резонансная кривая

В радиотехнических схемах применяют колебательные контуры, в которых источник переменной э. д. с. соединяют с индуктивностью L , емкостью C и активным сопротивлением R последовательно (рис. 2) и параллельно (рис. 3, а).

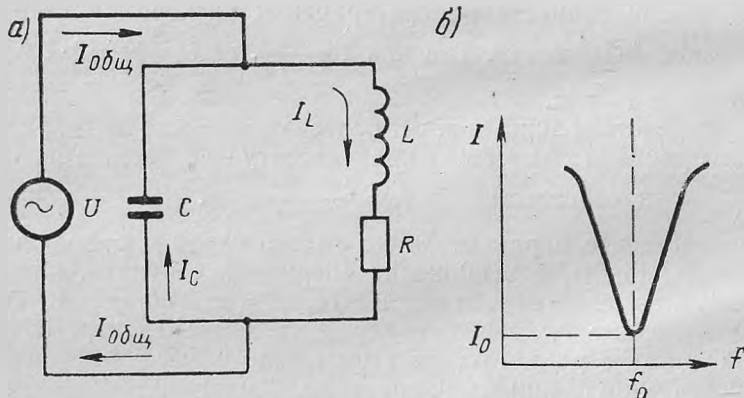


Рис. 3. Параллельный контур:
а — схема; б — резонансная кривая

Известно, что индуктивность со свойственной ей инерцией задерживает появление тока при приложении напряжения (происходит сдвиг фаз, и ток отстает от напряжения), а емкость обладает противоположным свойством — ток будет наибольшим в момент, когда конденсатор разряжен, т. е. напряжение равно нулю (ток смещен по фазе и опережает напряжение).

Для максимального возрастания амплитуды вынужденных колебаний в колебательном контуре (резонанса) необходимо совпадение собственной частоты контура с частотой переменного тока внешней э. д. с.

В радиотехнике используют два вида резонанса — резонанс напряжений и резонанс токов.

Резонанс напряжений возникает в последовательном контуре (см. рис. 2, а).

Амплитуду тока в колебательном контуре можно определить по следующей формуле закона Ома:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}},$$

где $\omega = 2\pi f$ — частота вынужденных колебаний (внешней э. д. с.).

Изменяя частоту внешней э. д. с., питающей контур, или величину индуктивности и емкости C контура, можно добиться такого положения, при котором величина индуктивного сопротивления будет равна величине емкостного, т. е.

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \quad \text{или} \quad 2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C},$$

$$\text{откуда} \quad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = f_0.$$

Тогда полное реактивное сопротивление X будет равно нулю, а полное сопротивление всей цепи Z — активному сопротивлению ($Z = \sqrt{R^2 + 0} = R$).

Ток в этом случае достигает максимально возможной величины и будет определяться формулой закона Ома для цепи, обладающей только одним активным сопротивлением, т. е. $I_0 = \frac{U}{R}$.

При дальнейшем повышении частоты сопротивление конденсатора уменьшается, а сопротивление катушки возрастает. Полное сопротивление начнет увеличиваться, а ток в контуре — уменьшаться.

Кривая, характеризующая зависимость амплитудного значения тока в контуре от частоты, называется резонансной кривой (см. рис. 2, б).

Особенность колебательного контура состоит в том, что при резонансе переменное напряжение на конденсаторе и на катушке индуктивности может во много раз превышать по величине приложенную э. д. с. (в результате резкого возрастания тока), хотя в момент резонанса напряжения они противоположны по направлению и равны друг другу, т. е. взаимно уравниваются. От-

ношение резонансного напряжения $U_{\text{рез}}$ к приложенному U выражается формулой

$$\frac{U_{C_{\text{рез}}}}{U} = \frac{U_{L_{\text{рез}}}}{U} = \frac{I\omega_0 L}{IR} = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 CR}.$$

Это отношение называется добротностью или качеством колебательного контура и обозначается буквой Q :

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 CR}.$$

Чем выше добротность контура, тем больше амплитуда тока при резонансе и тем выше избирательность контура.

Чем лучше качество контура, тем больше будет увеличиваться напряжение на конденсаторе и катушке при резонансе.

Следовательно, физически величина Q показывает, во сколько раз можно получить выигрыш в напряжении за счет резонанса. У контура среднего качества Q бывает порядка 50—100. У хороших контуров оно больше 100 и может достигать до 200—300.

Явление резонанса напряжений широко используют при настройке приемника, где индуктивность и емкость колебательных контуров подбирают так, чтобы резонансная частота совпадала с частотой принимаемого передатчика. Благодаря резонансу получается резкое усиление напряжения сигнала принимаемой станции.

Резонанс токов возникает в параллельном контуре (см. рис. 3, а). Условие резонанса — равенство частот источника переменной э.д.с. и свободных колебаний контура.

При резонансе напряжений мерой колебательной энергии, запасенной контуром, является ток, достигающий при совпадении частот своего наибольшего значения I_0 .

При резонансе токов колебательная энергия в контуре и размах колебаний определяются уже не общим током I , а величиной токов в параллельных ветвях I_C и I_L (магнитная энергия в катушке зависит от тока в катушке I_L , а электрическая энергия конденсатора — от зарядного тока I_C).

Энергия, сообщенная контуру, совершает колебания внутри него, переходя частично из электрической энергии конденсатора в магнитную энергию катушки, и наоборот. Разность этих энергий выходит за пределы контура и током I доставляется обратно в генератор ($I = I_L - I_C$).

Так как индуктивность и емкость подключены к источнику э.д.с. параллельно, то напряжение на них одинаково, но ток разный:

$$I_L = \frac{U}{\omega L}; \quad I_C = U\omega C.$$

В случае резонанса, когда $\omega_L = \frac{1}{\omega C}$ и $I_L = I_C$, электрическая энергия конденсатора полностью переходит в магнитную энергию катушки и в тепловую энергию потерь на сопротивление. Явление равенства тока в индуктивной ветви току в емкостной ветви называется резонансом токов. Обмен энергией между контуром и генератором односторонний, т.е. генератор только восполняет потери в контуре, доставляя в цепь необходимую энергию, поэтому ток I состоит из одной активной составляющей и при резонансе он будет наименьшим (I_0). Если бы контур не обладал активными потерями, ток в общей цепи I был бы равен нулю. Резонансная кривая по току изображена на рис. 3, б.

Полное сопротивление параллельного контура z_k — отношение напряжения на нем к полному току, т.е. $z_k = \frac{U}{I}$.

При резонансе ток I наименьший, поэтому сопротивление становится чисто активным и достигает своей наибольшей величины (десятки, сотни тысяч ом) — резонансного сопротивления контура.

Резонансное сопротивление вычисляется по формуле.

$$R_k = \frac{L}{CR}.$$

Если рассмотреть соотношение силы общего тока и колебательного тока в контуре при резонансе ($I_L = I_C$), то можно сделать следующие выводы:

$$I = \frac{U}{R_k} = \frac{U}{\frac{L}{CR}}; \quad I_L = \frac{U}{\omega_0 L}.$$

$$\text{Тогда } \frac{I_L}{I} = \frac{U}{\omega_0 L} \frac{L}{UCR} = \frac{1}{\omega_0 CR} = Q,$$

т.е. питающий ток в Q раз меньше колебательного.

Если резонанс напряжений дает выигрыш в напряжении, то при резонансе токов получается выигрыш в величине тока.

Резонанс токов (параллельное включение емкости и индуктивности) применяют в усилителях, в ламповых генераторах и т.д. Чтобы в генераторе получить значительное падение напряжения на контуре, необходимо иметь большое сопротивление нагрузки R_k , что и обеспечивается резонансом токов.

Падением напряжения называется величина напряжения, затрачиваемая на преодоление сопротивления какого-либо участка цепи.

Способность контура выделять напряжение (ток) определенной частоты, основанная на явлении резонанса, называется избирательностью. Чем больше добротность контура, тем выше его избирательность, т.е. тем резче изменяется напряжение (ток) на контуре при отходе от резонансной частоты.

Спектр частот сигнала, принимаемый без искажений, называется полосой пропускания контура. Различают полосы пропускания по току и напряжению (токи или напряжения в полосе должны отличаться не более чем на 30% от резонансных значений).

§ 3. Вынужденные колебания в связанных контурах

Для получения высоких значений избирательности обычно применяют несколько электрически связанных колебательных контуров. При этом контур, возбуждаемый непосредственно источником энергии, называется первичным, а контур, в котором колебания возникают только в результате воздействия первичной цепи, — вторичным.

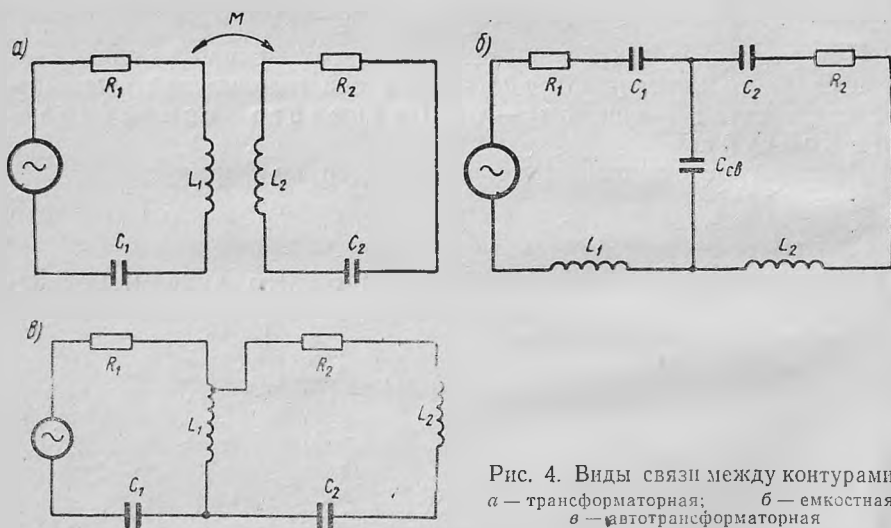


Рис. 4. Виды связи между контурами:
 а — трансформаторная; б — емкостная;
 в — автотрансформаторная

В практике используют главным образом два вида связи контуров — трансформаторную и емкостную (рис. 4, а и б). Реже применяется автотрансформаторная связь (рис. 4, в). Для получения максимального тока во вторичном контуре оба контура должны быть порознь настроены в резонанс с частотой приложенного напряжения. В первичном контуре в зависимости от способа включения источника внешней э. д. с. может быть как резонанс токов, так и резонанс напряжений. Во вторичном контуре обычно возникает резонанс напряжений, так как элемент связи, являющийся в данном случае источником э. д. с., включен в контур последовательно.

Наибольший ток во вторичном контуре, кроме настройки обоих контуров в резонанс, достигается подбором определенной связи между ними.

Связанные контуры нашли широкое распространение в радиотехнических устройствах (например, в приемниках в виде так называемых фильтров). Полосовым фильтром называется система двух связанных идентичных контуров, настроенных на постоянную частоту. Такой фильтр обеспечивает почти равномерное пропускание определенной полосы частот и более сильное задерживание частот, выходящих за ее пределы. Форма резонансной кривой связанных контуров из-за круто спадающих склонов приближается к прямоугольной. Контуры настраивают изменением самоиндукции магнетитовых сердечников или путем изменения емкости.

Между отдельными частями радиотехнических схем, помимо специально выполненной связи, часто возникают нежелательные паразитные связи типа емкостной или индуктивной. Поэтому отдельные элементы схемы заключают в металлические (алюминиевые) экраны. Переменное магнитное поле катушки, помещенной в экран, индуцирует в нем вихревые токи, которые создают свой магнитный поток, уничтожающий за пределами экрана основной магнитный поток.

§ 4. Открытый колебательный контур и излучение радиоволн

Радиоволны представляют собой движущееся электромагнитное поле. Одной из задач радиотехники является обеспечение излучения электромагнитной энергии в пространство (передача) и извлечение ее из пространства (прием). Замкнутые колебательные контуры не могут выполнить эту задачу, так как параметры их сосредоточены (емкость — в конденсаторе, а индуктивность — в катушке). Магнитное поле, будучи сосредоточено вокруг витков катушки, занимает малое пространство, а электрическое, размещающееся между пластинами конденсатора, еще меньше. Следовательно, замкнутый контур не может создать электромагнитного поля для передачи его на расстояние.

Передача и прием электромагнитных волн осуществляются через открытые колебательные контуры, называемые антеннами.

Простейшая антенна представляет собой изолированный на концах провод с включенной в его середину переменной э. д. с. Это так называемый симметричный полуволновой вибратор, или диполь. Почти все антенны коротковолнового и ультракоротковолнового диапазонов состоят из полуволновых вибраторов. Каждый маленький отрезок антенны обладает индук-



Рис. 5. Распределение индуктивности и емкости в симметричном вибраторе

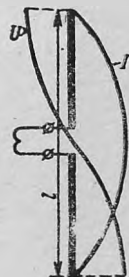


Рис. 6. Распределение тока и напряжения в симметричном вибраторе

тивностью и емкостью, которые образуются между симметричными ее точками, т.е. емкость и индуктивность равномерно распределены по всей длине провода (рис. 5).

Под влиянием переменного напряжения, приложенного к входным клеммам антенны, в индуктивностях возникает ток проводимости, а в емкостях — ток смещения. Этот единый ток в свою очередь создает незатухающие электромагнитные колебания, которые будут захватывать значительное пространство. Часть энергии колебаний, как бы отрываясь от проводов антенны, будет распространяться на далекие расстояния в виде радиоволн. В отличие от замкнутого контура, ток, возникающий под действием э.д.с., будет распределяться вдоль вибратора неравномерно.

На концах вибратора ток равен нулю (рис. 6). По мере удаления от конца ток возрастает и достигает максимальной величины в середине вибратора, где включена катушка связи. Напряжение уменьшается от максимума до нуля при движении от концов вибратора к его середине.

Собственная частота свободных колебаний открытого контура зависит (как и замкнутого) от его емкости и индуктивности и может быть вычислена по известным формулам. Однако проще определить длину волны собственных колебаний вибратора по его геометрическим размерам.

Из графика распределения тока по проводу-вибратору (см. рис. 6) видно, что вдоль него распределяется половина волны. Следовательно, длина волны собственных колебаний вибратора $\lambda_0 = 2l$, где l — длина вибратора, т.е. длина волны собственных колебаний антенны, изолированной от земли, равна удвоенной длине провода.

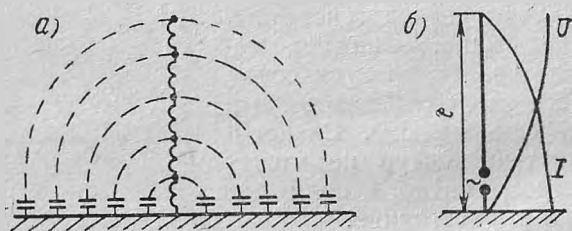


Рис. 7. Несимметричный вибратор:
а — распределение индуктивности и емкости; б — распределение тока и напряжения

Однако применение симметричного вибратора не всегда удобно.

При средних и длинных волнах размеры антенны могут достигнуть такой величины, что размещение ее в судовых условиях окажется невозможным. Например, для $\lambda = 600$ м (волна бедствия) длина провода антенны должна быть равна 300 м.

По указанной причине для радиоволн более 50 м применяют антенны, называемые несимметричными (заземленными) вибраторами, в которых «земля» (корпус судна) заменяет второй провод симметричного вибратора. В несимметричном вибраторе, как и в симметричном, емкости элементарных участков соединяются между собой параллельно, а индуктивности их — последовательно (рис. 7, а). Поэтому на заземленном конце вибратора будет нуль напряжения U и максимум тока I (рис. 7, б). Длина волны собственных колебаний такого вибратора λ_0 окажется равной $4l$, так как вдоль провода распределяется четверть волны (иногда такой провод называют четвертьволновым вибратором). Для усложненных несимметричных антенн, к которым относятся Г- и Т-образные, наклонные и т. д., соотношение между длиной волны и длиной проводов определяют при помощи формулы $\lambda_0 = kl$, где l — длина провода антенны (пути тока в антенне), а k — волновой коэффициент, равный для Г-образной антенны с горизонтальной частью небольшой длины 4,4—5, а для Т-образной с развитой горизонтальной частью — 5,5—8. Указанная ориентировочная формула расчета антенны позволяет обеспечить ее настройку в резонанс с генератором.

Процесс перехода электромагнитной энергии с антенны в пространство называется излучением.

Излучение электромагнитной энергии в пространство происходит при перемещении электрических зарядов во время прохождения переменного тока по проводу антенны. При этом вокруг провода появляется магнитное поле, которое, в свою очередь, возбуждает в соседних точках пространства переменное электрическое поле. Это поле в следующих точках пространства создает переменное магнитное поле и т. д. Таким образом, эти изменяющиеся поля охватывают все большие области пространства вокруг антенны, распространяясь со скоростью 300 000 км/сек.

При излучении электромагнитных волн не вся мощность, подводимая к антенне, переходит в энергию электромагнитных волн. Часть ее расходуется на нагрев проводов антенны, в заземлении и т. д. Мощность $P_{\text{изл}}$, излучаемая антенной, зависит от частоты тока (длины волны) и его величины в антенне. Для несимметричного вибратора она определяется по формуле

$$P_{\text{изл}} = 1600 \left(\frac{h_d}{\lambda} \right)^2 I^2,$$

где h_d — действующая высота антенны, м;

I — действующее значение тока в пучности (у заземления) антенны, а;

λ — рабочая длина волны, м.

Под действующей высотой подразумевается высота такой антенны, которая по количеству излучаемой энергии эквивалентна рассматриваемой, но по всей своей длине имеет одинаковую (максимальную) силу тока (рис. 8, а), т. е. прямоугольник площади тока с основанием, равным наибольшему току.

Для судовых антенн действующая высота равна

$$h_d = (0,5 \div 0,7) h_T,$$

где h_T — геометрическая высота антенны.

Увеличение действующей высоты и емкости вертикальной антенны достигается путем добавления к ней горизонтальных проводов (рис. 8, б). При этом получают два основных типа антенны — Г-образную и Т-образную.

При наличии у антенны значительно развитой горизонтальной части действующую высоту ее можно довести до значения, близкого к геометрическому.

Излучение энергии антеннами характеризуется диаграммами направленности. Например, у полуволнового вибратора эта диаграмма в плоскости, перпендикулярной оси, представляет собой окружность, а в плоскости, проходящей через ось вибратора, — фигуру, напоминающую цифру 8.

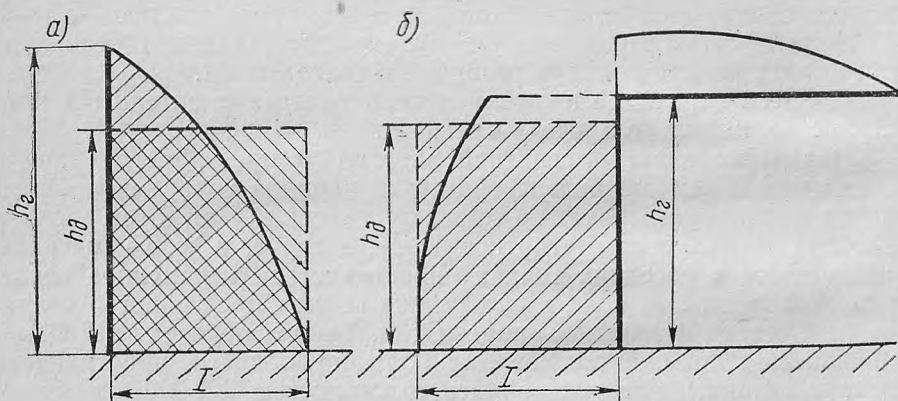


Рис. 8. Высота несимметричного вибратора

В ряде случаев, особенно на береговых радиостанциях, мощность излучения при соответствующей конструкции антенны сосредотачивается в одном направлении. Это позволяет увеличить напряженность поля в месте приема без увеличения мощности передатчика, уменьшить помехи другим радиостанциям и ослабить прием собственных помех.

Каждая антенна может служить в качестве передающей и приемной. Различие в их конструкции состоит в том, что передающая антенна рассчитана на большие напряжение и мощность, поэтому требует применения соответствующих изоляторов.

Наведение индуктированной переменной э. д. с. в приемной антенне под действием электромагнитного поля можно представить как результат совмещения силовых линий электрического поля с проводом антенны или пересечения ее движущимся маг-

нитным полем. Электродвижущая сила, наводимая в приемной антенне, измеряется милливольтами (*мв*) или микровольтами (*мкв*).

§ 5. Распространение радиоволн

Спектр частот, применяемых в радиосвязи (табл. 1), условно делят на диапазоны, определяемые в основном особенностями распространения электромагнитной энергии волн.

Таблица 1

Наименование диапазона волн	Длина волны	Частота
Сверхдлинные	Свыше 10 000 м	Ниже 30 кГц
Длинные	10 000—1000 м	30—300 кГц
Средние	1000—100 м	300—3 000 кГц
Короткие	100—10 м	3—30 МГц
Ультракороткие (УКВ)	10 м—1 мм	30—300 000 МГц
в том числе:		
метровые	10—1 м	30—300 МГц
дециметровые	100—10 см	300—3 000 МГц
сантиметровые	10—1 см	3 000—30 000 МГц
миллиметровые	10—1 мм	30 000—300 000 МГц

Суда речного флота для связи с береговыми радиостанциями и между собой используют все диапазоны, за исключением длинноволнового. В УКВ диапазоне в основном используется только метровый поддиапазон от 10 до 1 м (30—300 МГц) и частично дециметровый (300—340 МГц).

Диапазон дециметровых волн больше используется для радиорелейной связи, а сантиметровые волны применяются в судовой радиолокации.

Радиоволны, в отличие от световых волн, могут распространяться не только на расстоянии прямой видимости, но также и за пределы горизонта. Это объясняется их свойствами отражаться от верхних слоев атмосферы (ионосферы) и явлением дифракции, т. е. способностью огибать кривизну Земли.

Энергия радиоволн распространяется непосредственно вдоль земной поверхности (поверхностная волна) и под углом к ней (пространственная волна). На дальность распространения поверхностных волн влияют их длина, состав почвы и рельеф местности.

Потери энергии в Земле зависят от характера ее поверхности и проводимости. Например, потери в почве значительно больше, чем в воде, особенно морской. Последняя имеет наибольшую проводимость, поэтому радиосвязь над водой при одинаковой мощности передатчика может быть обеспечена дальше, чем над сушей.

Пространственные волны отражаются вследствие наличия в верхних слоях атмосферы электрически заряженных частиц — электронов и ионов, которые образуются в результате ионизации атомов и молекул газа под действием солнечных лучей. Степень ионизации слоев атмосферы зависит от расстояния до Земли, от времени суток и времени года, что объясняется различной интенсивностью этих лучей, вызывающих ее. Область атмосферы, в которой происходит ионизация, называется ионосферой, имеет слоистое строение (рис. 9). Наиболее близкий к Земле слой с малой ионизацией, условно названный слоем *D*, находится на высоте 60—80 км и существует только днем. Солнечная энергия доходит до него значительно ослабленной. На высоте от 90 до 170 км расположен слой *E*, проводимость которого выше в результате большего влияния солнечной энергии. На высоте 200—500 км находится слой *F*. В дневные часы он разделяется еще на два отдельных слоя *F*₁ и *F*₂. Большая разреженность воздуха (очень малое давление) значи-

тельно уменьшает возможность столкновения электронов и ионов и образование нейтральных молекул газа.

Выше ионосферы размещается так называемая экзосфера, являющаяся преддверием космического пространства.

Так как в слоях ионосферы ионизация и диэлектрическая проницаемость изменяются плавно, то путь радиоволны пред-

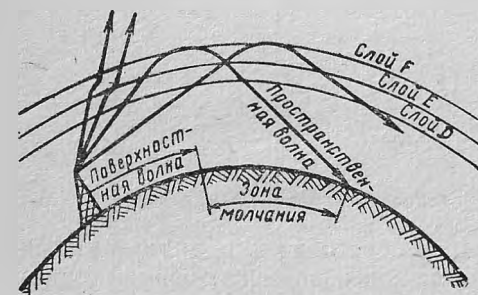


Рис. 9. Распространение поверхностных и пространственных радиоволн

ставляет собой не ломаную линию, а плавную кривую. Дойдя до слоя с наибольшей степенью ионизации, луч радиоволны отражается от него и вновь попадает на Землю или проходит через слой. Это объясняется тем, что для данной степени ионизации слоя, а также угла, под которым излучена волна, существует критическая ее длина. Волны, имеющие длину больше критической, отражаются от ионизированного слоя и возвращаются на Землю, а волны с длиной, меньше критической, не отражаются, а проходят через него. Для полного отражения волны можно подобрать необходимую волну и угол ее излучения (возвышения). Например, волны с частотой ниже 2 Мгц днем вообще не отражаются. Отражение их возможно только при уменьшении концентрации электронов в ночные часы.

Длинные волны распространяются поверхностными и частично пространственными лучами. Поверхностные лучи вследствие дифракции распространяются на значительные расстояния, хотя энергия их заметно поглощается Землей. Пространственные лучи отражаются в дневное время от слоя *D*, а

ночью — от слоя *E*. Прием длинных волн устойчив, но требует передатчиков значительных мощностей ввиду поглощения энергии.

Распространение средних волн характеризуется заметным поглощением энергии в полупроводящей поверхности Земли. Дальность распространения поверхностной волны 500—700 км. Распространение днем осуществляется только поверхностными волнами из-за сильного поглощения пространственного луча в слое *D*. Ночью пространственная волна хорошо отражается от слоя *E*.

В диапазоне средних волн более длинные меньше поглощаются, а напряженность электрического поля пространственной волны при этом больше. Поглощение увеличивается в летние и уменьшается в зимние месяцы.

Ионосферные возмущения не влияют на распространение средних волн, так как слой *E* мало нарушается во время ионосферно-магнитных бурь.

В ночное время слышимость на средних волнах возрастает, но наблюдается изменение силы приема (замирание) сигналов, объясняемое тем, что поверхностная и пространственная волны проходят различную длину пути от передатчика к приемнику. Путь пространственной волны вследствие постоянного изменения высоты и степени ионизации все время меняется, поэтому при сложении ее с поверхностной волной наблюдаются непрерывные колебания слышимости, которая то усиливается, когда фазы волн совпадают, то замирает, если фаза пришедших волн противоположна (явление интерференции волн). Замирание сигналов сказывается на качестве приема.

Распространение коротких волн имеет много особенностей. Высокие частоты способствуют поглощению их Землей и сооружениями, поэтому дальность действия поверхностного луча волны небольшая (порядка нескольких десятков километров).

Короткие волны распространяются главным образом пространственным лучом, который возвращается на земную поверхность после отражения от слоя *E* ионосферы. Дальность распространения коротких волн достигает 20 000 км. Отражение их на Землю при данной степени ионизации зависит от частоты колебаний. Если рабочая частота более 30 000 кгц, то даже при сильной ионизации луч на Землю не вернется.

Электронная плотность ионосферы меняется в течение суток и года. Соответственно изменяются и границы рабочего диапазона, что приводит к необходимости изменения рабочей длины волны в течение суток.

В результате сильного поглощения Землей поверхностного луча при связи, осуществляемой на коротких волнах, могут оказаться места, в которые не проникают ни поверхностные, ни пространственные волны. Эти места называются мертвой зоной, или зоной молчания (см. рис. 9). Ширина зоны не постоянна и зави-

сит от длины волны, времени суток и мощности радиопередатчика. С уменьшением длины волны она увеличивается, так как более короткие пространственные волны проникают глубже в ионосферу и отражаются от последней на Землю на больших расстояниях.

При приеме коротких волн быстрые колебания напряженности электрического поля сигнала (замирания) наблюдаются значительно сильнее, чем на средних волнах.

Иногда в ионосфере резко изменяется состояние ионизированных слоев, что приводит к нарушению связи на коротких волнах.

Нарушение связи — результат ионосферных возмущений, вызываемых процессами, происходящими на Солнце. Эти возмущения бывают двух видов: ионосферно-магнитные бури, когда разрушается слой F и не отражаются короткие волны (приполярные районы), и внезапные вспышки поглощения, проявляющиеся только на освещенной стороне земного шара и нарушающие связь на более низких частотах коротковолнового диапазона (длятся от минут до нескольких часов).

Распространение ультракоротких волн также имеет свои особенности. Для связи используются только поверхностные ультракороткие волны. Так как они сильно поглощаются и не обладают свойством огибать поверхность Земли, то между передатчиком и приемником должна быть прямая оптическая видимость (не должно быть каких-либо препятствий). Антенны для этого поднимают на значительную высоту.

В условиях сильно пересеченной местности или большого города напряженность поля ультракоротких волн меньше, чем на открытой местности, в 3—5 раз.

Наблюдается кратковременное сверхдальнее распространение метровых волн на расстояние 1000—2000 км в дневные часы за счет отражения от нерегулярного (спорадического) слоя E_s , который возникает на высоте 90—110 км в годы высокой солнечной активности. Распространение метровых и дециметровых волн на 200—500 км происходит вследствие рассеяния на неоднородностях тропосферы.

Проводятся опыты сверхдальнего распространения ультракоротких волн метрового поддиапазона на расстоянии многих сотен и тысяч километров от передатчика. Возможность регулярного сверхдальнего распространения метровых волн обуславливает следующие явления, происходящие в ионосфере: повышение электронной плотности слоя F в годы максимума солнечной активности и рассеяние радиоволн на неоднородностях ионосферы. Запуски искусственных спутников земли «Молния-1» и «Молния-2» в качестве активных ретрансляторов позволяют обеспечивать наряду с передачей телевидения многоканальную телефонно-телеграфную ультракоротковолновую радиосвязь на большие расстояния. Создается международная система связи и телевидения «Интерспутник».

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И УСТРОЙСТВО ВАКУУМНЫХ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

§ 6. Диоды

Электроввакуумные и полупроводниковые приборы являются основными элементами радиотехнических устройств. Они применяются для преобразования энергии переменного тока в постоянный, преобразования частоты, усиления переменных токов, стабилизации напряжений, генерирования колебаний, для индикации и коммутационных переключений в электрических цепях и других целях.

Электроввакуумными приборами называются устройства, действие которых основано на испускании электронов в вакууме или среде разреженного газа (создается область пространственного заряда). Процесс излучения электронов в присутствии накалированного проводника называется термоэлектронной эмиссией.

Явление термоэлектронной эмиссии используется для получения потока электронов в электронных лампах.

Электронная лампа представляет собой баллон из стекла, металла или металлокерамики, внутри которого создано разреженное пространство (вакуум) и помещена система электродов. Двухэлектродная лампа — диод (рис. 10, а) состоит из баллона 1, катода 2 и анода 3. Электроды монтируются на проволочных держателях (траверсах) 4 и запрессовываются в стекло ножек 5. Внешние выводы держателей заканчиваются штырьками 6, с помощью которых лампа вставляется в ламповую панель. Схема соединений электродов лампы со штырьками называется цоколем.

В современных лампах часто применяются катоды косвенного накала, предназначенные для питания переменным током, проходящим через специальный подогреватель (рис. 10, б).

Электрический катод 1 и подогреватель 2 изолированы друг от друга. Диод работает следующим образом.

При включении анодного источника тока E_a , между анодом А и катодом К создается разность потенциалов, называемая анодным напряжением U_a , равная напряжению источника E_a . За счет

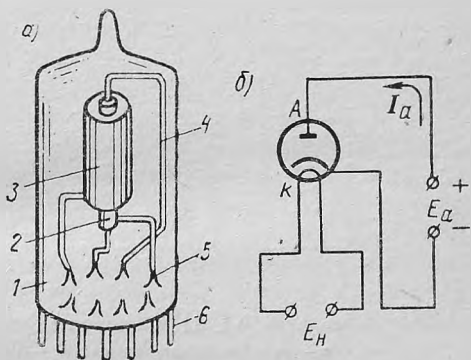


Рис. 10. Диод:
а — общий вид; б — схематическое изображение диода и его цепей

источника питания цепи накала E_n катод разогревается и начинает испускать электроны. Вылетая с катода, под воздействием сил электрического поля они будут перемещаться к аноду. Через диод протекает ток, который пойдет в направлении, показанном стрелкой.

Если полярность анодного источника E_a изменить на обратную, приложив $+E_a$ к катоду, а $-E_a$ к аноду, то электроны, вылетевшие из катода, попадут в тормозящее электрическое поле и вернутся снова на катод.

Способность диода пропускать ток только в одном направлении широко используется для преобразования переменного тока в постоянный, т. е. для его выпрямления.

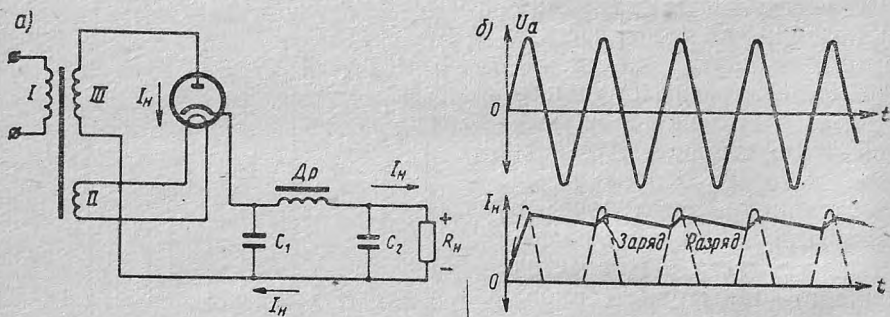


Рис. 11. Однополупериодный выпрямитель:
а — электрическая схема; б — диаграммы напряжения и тока

Вакуумные диоды, предназначенные для этой цели, называются кенотронами (вообще же элементы приборов, обладающие односторонней проводимостью, называются вентилями).

В схеме простейшего выпрямителя (рис. 11, а) ток в анодной цепи диода проходит только в тот полупериод переменного напряжения, когда на аноде оно будет положительно по отношению к катоду. Во вторую половину периода на анод будет подано отрицательное напряжение, и ток через лампу не пройдет. Анодный ток I_n будет течь лишь в одну сторону отдельными импульсами или толчками, как показано пунктиром на рис. 11, б. Если его источником является осветительная сеть, то частота пульсации будет равна 50 гц. Выпрямитель, который используется для выпрямления только половины периода подводимого переменного напряжения, называется однополупериодным.

При прохождении тока через резистор¹ нагрузки R_n на нем возникает напряжение, знак и величина которого зависят от направления и величины тока.

Так как пульсирующий ток в цепи диода течет всегда в одном направлении, то знак напряжения на нагрузке будет постоян-

¹ В соответствии с ГОСТ 2728—68 активное электрическое сопротивление называется резистором.

ным (плюс на конце нагрузки, соединенной с катодом кенотрона), а величина — переменной, изменяющейся пропорционально величине пульсирующего тока.

К цепи выпрямленного тока для сглаживания пульсации подсоединяют фильтр из двух конденсаторов C_1 и C_2 , включенных параллельно кенотрону, и последовательно — дроссель Dp (катушка с железным сердечником, обладающая большой индуктивностью).

Более целесообразно использовать двухполупериодные выпрямители. В их схемах применяется двуханодный кенотрон, представляющий собой как бы два кенотрона, помещенные в один баллон и имеющие общий или отдельные катоды. По существу это два однополупериодных выпрямителя, работающие поочередно на одну и ту же нагрузку.

В двухполупериодном выпрямителе частота пульсаций выпрямленного тока равна удвоенной частоте напряжения переменного тока (при частоте осветительной сети 50 гц выпрямленный ток будет иметь 100 пульсаций в секунду).

Для того чтобы получить нужное напряжение, применяют трансформатор с определенным коэффициентом трансформации.

Применение диодов не ограничивается выпрямлением переменного тока низкой частоты. Они могут выпрямлять токи высокой частоты (так называемое детектирование) в радиоприемниках и т. п.

Основные параметры диодов, применяемых в судовой радиоаппаратуре, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Тип лампы	Напряжение накала $U_n, в$	Ток накала $I_n, а$	Наибольшая амплитуда анодного тока $I_a, ма$	Наибольшая амплитуда об- ратного на- пряжения $U_{обр}, в$	Наибольший средний вы- прямленный ток $I_{ср}, ма$
1Ц11П	1,2	0,2	4	20 000	0,3
1Ц21П	1,4	0,69	40	25 000	0,6
5Ц3С	5	3	750	17 000	230
5Ц4С	5	2	375	1 350	125
6Ц5С	6,3	0,6	325	1 375	75
6Х2П	6,3	0,3	90	450	20
6Х6С	6,3	0,3	50	465	8,8
6Ц10П	6,3	1,05	450	4 500	120
6Ц13П	6,3	0,95	900	1 600	120

В приведенной таблице в условных обозначениях ламп первое число обозначает округленно напряжение накала в вольтах; буква за числом обозначает тип лампы: Ц — кенотрон, Д — диод, Х — двойной диод; цифра, идущая за буквой, указывает номер модели лампы; последняя буква обозначает конструктивное оформление: С — лампа в стеклянной оболочке, П — миниатюрная (пальчиковая) диаметром 19 и 22,5 мм, отсутствие четвертого элемента указывает, что баллон лампы металлический.

§ 7. Триоды

Триод отличается от диода наличием третьего электрода, называемого управляющей сеткой, расположенного между анодом и катодом.

Если между управляющей сеткой и катодом приложить напряжение E_c (рис. 12, а), то между ними возникнет электрическое поле. На электроны, вылетающие из катода, будет воздействовать не только поле анода, но и поле управляющей сетки. Так как сетка расположена к катоду ближе, чем анод, то и влияние на электроны приложенного к ней напряжения, будет сильнее напряжения анода.

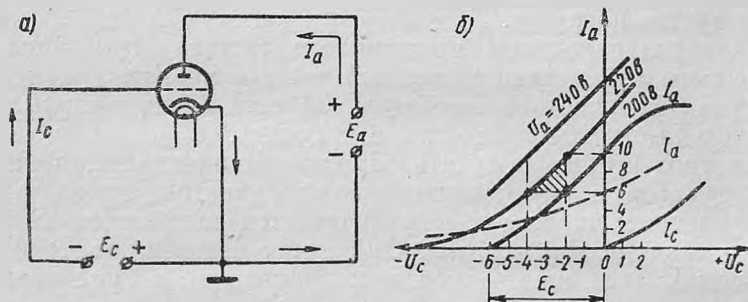


Рис. 12. Триод:

а — схема; б — анодно-сеточные нагрузочные характеристики

Изменяя напряжение на сетке от отрицательного до положительного, можно управлять потоком электронов, т. е. анодным током (от нуля до тока насыщения). При положительном напряжении на сетке часть электронов будет ею задерживаться, что приведет к образованию сеточного тока I_c , который будет протекать от сетки к катоду. При отрицательном напряжении на сетке (относительно катода) сеточный ток отсутствует.

Управлять анодным током I_a в триоде можно изменением напряжения на сетке U_c и напряжения на аноде U_a . График зависимости тока I_a от напряжения U_c при постоянном анодном напряжении называется анодно-сеточной характеристикой (рис. 12, б). Величину анодного тока можно изменять также путем понижения или повышения анодного напряжения. График зависимости тока I_a от напряжения U_a при постоянном сеточном напряжении называется анодной характеристикой.

На рис. 12, б также изображена сеточная характеристика, показывающая зависимость сеточного тока I_c от напряжения на сетке U_c .

Перечисленные характеристики триода называют статическими, так как они отражают соответствующие зависимости при изменении только одной величины. В действительности же при работе триода (из-за наличия сопротивления анодной нагрузки)

все напряжения изменяются одновременно, хотя напряжение источника питания остается постоянным. В этих условиях характеристики называются динамическими (на рис. 12, б пунктирная кривая).

К основным параметрам триода относятся:

Крутизна характеристики S показывает, на сколько миллиампер изменяется анодный ток при изменении напряжения на управляющей сетке на 1 в, если анодное напряжение постоянно. Крутизна характеристики выражается в миллиамперах на вольт ($ма/в$). Ее можно определить по двум сеточным характеристикам (см. рис. 12). Если постоянное напряжение, например, равно 220 в, то при изменении сеточного напряжения U_c с 2 до 4 в (т. е. $\Delta U_c = 2$ в) анодный ток изменяется с 10 до 6 ма (т. е. $\Delta i_a = 4$ ма). Следовательно,

$$S = \frac{\Delta i_a}{\Delta U_c} = \frac{4}{2} = 2 \text{ ма/в}.$$

Чем гуще сетка триода и чем ближе она расположена к катоду, тем больше крутизна характеристики.

Внутреннее сопротивление триода R_i переменному току показывает, на сколько необходимо изменить величину напряжения на аноде лампы, чтобы анодный ток изменился на Δi_a при постоянном напряжении на сетке. Внутреннее сопротивление выражается в омах. Из рис. 12 видно, что при анодном напряжении 220 в и постоянном напряжении на управляющей сетке 2 в, анодный ток равен 10 ма. При снижении напряжения на аноде до 200 в (правая характеристика) анодный ток уменьшается до 6 ма. Значит, $\Delta U_a = 20$ в, $\Delta i_a = 4$ ма, $R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta i_a} = \frac{20}{0,004} = 5000$ ом.

Коэффициент усиления μ показывает, во сколько раз сильнее действует изменение напряжения на управляющей сетке на анодный ток, чем изменение анодного напряжения. Коэффициент μ не имеет размерности. Так, например, изменение анодного тока с 10 до 6 ма ($\Delta i_a = 4$ ма) может быть произведено изменением анодного напряжения с 220 до 200 в ($\Delta U_a = 20$ в) или сеточного напряжения с 2 до 4 в ($\Delta U_c = 2$ в). Отсюда

$$\mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_c} = \frac{20}{2} = 10,$$

т. е. изменение сеточного напряжения действует на изменение анодного тока в 10 раз сильнее, чем такое же изменение анодного напряжения.

Триод применяется для усиления и генерирования переменного напряжения. В схеме усиления на триоде (рис. 13, а) напряжение, подлежащее усилению, подается в цепь сетка — катод, которую называют входом (анодную цепь называют выходом лампы). При отсутствии переменного напряжения на сетке через лампу протекает постоянный ток I_0 (рис. 13, б). Если на сетку

лампы подводится переменное напряжение $U_{вх}(U_c)$, то анодный ток под действием последнего начинает изменяться в такт с ним, приобретая переменную составляющую с амплитудой I_a . Через лампу будет протекать пульсирующий ток, содержащий постоянную I_0 и переменную I_a , т. е. те составляющие, которые создают на резисторе R_H соответствующие падения напряжения ($U_{вых}$). Точка O на характеристике, относительно которой изменяется анодный ток вследствие изменения напряжения на сетке, называется рабочей точкой данного режима. Чтобы эта точка лежала на прямолинейном участке характеристики, необходимо подать на сетку постоянное отрицательное смещение E_c , называемое напряжением смещения.

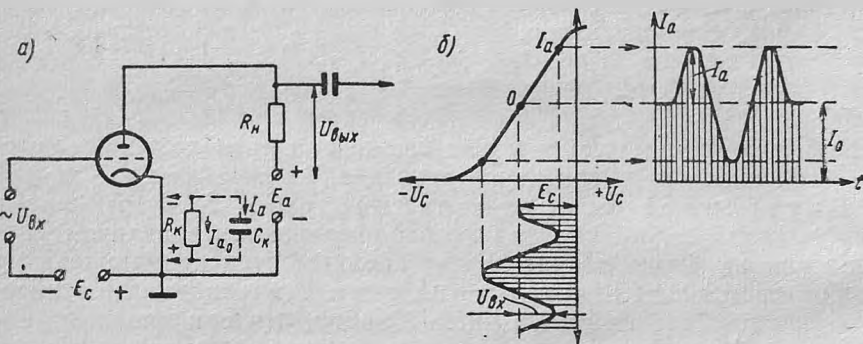


Рис. 13. Триод:

а — схема усилительного каскада; б — график, характеризующий работу усилителя

Часто вместо специальной сеточной батареи используют схему автоматического смещения, для чего между катодом и общей заземленной точкой схемы включают резистор R_K и конденсатор C_K (на рис. 13, а показаны пунктиром). Постоянная составляющая анодного тока I_{a0} , проходя через резистор R_K , создает на нем падение напряжения указанной на схеме полярности.

Конденсатор C_K , имея большую емкость, пропускает переменную составляющую анодного тока и исключает пульсацию напряжения на резисторе.

В зависимости от положения рабочей точки O на характеристике лампы (см. рис. 13, б) и величины напряжений, подводимых к сетке, различают несколько классов режимов усиления (А, В и др.).

Использование триодов для усиления токов высокой частоты ограничивается наличием в них межэлектродной емкости. Электроды лампы изготавливаются из металла и определяются диэлектриком-вакуумом, поэтому между ними образуются межэлектродные емкости. Такие емкости имеются между анодом и сеткой — $C_{a,c}$, между анодом и катодом — $C_{a,k}$ и между сеткой и катодом — $C_{c,k}$. Величина каждой из емкостей зависит от размеров и формы электродов, расстояний между ними и от конструкции лампы.

Возникновение емкостных токов оказывает отрицательное влияние на рабочий режим цепей лампы.

Наиболее широко используют триоды в усилителях напряжения и мощности низкой частоты радиоприемников. Часто в оконечных каскадах низкой частоты применяют двойные триоды. В отличие от обычных они имеют густую сетку и удаленный от нее анод.

В радиоприемных устройствах находят широкое применение комбинированные диоды-триоды (в одном баллоне размещаются два диода и один триод), а также электронно-световые индикаторы, представляющие комбинацию индикаторной системы с одним или двумя триодами в одном баллоне. Экран индикатора, покрытый люминесцентным составом, светится под действием потока электронов.

Параметры триодов, используемых в судовой радиоаппаратуре, приведены в табл. 3. В обозначении одинаковых триодов вторым элементом является буква С, в обозначении двойных триодов — буква Н, а в обозначении двойных диод-триодов — Г.

Таблица 3

Тип лампы	Накал		Анод		Постоянное напряжение на управляющей сетке $U_{с, в}$	Крутизна характеристики $S, \text{ма/в}$	Коэффициент усиления μ	Внутреннее сопротивление $R_p, \text{ом}$
	напряжение $U_n, \text{в}$	ток $I_n, \text{а}$	напряжение $U_a, \text{в}$	ток $I_a, \text{ма}$				
6Н1П	6,3	0,6	250	7,5	—	4,35	35	11 000
6Н2П	6,3	0,345	250	2,3	—1,5	2	97,5	49 000
6Н3П	6,3	0,35	150	8	—2	5	3	6 250
6Н7С	6,3	0,81	300	7	—6	3,2	35	11 000
6Н8С	6,3	0,6	250	9	—8	2,6	20,5	7 900
6Н9С	6,3	0,3	250	2,3	—2	1,6	70	44 000
6Н14П	6,3	0,76	250	48	—	11,3	20	30 000
6Н15П	6,3	0,45	100	9	—	5,6	38	6 800
6С5С	6,3	0,3	250	8	—8	2,2	20	9 000
6Е5С	6,3	0,3	250	5,3	—4	1,2	24	—
6Г2	6,3	0,3	250	1,15	—	1,1	—	—

Примечание. У двойных триодов I_a и μ указаны для каждого триода.

§ 8. Многосеточные лампы

Для устранения недостатков, присущих триоду, в лампу ввели четвертый электрод — добавочную сетку, расположив ее между сеткой и анодом триода. Добавочная сетка называется экранирующей, а лампа — тетродом. Экранирующая сетка сильно уменьшает действие (экранирует) анода на электроны катода, позволяя тем самым значительно увеличить коэффициент усиления и устранить паразитную емкость $C_{а.с.}$

Чтобы компенсировать ослабленное действие анода, к экранирующей сетке подают положительное напряжение, которое в 1,5—2 раза меньше анодного. При этом электроны будут притягиваться уже под действием анода и экранирующей сетки. Большинство электронов по инерции пройдет сквозь экранирующую сетку, так как расстояния между ее проволочками сравнительно велики. Но некоторая их часть притягивается к экранирующей сетке, образуя небольшой ток на сетке I_s . Поскольку из-за влияния экранирующей сетки увеличение или уменьшение анодного напряжения почти не вызывает изменения анодного тока, то такая лампа имеет очень большое внутреннее сопротивление и соответственно обладает высоким коэффициентом усиления. Внутреннее сопротивление тетродов исчисляется сотнями тысяч омов, а коэффициент усиления может доходить до нескольких сотен.

Для питания экранирующей сетки используется анодная батарея, подключенная к ней через сопротивление, или делитель напряжения. Через блокировочный конденсатор протекает переменная составляющая тока экранной сетки, обеспечивая на ней постоянство напряжения.

Обычный тетрод все же недостаточно совершенная лампа. Это объясняется влиянием динаatronного эффекта. Динаatronный эффект, или, иначе, вторичная электронная эмиссия, заключается в том, что каждый из электронов, падающих на анод с большой скоростью, выбивает из его поверхности несколько вторичных электронов. Если напряжение на аноде меньше напряжения на экранирующей сетке, что бывает при малых анодных напряжениях, то большая часть вторичных электронов ею улавливается, в связи с чем наблюдается резкое уменьшение анодного тока. Указанный недостаток устранен в лучевых тетродах и пентодах.

В лучевых тетродах с помощью электродов специальной конструкции поток электронов концентрируется в пучки электронных лучей, имеющих большую плотность, чем в электронном потоке обычных ламп. Вследствие этого электронные пучки оказывают сильное тормозящее действие на вторичные электроны и мешают им попадать на электронную сетку. Лучевые тетроды 6П1П, 6П14П, 6П6С широко применяют в усилительных каскадах судовых радиостанций. Схематическое изображение лучевого тетрода в схемах показано на рис. 14, а.

У пятиэлектродной лампы — пентода в пространстве между экранирующей сеткой и анодом есть еще одна сетка, называемая защитной и предназначенная для устранения влияния динаatronного эффекта. Такая сетка присоединяется к катоду внутри лампы или снаружи (выводится на специальный штырек) ее и находится под некоторым отрицательным напряжением относительно анода. При этом она служит электрическим экраном между анодом и экранирующей сеткой и защищает вторичные электроны от действия высокого напряжения последней, возвращая их обратно на анод. Тем самым устраняется явление динаatronного эффекта.

Емкость анод — управляющая сетка у пентодов еще меньше, чем у тетродов. Защитная сетка, как и экранирующая, ослабляет влияние анода на поток электронов по сравнению с действием управляющей сетки, поэтому коэффициент усиления пентодов больше, чем тетродов. У высокочастотных пентодов μ достигает до нескольких тысяч. Схематическое изображение пентода показано на рис. 14, б.

Высокочастотные пентоды применяют главным образом в усилителях напряжения высокой частоты радиоприемников (например, пентоды 6Ж1П и 6Ж3П), а также в маломощных генераторах (гетеродинах).

Для осуществления регулирования усиления без искажения сигнала используются высокочастотные пентоды с переменной крутизной характеристики (1К2П, 6К4П).

В целях повышения надежности и долговечности ламп разработаны прямотокальные стержневые пентоды. Все сетки у них выполнены в виде парных параллельных стержней, нижние части которых выведены в цокольную часть. Анод состоит из двух пластин. В этом случае улучшается использование тока эмиссии, так как электроны движутся по кратчайшим траекториям и почти не оседают на сетках. Малый размер катода позволяет уменьшить расход мощности на накал. Благодаря хорошему использованию эмиссии катода и эффективному управлению электронным потоком, стержневые лампы весьма экономичны.

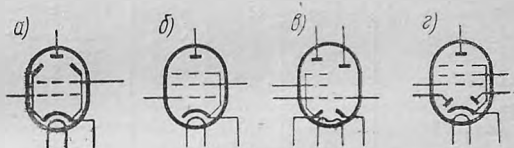


Рис. 14. Схематическое изображение электронных ламп:

а — лучевой тетрод; б — пентод; в — триод-пентод; г — диод-пентод

Для генерации колебаний в передатчиках радиостанций небольшой мощности используются специальные генераторные пентоды. Электрические характеристики пентодов и лучевых тетродов, применяемых в судовой радиоаппаратуре, приведены в табл. 4.

В обозначениях ламп буква Ж после первой цифры означает высокочастотный пентод; буква К — пентод с удлиненной характеристикой; буква П — лучевой тетрод и выходной пентод; буква Ф — пентод объединен в одном баллоне с триодом (рис. 14, в), буква Б — пентод объединен с одним или двумя диодами (рис. 14, г).

Наряду с такими комбинированными лампами, как двойной диод-триод, диод-пентод, в радиоаппаратуре очень часто встречаются многосеточные частотнопреобразовательные лампы, предназначенные для преобразования в приемнике высокочастотных колебаний принимаемого сигнала в колебания более низкой, так называемой промежуточной, частоты, равной разности частот принимаемого сигнала и местного генератора (гетеродина). Такие

лампы имеют две управляющие сетки, к которым подводятся два различных по частоте напряжения. Под действием этих напряжений изменяется анодный ток.

Таблица 4

Тип лампы	Накал		Анод		Постоянное напряжение на управляющей сетке U_{c1} , в	Напряжение на второй сетке U_{c2} , в	Крутизна характеристики S , ma/v	Внутреннее сопротивление R_p , om
	Напряжение U_n , в	Ток I_n , а	Напряжение U_a , в	Ток I_a , ма				
1П246	1,2	0,24	150	18	—14	125	2,8	—
2Ж27Л	2,2	0,57	120	1,9	0	45	1,25	7 000 000
6Ж2П	6,3	0,17	120	5,5	—	120	3,85	200 000
6Ж3П	—	0,03	330	—	—	170	5	800 000
6Ж1П	—	0,02	200	—	—	150	5,2	1 000 000
6Ж5П	6,3	0,45	300	10	—2	150	9	240 000
6Ж9П	6,3	0,3	150	15	—	150	17,5	150 000
6К4П	6,3	0,3	250	10,5	—	100	4,4	1 500 000
6Ж4	6,3	0,45	300	10,25	—	150	9	1 000 000
6Ж7	6,3	0,3	250	2,1	—3	100	1,2	1 200 000
6К3	6,3	0,3	250	9,25	—3	100	2	—
6К7	6,3	0,3	250	7	—3	100	1,45	1 000 000
6П14П	6,3	0,76	250	48	—	250	11,3	30 000
6П15П	6,3	0,76	300	30	—	150	14,7	100 000
6П1П	6,3	0,5	250	44	—12,5	250	4,9	42 500
6П3С	6,3	0,9	250	72	—14	250	6	—
6П6С	6,3	0,45	250	45	—12,5	250	4,1	52 000
12Ж1Л	12,6	0,075	150	6,8	0	75	1,65	1 000 000

В четырехсеточной лампе, называемой гексодом (рис. 15, а), первая и третья сетки являются управляющими, а вторая и четвертая соединяются внутри лампы и являются экранирующими.

Катод, третья и четвертая сетки, а также анод образуют в гексоде тетродную часть.

В схеме пятисеточной лампы, называемой гептодом, или пентагридом (рис. 15, б), смеситель и гетеродин объединены в одном баллоне. Гетеродин собран на триодной части гептода и включает в себя катод, первую и вторую сетки. Последняя является одновременно экраном и анодом гетеродина. На третью сетку гептода подается напряжение сигнала, четвертая сетка служит экраном, а пятая — защитная.

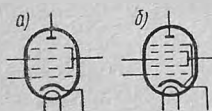


Рис. 15. Схематическое изображение частотнопреобразовательных ламп:

а — гексод; б — гептод

Гептоды-преобразователи типа 6А2П и 6А7 используются в судовых радиоприемных устройствах.

Разделение смесительной и гетеродинной ламп осуществлено в комбинированной лампе 6И1П, являющейся триод-гептодом.

Триод используется в гетеродине, а гептод служит смесителем (первая и третья сетки).

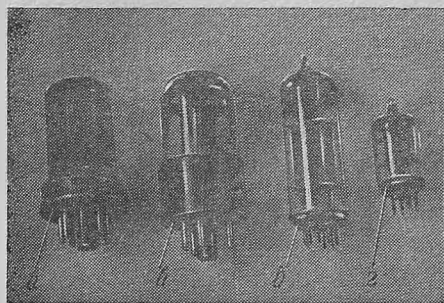


Рис. 16. Конструктивное оформление и внешний вид приемно-усилительных и частотнопреобразовательных ламп:

a — пентод типа 6К4 в металлическом баллоне с восьмиштырьковым октальным цоколем; *б* — кенотрон типа 6П5С в стеклянном баллоне с октальным цоколем; *в* — триод-гептод типа 6П1П в стеклянном баллоне, бесцокольная (пальчиковая); *г* — пентод типа 6Ж1П в стеклянном баллоне, бесцокольная (пальчиковая)

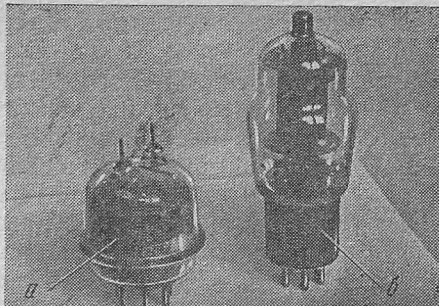


Рис. 17. Конструктивное оформление и внешний вид генераторных ламп:

a — двойной тетрод типа ГУ-32 в стеклянном баллоне; *б* — тетрод типа Г-807 в стеклянном баллоне с октальным цоколем

В качестве частотнопреобразовательной лампы может применяться и обычный пентод высокой частоты. Сигнал в нем воздействует на защитную сетку, а управляющая сетка получает напряжение от местного генератора, или наоборот.

Электрические характеристики частотнопреобразовательных ламп приведены в табл. 5.

Таблица 5

Обозначение лампы	Ток I_n, a	Анод		Напряжение экранирующей сетки, в $U_{\text{Э}}$	Крутизна преобразовательной части $S_{\text{кр}}, \text{ма/в}$	Крутизна гетеродинной части $S_{\text{г}}, \text{ма/в}$	Внутреннее сопротивление $R_{\text{г}}, \text{ом}$	Тип лампы
		Напряжение $U_a, \text{в}$	Ток $I_a, \text{ма}$					
6А7	0,3	250	3,5	100	0,45	4,7	—	Гептод-преобразователь
6Г2	0,3	250	1,15	—	1,1	—	—	Двойной диод-триод
6Б8С	0,3	250	10	125	1,35	—	—	Двойной диод-пентод
6Е5С	0,3	250	5,3	—	1,2	—	—	Индикатор настройки
6А2П	0,3	250	3	100	0,3	4,5	800 000	Гептод-преобразователь
6А4П	0,44	200	3,7	100	5,5	16,0	—	То же
6П1П	0,3	100*	13	100	0,77	3,7	—	Триод-гептод
6Ф1П	0,43	250	3	—	2,0	5,0	—	Триод-пентод
		100*	13					
		170	10	170				

* В числителе приведены параметры для триодной части лампы, а в знаменателе — для пентодной.

В обозначениях ламп буква А означает частотнопреобразовательную лампу с двумя управляющими сетками; буква И — триод-гептод; буква Ф — триод-пентод.

В качестве генераторных ламп в судовых радиостанциях используются триоды, тетроды и пентоды. Для генераторных ламп характерны повышенный ток эмиссии, повышенное анодное напряжение (до 2500 в), а также значительная полезная (выходная) мощность и мощность рассеивания на аноде.

Электрические данные некоторых типов генераторных ламп, применяемых в судовых радиопередатчиках, приведены в табл. 6.

Таблица 6

Обозначение лампы	Накал		Анод		Экранирующая сетка		Постоянное напряжение на управляющей сетке $U_{с2}, в$	Мощность		Крутизна $S, мА/в$	Коэффициент усиления μ	Тип лампы
	Напряжение $U_H, в$	Ток $I_H, а$	Напряжение $U_A, в$	Ток $I_A, а$	Напряжение $U_{с2}, в$	Ток $I_{с2}, а$		выходная $P_K, вт$	рассеивания на аноде $P_A, вт$			
Г-807	6,3	0,9	750	0,1	250	6	—45	50	30	—	8	Тетрод
ГУ-32	6,3	1,6	400	0,3	250	0,16	—10	14	15	4,5	7	Двойной тетрод
ГУ-50	12,6	0,665	1000	1,5	250	0,7	—40	60	45	4	—	Пентод
ГК-471	20	3	1500	—	400	—	—60	250	125	4,2	8	"
Г-411	20	—	350	—	—	—	—20	—	—	—	—	"
ГУ-13	10	5	2000	—	400	1,3	—	220	100	6,5	—	Тетрод
ГУ-17	6,3/12,6	0,8/0,4	300	0,085	200	—	—	120	12	—	—	Лучевой двойной тетрод
ГУ-19	6,3/12,6	0,8/0,4	350	0,120	250	—	—	100	40	—	—	То же
Г-811	6,3	4	1150	0,065	—	—	—	135	—	—	175	Триод
Г-837	12,6	0,7	430	0,035	200	0,013	15	15	—	—	—	Пентод
Г-1625	12,6	0,5	500	0,05	300	0,04	40	33	—	7	—	"

В обозначениях генераторных ламп вторая буква У означает лампы для УКВ диапазона; буква К — для КВ диапазона; буква М — модуляторная; буква И — для импульсной работы. Цифры за буквами означают номер разработанной модели лампы.

Конструктивное оформление и внешний вид характерных типов электронных ламп представлены на рис. 16 и 17.

§ 9. Электроннолучевые и газоразрядные приборы

Электроннолучевая трубка — это электровакуумный прибор, в котором электронный поток, излучаемый катодом и собранный в узкий пучок, движется с большой скоростью по направлению к

люминесцирующему экрану и, ударяясь о него, вызывает свечение в точке попадания пучка.

В электроннолучевой трубке с электростатическим управлением электроны, излучаемые катодом 2 с подогревателем 1, фиксируются и ускоряются цилиндрическим электродом 3, имеющим отверстие, и двумя цилиндрическими анодами 4 и 5 (рис. 18). Для этого на электроды подаются необходимые разности потенциалов. Перечисленные электроды образуют электронный прожектор (пушку). На пути к экрану 9 электронный луч 8 проходит между двумя парами взаимно перпендикулярных отклоняющих

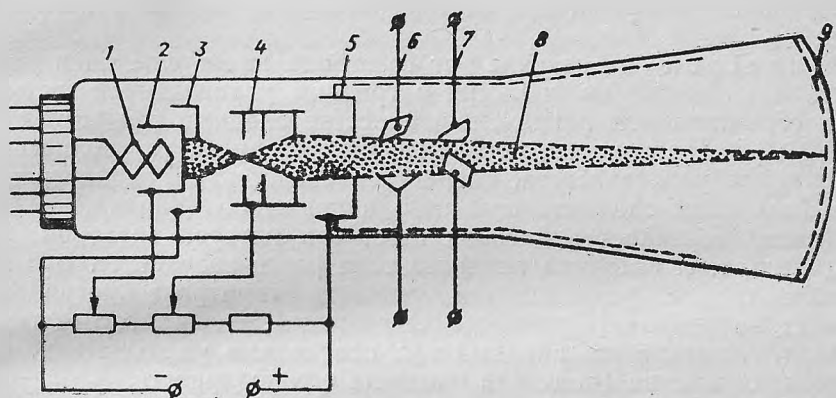


Рис. 18. Схематическое изображение электроннолучевой трубки с электростатическим управлением

пластин 6 и 7, называемых отклоняющей системой. Если на эти пластины напряжение не подается, то они не влияют на электронный луч, и последний, попадая в центр экрана, образует светящуюся точку. Когда на пластины подается разность потенциалов, то под действием возникающего электрического поля луч отклоняется к положительной пластине, соответственно передвигается и светящаяся точка. Аналогично действует на электронный луч другая пара пластин.

При одновременном воздействии электрических полей двух напряжений электронный луч будет перемещаться во взаимно перпендикулярных направлениях и оставлять на экране светящуюся линию, характер которой определяется формой этих напряжений. Электронный луч можно также отклонять магнитным полем, создаваемым за счет тока, проходящего через специальные катушки отклоняющей системы.

Электроннолучевая трубка используется в измерительных приборах, а также в радиолокации и телевидении для получения изображений.

Ионным называется электронный прибор с электрическим разрядом в газе или парах металла. В радиотехнических устройствах из ионных приборов широко применяют газотрон, тиратрон, неоновую лампу и стабилитрон.

Газотрон — двухэлектродная лампа, наполненная парами ртути или газом аргоном. Раскаленный катод излучает электроны, которые, устремляясь к аноду, сталкиваются с нейтральными атомами разреженного газа, расщепляя их на ионы и электроны. Ионизация (дуговой разряд) возникает при достаточно большом напряжении, называемом напряжением зажигания. Электроны, выделившиеся из молекул, двигаются вместе со всем потоком электронов к аноду, увеличивая его ток.

В газотроне анодный ток во много раз больше, чем в кенотроне, и может достигать десятков ампер. Основное назначение газотронов — выпрямление переменного тока высокого напряжения.

Тиратрон в отличие от газотрона имеет еще один электрод, называемый по аналогии с триодом управляющей сеткой. При отрицательном напряжении на сетке анодный ток отсутствует. Если напряжение на сетке близко к нулю, то количество электронов увеличивается, возрастает скорость их движения, и при некотором значении сеточного напряжения (напряжение зажигания) возникает ионизация газа, при которой тиратрон зажигается, т. е. величина анодного тока резко возрастает. В отличие от триода управляющая сетка в тиратроне регулирует момент зажигания (возникновение разряда). Чтобы погасить тиратрон, т. е. прекратить анодный ток, необходимо уменьшить до нуля напряжение на аноде или изменить его полярность.

Кроме использования тиратрона в выпрямительных схемах, он широко применяется в качестве высокочувствительного быстродействующего реле, которое можно включить (зажечь), но нельзя выключить, не снимая положительного анодного напряжения.

Неоновая лампа (двухэлектродный прибор тлеющего разряда) представляет собой стеклянный баллон, заполненный инертным газом неоном. В баллон помещаются два электрода круглой или прямоугольной формы. При подключении лампы к источнику напряжения неон ионизируется и в цепи протекает ток (появляется красный свет). Если лампа включена в цепь постоянного напряжения, неон светится около электрода, находящегося под отрицательным напряжением. В цепи же переменного тока свечение газа наблюдается около обоих электродов.

Неоновая лампа используется как индикатор максимального значения напряжения и как индикатор резонанса антенной цепи небольших радиопередатчиков. Неоновые лампы различаются на сигнальные СН, миниатюрные МН и др. Сигнальные лампы рассчитаны на непосредственное включение в сеть переменного напряжения 127 и 220 в с частотой 50 гц.

Газоразрядные приборы, используемые для стабилизации напряжения, называются стабилитронами. В таких лампах катод выполнен в виде цилиндра, окружающего анод, который имеет форму металлического стержня. Стеклянный баллон заполняется смесью инертных газов. Стабилитроны работают при тлею-

щем разряде, свойство которого заключается в том, что если ток, проходящий через лампу, изменяется в некоторых пределах (от $I_{\min}$ до $I_{\max}$), то напряжение между электродами остается почти постоянным. Стабилитрон включается параллельно нагрузке, а между ним и источником тока последовательно включается сопротивление.

Если напряжение источника возрастает, то соответственно увеличивается ток через стабилитрон. Однако падение напряжения на нем не изменится и, следовательно, на нагрузке напряжение остается постоянным. Все изменение напряжения источника окажется приложенным к сопротивлению.

Стабилитроны выпускаются на ток от 5 до 30 *ма* и рабочее напряжение — 75, 105 и 150 *в*. Их обозначения — СГ2С, СГ15П, СГ1П.

Для стабилизации тока (например, тока накала радиоламп) используются электровакуумные приборы (безразрядные), называемые бареттерами. В стеклянном баллоне бареттера, наполненного водородом, помещена металлическая (вольфрамовая или стальная) нить. При прохождении по нити тока происходит увеличение ее сопротивления вследствие нагрева. Одновременно за счет теплопроводности нить теряет выделяющуюся мощность, что приводит к уменьшению ее сопротивления. Подбором диаметра и длины нити можно добиться постоянства тока при изменении напряжения в определенных границах от $U_{\min}$ до $U_{\max}$. Бареттеры выпускаются на токи от 0,25 до 1 *а* и напряжения $U_{\min}$ 5, 10, 12, 17 и 65 *в* ($U_{\max}$ обычно в 1,5—2 раза больше $U_{\min}$).

Так, бареттер типа 0,24Б12-18 (0,24 — номинальный ток, 12—18 — напряжения $U_{\min}$ и $U_{\max}$) используется в радиостанции «Иртыш».

§ 10. Полупроводниковые электронные приборы

Полупроводниковые диоды и триоды широко применяются в радиоаппаратуре для выполнения функций электронных ламп, так как обладают малыми габаритами и весом, высокой механической прочностью, долговечностью и отсутствием накаливаемого катода.

Работа полупроводниковых приборов основана на прохождении электрических зарядов через границы твердых тел, обладающих кристаллическим строением, и процессах, возникающих в атомах этих тел. К числу полупроводников относятся химические элементы (германий, кремний, селен, теллур) и окиси металлов.

В замкнутой цепи из металлического провода носителями электрических зарядов являются валентные электроны, образующие наружную электронную оболочку атома и обуславливающие связь между атомами в веществе. В полупроводнике также возможна электронная проводимость, когда под влиянием внешних воздействий (электродвижущей силы или повышения температу-

ры) свободные электроны в нем, наиболее удаленные от ядра, приобретают способность перемещаться. На увеличение электропроводимости полупроводника сильное влияние оказывает введение в него примесей различных веществ. Если в германий, атом которого содержит четыре валентных электрона, ввести небольшое количество сурьмы или мышьяка, имеющих в своих атомах по пять таких электронов, то, благодаря рекомбинации, один валентный электрон атома примеси окажется лишним. Под воздействием внешней э. д. с. он легко отделяется от атома и может свободно перемещаться. Число таких электронов в теле полупроводника определяется количеством примеси. Увеличивая или уменьшая ее содержание, можно изменять электронную проводимость полупроводника.

Проводимость полупроводника можно получить и при отсутствии свободных электронов. Если в германий ввести индий или галлий, в атоме которых по три валентных электрона, то после рекомбинации атомы германия будут иметь по одному лишнему электрону. Лишний электрон под воздействием внешней э. д. с. может свободно переходить с одного атома на другой. Атом, потерявший один из тех электронов, с помощью которых атомы связаны между собой, называется зарядом-дыркой. В атоме, от которого отделился электрон, нарушается равновесие между положительным и отрицательным зарядами и положительный заряд как бы преобладает. Поэтому заряду-дырке условно приписывают положительный заряд. На место ушедшего электрона может прийти электрон другого атома. Тогда нарушенная связь восстанавливается, но образуется заряд-дырка в другом месте кристаллической решетки. Таким образом, заряд-дырка может перемещаться внутри полупроводника.

Проводимость полупроводника, обусловленная перемещением зарядов-дырок, называется дырочной и обозначается буквой p (от слова позитивный — положительный).

Примеси, создающие дырочную проводимость, называются акцепторными.

Проводимость, обусловленная избытком свободных электронов, называется электронной и обозначается буквой n (от слова негативный — отрицательный). Примеси, создающие электронную проводимость, называются донаторными. Работа полупроводниковых диодов и триодов основана на использовании свойств n — p и p — n переходов.

Рассмотрим кратко явления, происходящие при контакте между полупроводниками с разными проводимостями — электронной и дырочной.

Минус батареи E (рис. 19, а) приложим к левому слою с электронной проводимостью, а плюс — к правому слою с дырочной проводимостью. В этом случае электроны в слое n будут отталкиваться отрицательным полюсом батареи и двигаться вправо, проникая в слой p ; дырки в слое p , отталкиваясь положительным полюсом, будут перемещаться влево и проникать в слой n . Дырки

и электроны рекомбинируют, образуя режим прямого тока (сопротивление перехода резко падает). Если же полярность напряжения изменить на обратную (рис. 19, б), то сопротивление перехода возрастает во много раз, и через полупроводник будет протекать очень небольшой ток, называемый обратным. Свободные электроны и заряды-дырки будут уходить от границы слоев.

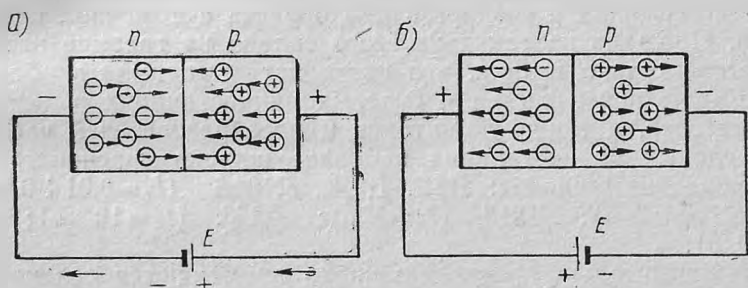


Рис. 19. Схема электроннодырочного перехода $n-p$

В области перехода создается тонкий слой почти без свободных электронов и зарядов-дырок, называемый заpornым. Таким

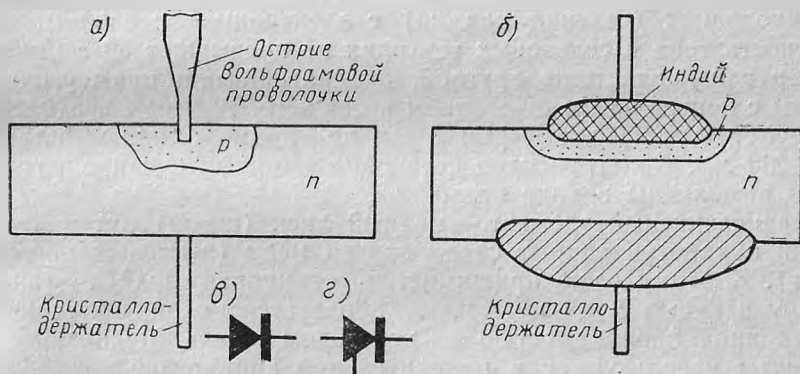


Рис. 20. Полупроводниковые диоды:

а — устройство точечного диода; б — устройство плоскостного диода; в — условное обозначение полупроводникового диода; г — условное обозначение управляемого диода (тиристора)

образом, $n-p$ переход обладает односторонней проводимостью и с помощью его можно выпрямлять переменный ток.

Полупроводниковые диоды, действие которых основано на использовании односторонней проводимости электроннодырочных переходов по конструкции делятся на диоды с точечными и плоскостными контактами. В германиевом точечном диоде (рис. 20, а) к кристаллу германия с n -проводимостью используют в качестве примеси индий с p -проводимостью. Острые

проволоки приваривают к поверхности кристалла, кратковременно пропуская через контакт большой ток. Острые, на которое был нанесен слой индия, оплаваясь, создает зону, из которой происходит диффузия индия в германий.

В плоскостных германиевых диодах электроннодырочный переход $p-n$ создается путем сплавления в кристалл германия кусочка индия (рис. 20, б). При нагревании индий плавится, диффундирует в германий и создает в нем область с дырочной проводимостью. Площадь контакта из этого сплава на границе перехода $p-n$ относительно велика, что позволяет выпрямлять большие токи. Диоды применяются в судовых радиостанциях в качестве выпрямителей, а также детекторов и преобразователей частоты.

В судовых радиостанциях наиболее широко распространены следующие типы диодов: Д2Е, Д2Ж, Д104А ($I_b=0,01 \div 0,03$ а); Д226 ($I_b=0,3$ а); Д215 ($I_b=5$ а); Д233 ($I_b=10$ а); Д242 ($I_b=10$ а).

В выпрямительных схемах широко применяются селеновые и меднозакисные диоды. Они также работают на принципе образования запирающего слоя в $p-n$ переходе. Селеновый выпрямительный элемент представляет собой стальной или алюминиевый диск (анод), на который нанесен тонкий слой селена с дырочной проводимостью. На слой селена наносится сплав олова с кадмием (катод). Кадмий, соединяясь химически с селеном, образует полупроводник (селенид кадмия) с электронной проводимостью. Плотность тока в селеновых вентиллях не превышает 50 ма/см².

Вентили — пластины круглой, квадратной или прямоугольной формы с центральным отверстием и без него. Размеры вентиля — от таблеток (галет) диаметром 5 мм до прямоугольных пластин 100×400 мм. Конструктивно селеновые выпрямители преимущественно выполнены в виде столбиков.

Меднозакисный элемент — медный диск (катод) путем термической обработки покрыт слоем закиси меди (дырочная проводимость). К этому слою прижимается свинцовая шайба (анод). Между закисью меди и медью образуется слой, обладающий электронной проводимостью с переходом $p-n$. Меднозакисные элементы используются в измерительной аппаратуре.

Для выпрямления используются также управляемые полупроводниковые диоды, называемые тиристорами. В этом случае в кремниевый диод, кроме основных электродов — катода и анода, вводится дополнительный управляющий электрод.

Полупроводниковая структура тиристора содержит четыре слоя с чередующимися $p-n$ проводимостями. В результате получается система $p-n-p-n$ с тремя электроннодырочными переходами. На рис. 20, г приведено условное обозначение тиристора.

В тиристорах, подобно тиратронам, возможно управлять моментом их отпирания.

В электрических схемах судовых радиостанций в качестве стабилизаторов применяют кремниевые диоды (Д808—Д811), в кото-

рых используется изменение вольтамперной характеристики вследствие увеличения концентрации примеси. В таком диоде, называемом стабилитором, при изменении питающего напряжения изменяется его ток, а напряжение остается практически постоянным.

Транзистором (полупроводниковым триодом) называется электропреобразовательный полупроводниковый прибор с двумя близко расположенными электроннодырочными переходами. Такую систему можно создать, если поместить между двумя полупроводниками типа n полупроводник типа p (транзистор типа $n-p-n$), и наоборот (транзистор типа $p-n-p$). Как и полупроводниковые диоды, транзисторы изготавливают из германия и

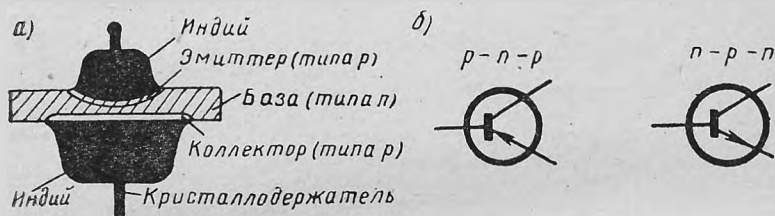


Рис. 21. Транзисторы

кремния. Они бывают плоскостные и точечные (практически не применяются). Схема плоскостного германиевого транзистора типа $p-n-p$ изображена на рис. 21, а. В пластинку кристалла германия типа n , называемого базой, с двух сторон вплавляется индий, в результате чего образуются две области с дырочной проводимостью типа p .

Одна из этих областей, обычно меньшая по размерам, называется эмиттером («эмиттирует», т. е. вводит носителей тока — электроны или заряды-дырки), другая — коллектором (притягивает носителей тока, проходящих через область базы). По принципу действия транзистор аналогичен трехэлектродной электронной лампе. Роль катода в транзисторе выполняет эмиттер, сетки — база, а анода — коллектор. Условное обозначение транзисторов указано на рис. 21, б. При отсутствии внешних источников питания на границе эмиттерного и коллекторного переходов возникают запиорные слои (потенциальные барьеры), препятствующие прохождению токов через прибор.

Для того чтобы транзистор работал в качестве усилительного элемента, на него следует подать постоянные напряжения. К эмиттерному переходу напряжение внешнего источника $E_э$ (рис. 22, а) должно быть приложено в прямом направлении, а к коллекторному $E_к$ — в обратном. Сопротивление эмиттерного перехода прямого тока невелико (единицы — десятки ом), поэтому требуемую величину тока можно получить с малым напряжением $E_э$ (около 1 в).

Сопротивление коллекторного перехода, включаемого последовательно с нагрузкой R_H , составляет сотни килоом, а напряжение E_K — до десятков вольт. Под действием напряжения E_3 в цепи эмиттер — база пойдет ток I_3 (за счет движения дырок, попадающих в область базы). При малой толщине области базы, большинство введенных дырок доходит до границы коллектора. Так как к коллектору приложено отрицательное напряжение, дырки

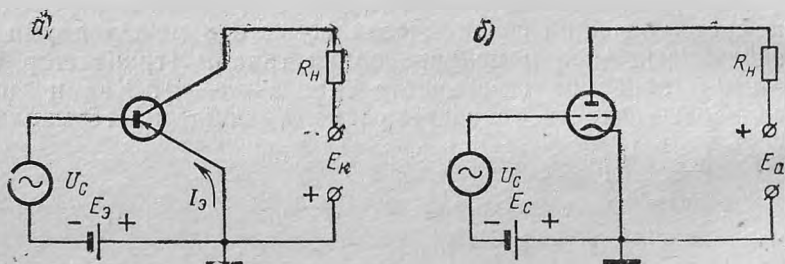


Рис. 22. Схемы усилителя:

а — на транзисторах «с общим эмиттером»; б — лампового, эквивалентного транзисторному

почти беспрепятственно проходят коллектор (он собирает их подобно аноду лампы). Если одновременно с постоянным напряжением в цепи эмиттера действует переменное напряжение U_C , то

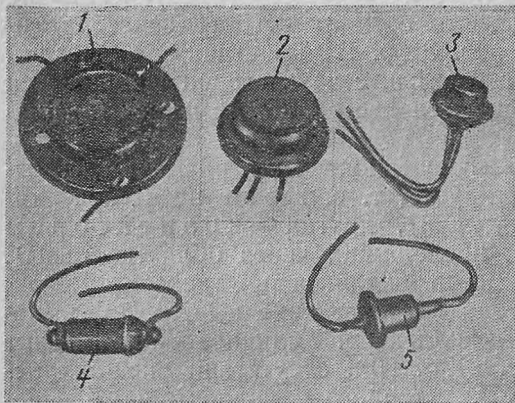


Рис. 23. Внешний вид транзисторов типов: 1 — П4ГЭ; 2 — ПЗ02; 3 — П401; внешний вид полупроводниковых диодов: 4 — ДГЦ-21; 5 — Д226Б

изменения тока в цепи эмиттера вызывают практически равные изменения тока в цепи коллектора. Но так как величина резистора нагрузки R_H , выбираемая примерно равным сопротивлению коллекторного перехода (база — коллектор), т. е. в сотни раз больше сопротивления эмиттерного перехода, то на нем создается усиленное в сотни раз напряжение. Изображенная на рис. 22, а схема усилителя, где общей точкой входной и выходной цепей является эмиттер, называется схемой с общим эмиттером. На рис. 22, б представлен ламповый эквивалент указанной схемы. Существуют также схемы усилителей на транзисторах с общей базой и общим коллектором.

Транзисторы классифицируют по конструкции, типу полупроводникового материала, частоте, мощности и применению. В соот-

ветствии с принятой системой обозначения транзисторы имеют шифр: буквы *П* или *Т* (плоскостной или точечный), цифра после буквы (характеризует тип транзистора). Цифры в типе транзистора могут быть расшифрованы по табл. 7.

Таблица 7

Транзисторы	Тип транзистора			
	Германиевый		Кремниевый	
	0,3 вт	5 вт	0,3 вт	5 вт
Низкочастотные	1—100	201—300	101—200	301—400
Высокочастотные	401—500	—	501—600	600 и более

В обозначении транзистора могут быть буквы А, Б, В и т. д., указывающие на разновидность данного типа триода. Внешний вид некоторых типов транзисторов представлен на рис. 23.

В судовых радиостанциях наиболее часто используются транзисторы типов: П4А, П4Б, П13, П14, П15, П16, П201, П203, П214, П217, П401, П403.

Глава III

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УСТРОЙСТВА РАДИОПЕРЕДАТЧИКОВ И РАДИОПРИЕМНИКОВ

§ 11. Генераторы с внешним возбуждением, используемые в радиопередатчиках

Радиопередатчик предназначается для генерации модулированных или манипулированных колебаний высокой частоты и излучения их в виде электромагнитных волн в пространство с помощью антенны. В зависимости от области применения, эксплуатационных условий и характера работы передатчики различают по мощности, роду работы (телеграфные, телефонные) и диапазону волн. Однако структурная схема для многих передатчиков является общей.

Передатчик состоит из следующих основных элементов: задающего генератора (автогенератор) — первоначального источника колебаний высокой частоты; усилителя мощности с одним или несколькими каскадами (генераторы с внешним возбуждением); модулятора или манипулятора для управления колебаниями передатчика в телефонном или телеграфном режиме; блока настройки антенны и блока питания.

Генератор высокой частоты является основным элементом радиопередатчика. Схема его состоит из трех частей: колебательного контура, где возбуждаются незатухающие колеба-

ния; источника электрического тока, за счет энергии которого поддерживаются колебания, и электронной лампы, регулирующей подачу энергии от источника тока к контуру.

Рассмотрим работу генератора. В анодную цепь лампы (рис. 24) включены последовательно батарея с напряжением E_a и колебательный контур LC . При замыкании анодной цепи конденсатор C заряжается через лампу до напряжения E_a и разряжается через катушку L колебательным разрядом.

Возникшие в контуре колебания обладают частотой, свойственной данному контуру (собственные), и являются колебаниями затухающими, так как постоянный ток, проходящий в цепи от батареи, не может их поддерживать и превратить в незатухающие.

Для получения незатухающих колебаний в контуре необходимо, чтобы энергия, идущая на пополнение потерь в контуре, поступала в него импульсами, т. е. в виде переменного или пульсирующего тока, а частота посылок энергии, питающей контур, равнялась собственной частоте его колебаний (должна быть в резонансе). Импульсы питающего тока должны быть согласованы по направлению с колебаниями контура, т. е. установлена правильная их фаза.

Таким образом, постоянный ток от анодной батареи преобразуется в ток, изменяющийся с частотой, равной частоте колебаний контура. Это преобразование осуществляется электронной лампой.

Если к участку сетка — катод лампы подавать переменное напряжение U_c (напряжение возбуждения) от какого-либо источника тока, то изменение потенциала сетки вызовет и изменение силы анодного тока, который будет пульсировать с частотой, рав-

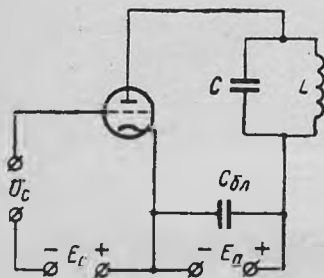


Рис. 24. Схема генератора с внешним возбуждением

ной частоте переменного напряжения в ее цепи. При резонансе частоты этого напряжения с частотой собственных колебаний контура в последнем будут создаваться незатухающие колебания. Эта схема называется генератором с внешним возбуждением (усилителем мощности высокой частоты).

Конденсатор $C_{бл}$ применяется в схеме для предотвращения потерь в сопротивлении источника анодного питания при прохождении через него переменного тока.

Напряжение U_c подается на вход усилителя мощности также от генератора, но не с внешним возбуждением, а с самовозбуждением, называемого автогенератором.

Чтобы получить незатухающие колебания в контуре, обязательно непрерывное протекание анодного тока через него (так называемые колебания первого рода). Контур работает так же хорошо, если лампа посылает ток в него хотя бы на протяжении

половины периода (колебания второго рода). Важно, чтобы сила тока этого импульса была наибольшей и приближалась к величине тока насыщения лампы.

Так как в данном случае импульсы анодного тока будут отделены промежутками, в течение которых ток отсутствует, то постоянная составляющая становится меньше, чем при синусоидальной форме тока. Чем больше промежутки между импульсами, тем меньше постоянная составляющая.

Недостатком режима колебаний второго рода является наличие большого количества гармоник. Переменная составляющая с частотой, равной частоте собственных колебаний контура, называется первой гармоникой; составляющая, имеющая вдвое большую частоту, чем первая, — второй гармоникой и т. д. Для фильтрации высших гармоник, чтобы они не излучались антенной, используют колебательные контуры с высокой добротностью, настраиваемые в резонанс с частотой первой гармоники.

Гармоники анодного тока в необходимых случаях используются в каскадах умножения частоты коротковолновых и ультракоротковолновых передатчиков, что позволяет настраивать задающий генератор на более «низкую» частоту, обеспечивая тем самым требуемую стабилизацию частоты. В генераторах, работающих в режиме умножения частоты, на сетку подается напряжение с частотой ω , а анодный контур его настраивается на вторую гармонику 2ω (генератор называется удвоителем) или на третью 3ω (генератор называется утроителем). Соответственно в контуре выделяется с наибольшей амплитудой вторая или третья гармоника.

Требуемые режимы работы лампового генератора, как правило, подбираются отрицательным напряжением смещения на управляющей сетке лампы (E_c на рис. 24).

Автоматическое смещение может быть осуществлено за счет постоянной составляющей анодного тока или же постоянной составляющей тока сетки.

При смещении за счет анодного тока в цепь катода включается резистор, по которому проходит постоянная составляющая анодного тока (см. рис. 13).

Для увеличения колебательной мощности, получаемой от одного каскада, в передатчиках часто, кроме одноламповых усилителей мощности, применяют двухламповые с параллельным или двухтактным включением ламп.

Анодный контур усилителя может быть связан с цепью управляющей сетки последующего каскада или с антенной. В первом случае усилитель называется промежуточным, а во втором — выходным.

Связь с антенной в большинстве практически обеспечивается по сложной схеме, в которой антенный контур связывается с промежуточным контуром, включенным в анодную цепь лампы последнего каскада передатчика.

§ 12. Автогенераторы, используемые в радиопередатчиках

Первичным источником высокочастотных колебаний в передатчике является автогенератор (генератор с самовозбуждением), который задает рабочую частоту передатчика (если в нем нет умножения частоты). Такие генераторы называют задающими генераторами или возбудителями передатчиков.

В отличие от генератора с внешним возбуждением сетка задающего генератора питается энергией, отбираемой от колебательного контура $L-C$ (рис. 25) катушкой связи L_c . При включении

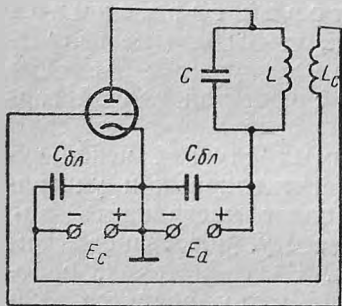


Рис. 25. Автогенератор с последовательной схемой питания анодной цепи

схемы возникает анодный ток, который заряжает конденсатор C колебательного контура, а он в свою очередь разряжается на катушку, и в контуре появляются свободные затухающие колебания. Проходящий по катушке L переменный ток индуцирует переменное напряжение в катушке связи L_c . Это напряжение подается на сетку лампы и вызывает пульсации анодного тока с частотой колебаний в контуре. Переменная составляющая анодного тока, проходя через контур $L-C$, создает на нем переменное напряжение, усиленное лампой. Частота переменного напряжения управляющей сетки равна частоте собственных колебаний контура. Следовательно, и переменная составляющая анодного тока имеет такую же частоту. Постоянная составляющая будет подзаряжать конденсатор колебательного контура, поддерживая в нем начинающие затухать колебания. В свою очередь поддержанные в контуре колебания изменяют напряжение на сетке, а последняя — анодный ток, в результате чего в контуре установятся незатухающие колебания переменного тока.

Подача в контур собственных колебаний после усиления их лампой называется обратной связью. Катушка L_c называется катушкой обратной связи.

В зависимости от способа осуществления обратной связи могут иметь место различные схемы ламповых генераторов с самовозбуждением. Рассмотренная выше схема (см. рис. 25) имеет индуктивную обратную связь.

На рис. 26 изображена одна из схем с индуктивной связью — схема с автотрансформаторной связью. Она называется трехточечной. В данной схеме катушка контура и сеточная катушка совмещены. Часть контурной катушки является сеточной катушкой. Как видно из рисунка, контур присоединен к схеме в трех точках: $б$, $к$, $в$; концы катушки — к управляющей сетке и

к аноду, а с некоторой части катушки * (точка κ) взят отвод на катод.

Перекрещивание проводов, идущих к катушке от катода и сетки, обеспечивает сдвиг фаз между переменными напряжениями на управляющей сетке и на аноде на 180° . Это необходимое условие для самовозбуждения генератора.

Если в схеме автогенератора, изображенного на рис. 25, источник анодного напряжения включен последовательно с генераторной лампой и колебательным контуром, то используется параллельное питание генератора от анодной батареи. Постоянная и переменная высокочастотные составляющие разделяются в точке a и направляются в разные ветви цепи. Постоянная составляющая будет проходить че-

рез дроссель $L_{др}$, практически не встречая в нем заметного сопротивления и осуществляя питание лампы; переменная составляющая, которая при генерации зарождается в лампе, направляется на питание колебательного контура, так как в дросселе встретит большое индуктивное сопротивление $\omega L_{др}$. Без дросселя генерация была бы невозможной; при этом переменный ток замыкался бы на батарею, не поступая на питание контура. Отсутствие разделительного конденсатора $C_{разд}$ приводило бы к тому, что постоянный ток батареи замыкался, минуя лампу, через дроссель и катушку контура.

Преимуществом этой схемы с точки зрения техники безопасности является отсутствие на контуре анодного напряжения постоянного тока. В схеме используется способ получения напряжения смещения за счет постоянной составляющей тока сетки — в цепь сетки включен резистор R_c , блокированный емкостью C_c . При наличии на сетке переменного напряжения возбуждения в ее цепи возникает пульсирующий ток, переменная составляющая которого проходит через конденсатор C_c . Постоянная составляющая сеточного тока, проходя через резистор R_c , создает на нем падение напряжения, используемое в качестве напряжения смещения.

Находит также применение трехточечная схема генератора с емкостной обратной связью. Колебательный контур состоит из двух конденсаторов постоянной емкости, включенных последовательно, и катушки с переменной индуктивностью, с помощью которой генератор настраивают на различные частоты.

Трехточечные схемы могут иметь два контура и осуществлять обратную связь через межэлектродную емкость.

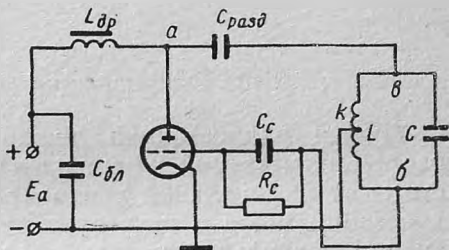


Рис. 26. Автогенератор с автотрансформаторной связью и параллельной схемой питания анодной цепи

тельных контуров и позволяет использовать их в качестве последних. Так, например, кварцевая пластинка является упругим телом, и возникающие в ней механические колебания имеют собственную частоту. При соответствующем подборе частоты приложенного к пластинке напряжения наблюдается механический резонанс, на частоте которого амплитуда механических колебаний резко увеличивается. Механические колебания кварца сопровождаются, благодаря прямому пьезоэлектрическому эффекту, появлением на его гранях периодически изменяющихся зарядов, достигающих максимальной интенсивности при частоте механического резонанса. Данное явление во многом аналогично резонансу напряжений в электрическом колебательном контуре, поэтому

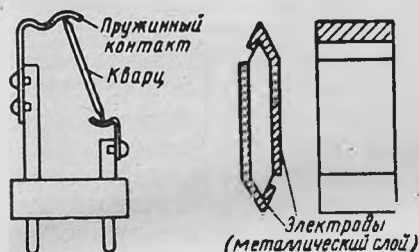


Рис. 28. Схема крепления кварцевой пластины

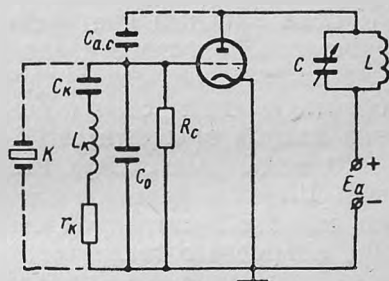


Рис. 29. Схема автогенератора с кварцем

кварцевую пластинку можно считать эквивалентной последовательному соединению емкости, индуктивности и активного сопротивления.

Обычно кварцевую пластинку помещают в держателе (рис. 28) между двумя отшлифованными металлическими пружинами, что обеспечивает ей свободу механических колебаний.

Переменное напряжение подводится к пластинке через электроды, нанесенные непосредственно на грани (тонкий слой никеля или серебра). Пластику с системой крепления (кварцевый резонатор) помещают в защитный кожух. Часто весь резонатор располагают в стеклянном баллоне, из которого откачивают воздух.

Так как изменение температуры является главной причиной изменения частоты резонатора, последний, как правило, а иногда и весь автогенератор, помещают в термостат. Термостат представляет собой камеру, в которой с помощью терморегулятора поддерживается постоянная температура.

Терморегуляторы дискретного (периодического) действия представляют собой устройства, подобные ртутному термометру с электрическими контактами, впаянными в баллон и капилляр на уровне выбранной температуры.

Схема генератора с включением кварца как колебательного контура между сеткой и катодом представлена на рис. 29. При рассмотрении электрических схем кварцевый резонатор K (на

рис. показан пунктиром) заменяют эквивалентной схемой: емкостью C_k , индуктивностью L_k , сопротивлением R_k и емкостью C_0 , зависящей от конструкции кварцедержателя.

При включении источников питания в анодном контуре возникают затухающие колебания. Образующееся при этом переменное напряжение через межэлектродную емкость C_{ac} лампы создает переменное напряжение на кварцевой пластинке K . В ней возникают механические колебания, и на сетку лампы поступает переменное напряжение с частотой колебаний кварцевой пластинки. Это напряжение создает в анодной цепи пульсирующий ток, переменная составляющая которого протекает через контур LC и поддерживает в нем колебания. Частота генерируемых схемой колебаний будет определяться частотой кварца.

Если анодный контур несколько расстроить по отношению к собственной частоте кварцевой пластинки, то сопротивление его уменьшится, усиление упадет и колебания, передаваемые через обратную связь, станут незначительными. Незатухающие колебания кварца прекратятся.

В некоторых схемах кварц включается между анодом и сеткой. Широко применяются кварцевые возбудители, построенные по схеме с электронной связью. Для устойчивого самовозбуждения кварцевого генератора иногда вводят дополнительную обратную связь, например, индуктивную. В этом случае схема может самовозбудиться даже без кварца. Такие схемы называются схемами затягивания.

§ 14. Управление колебаниями в генераторах

Для осуществления радиосвязи необходима передача информации, поступающей на радиопередатчик в виде электрических сигналов, спектры которых находятся в области низких частот. Для передачи информации необходимо перенести частотный спектр сигнала в область высоких радиочастот путем изменения одного из их параметров в такт с передаваемым сигналом.

Процесс изменения колебаний высокой частоты путем изменения одного или нескольких параметров по закону низкочастотных колебаний называется модуляцией.

При модуляции можно управлять амплитудой, фазой или частотой тока, поэтому различают модуляцию амплитудную, фазовую и частотную.

Амплитудная модуляция осуществляется в одном из усилительных каскадов передатчика, называемом модулируемым (модулятором).

В этом каскаде режим работы лампы изменяется путем подачи на один из ее электродов переменного напряжения звуковой частоты, получаемого от микрофона, т. е. изменением одного из напряжений, питающих лампу. Обычно для получения модулированных колебаний изменяют напряжение, подводимое к управляющей сетке или к аноду.

В зависимости от того, какое из указанных напряжений используется для управления амплитудой тока высокой частоты, различают два основных вида модуляции — анодную и сеточную.

Высокочастотные колебания в антенне, модулированные по амплитуде, показаны на рис. 30. Для суждения об интенсивности этих изменений введено понятие о глубине или коэффициенте модуляции колебаний. Он выражается формулой

$$m = \frac{\Delta I}{I_n} 100\%,$$

где ΔI — наибольшее изменение тока в антенне при модуляции; I_n — амплитуда тока несущей частоты.

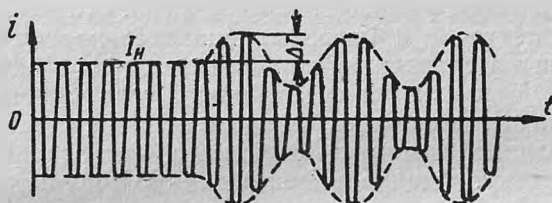


Рис. 30. График амплитудно-модулированных высокочастотных колебаний

При изменении амплитуды на половину от своей первоначальной величины коэффициент модуляции будет равен 50%. Чем значительнее m , тем больше громкость. Возможно увеличение m свыше 100%, но тогда амплитуда повышается или уменьшается более чем на 100% своей первоначальной величины, что приводит к срезанию части колебаний, т.е. искажению. Этот случай называется перемодуляцией. При радиотелефонной работе коэффициент модуляции равен обычно 50—90%.

Теория и практика эксплуатации показывают, что с повышением коэффициента модуляции увеличивается дальность радиотелефонной передачи. Поэтому при радиотелефонной связи стремятся его повысить, не допуская, однако, искажения звуков. Огибающая амплитуда высокочастотного модулированного колебания имеет форму, соответствующую кривой звуковой частоты.

Колебания, модулированные одной определенной звуковой частотой, представляют собой сумму трех частот — колебания несущей частоты и два колебания высоких частот, называемых боковыми. Последние расположены по обе стороны от несущей частоты и значения их зависят от тех звуковых частот, которые воздействуют на микрофон.

Пусть, например, несущая частота равна 5000 кГц и на микрофон воздействует простой синусоидальный звук частотой 2 кГц. При этом модулированные колебания могут быть разложены на три синусоидальных колебания: одно с несущей частотой 5000 кГц и два с боковыми частотами — нижней, меньшей несущей частоты

на величину, равную звуковой частоте — 4998 кгц, и верхней, большей несущей на величину звуковой частоты — 5002 кгц.

При обычном разговоре полная ширина обеих боковых полос равна 5000 гц, при передаче музыки 20 000 гц.

Большое распространение в практических схемах передатчиков получила амплитудная модуляция на управляющую сетку (сеточная модуляция). Она заключается в изменении амплитуды тока генератора посредством изменения напряжения в цепи его управляющей сетки. Схема не требует модуляторной лампы и дросселя.

При сеточной модуляции путем увеличения напряжения смещения на сетку устанавливается специальный телефонный режим, при котором импульсы анодного тока, а следовательно, ток в контуре и ток в антенне уменьшаются в 2 раза. Мощность в антенне при этом снижается в 4 раза, что значительно сокращает дальность действия по сравнению с радиотелеграфной работой.

При анодной модуляции специального телефонного режима не требуется, значит, мощность радиотелефонного передатчика с анодной модуляцией значительно больше, чем передатчика с модуляцией на сетку. Однако и при анодной модуляции мощность передатчика меньше, чем в телеграфном режиме.

В небольших передатчиках в качестве усилителей мощности обычно используют многоэлектродные лампы — тетроды и пентоды. Тетродный усилитель можно модулировать на управляющую сетку или одновременно на анод и экранную сетку.

В пентодных генераторах наиболее эффективна модуляция на пентодную (защитную) сетку.

Частотная модуляция характеризуется периодическим изменением несущей частоты высокочастотных колебаний на величину Δf при постоянстве амплитуды. При этом частота как бы «качается» вокруг среднего значения с отклонением $f \pm \Delta f$. Максимальное отклонение частоты от значения несущей f называется девиацией частоты Δf .

Характерно, что если амплитудная модуляция обычно выполняется в усилительных каскадах передатчика, то частотная модуляция осуществляется только в задающем каскаде, так как он устанавливает частоту для всех остальных каскадов.

Известно, что частота генератора с самовозбуждением зависит от индуктивности или емкости колебательного контура. Соответственно и частотная модуляция может быть получена путем изменения емкости или индуктивности контура в такт с передаваемыми звуковыми колебаниями.

Существует схема включения электронной лампы, в которой она действует аналогично емкости или индуктивности (реактивная лампа). Величина этой емкости или индуктивности зависит от напряжения на сетке лампы.

Чтобы лампа действовала как реактивное сопротивление, анодный ток в ней сдвигается по фазе относительно переменного напряжения в контуре. Этот сдвиг фаз достигается подачей на

сетку лампы напряжения с контура через цепь с индуктивностью или емкостью.

К преимуществам частотной модуляции можно отнести постоянство амплитуд во время модуляции, что дает возможность устанавливать в передатчике предельную мощность без опасения исказить сигнал, и уменьшение влияния помех при приеме передач. Однако для получения высокой помехоустойчивости передатчик должен занимать широкую полосу частот, в результате чего частотная модуляция чаще всего применяется в диапазоне ультракоротких волн.

Фазовая модуляция характеризуется периодическим изменением фазы $\Delta\varphi$ высокочастотных колебаний пропорционально амплитуде модулирующей частоты Ω при постоянной амплитуде высокой частоты. Чисто фазовая модуляция применяется редко, обычно возбудители строятся по принципу фазовой модуляции с преобразованием этих колебаний в частотномодулированные.

Однополосная модуляция позволяет осуществлять передачу информации посредством одной боковой полосы частот. Как известно, носителями полезной информации являются боковые колебания, каждые из которых несут одну и ту же информацию. В то же время на создание колебаний несущей частоты затрачивается основная доля мощности. Таким образом для восстановления передаваемого сигнала в приемнике достаточно принимать колебания одной боковой частоты, а колебания несущей могут быть имитированы специальным гетеродином. Радиосвязь с одной боковой полосой позволяет затрачивать в передатчике мощность только на создание боковой полосы, несущей полезную информацию, и вследствие сужения полосы частот, занимаемой одной линией связи, появляется возможность размещения на одном и том же участке диапазона вдвое большего числа радиостанций. В результате более эффективного использования передатчика, сужения полосы приемника и лучших условий распространения выигрыш по мощности может быть увеличен в несколько раз. В ближайшее время радиостанции однополосной связи КВ диапазона будут устанавливаться на судах речного флота.

Управление колебаниями при радиотелеграфной работе (манипуляция) осуществляется посредством групп, образованных по телеграфному коду Морзе. По этому коду буквы и цифры зашифровываются комбинациями коротких импульсных посылок («точек») и вдвое более длительных посылок «тире», разделенных интервалами, равными длительности тире. Передача сообщения сводится к попеременному отпиранию или запираанию передатчика (при помощи телеграфного ключа или быстродействующего реле), излучающего незатухающие колебания постоянной амплитуды.

На береговых радиостанциях широкое распространение получил метод частотной манипуляции. Передача знака при этом производится колебаниями одной частоты, а передача паузы — колебаниями другой частоты. Преимуществом частотной

манипуляции является высокая помехозащищенность, так как основная помеха воздействует на приемник во время паузы, когда передатчик не излучает колебаний.

Типы излучений условно обозначаются следующим образом: амплитудная модуляция (манипуляция) — буквой «А», частотная и фазовая — буквой «F». По типу передачи приняты следующие цифровые обозначения: цифрой «0» — отсутствие всякой модуляции для передачи сообщения: цифрой «1» — телеграфирование без применения модулирующей звуковой частоты (незатухающими колебаниями); цифрой «2» — телеграфирование при помощи манипуляции модулирующей звуковой частоты (тональная телеграфия); цифрой «3» — телефонная работа.

Для полного обозначения излучения перед этими символами ставится число, указывающее ширину полосы частот в килогерцах, занятую этим излучением.

Характерные типы излучений обозначаются так: 0,1A1 — телеграфирование незатухающими колебаниями с шириной полосы 0,1 кГц; 0,65F1 — телеграфирование частотной манипуляцией с шириной полосы высокочастотного сигнала — 0,65 кГц; 6A3 — двухполосная радиотелефония с полосой высокочастотного сигнала 6 кГц; 3A3H — однополосная радиотелефония с полной несущей (полоса 3 кГц); 9,8F3 — частотная радиотелефония с полосой 9,8 кГц.

§ 15. Основные принципы устройства радиоприемников

В настоящее время радиоприемники применяются для самых разнообразных целей — радиосвязи, радиовещания, радионавигации, радиолокации и радиотелемеханики.

В радиосвязи и радиовещании радиоприемник предназначен для извлечения, преобразования и использования энергии электромагнитных волн (модулированных или манипулированных колебаний высокой частоты).

Построение структурных схем составных элементов радиоприемника должно обеспечить выполнение основных электрических и акустических показателей, к которым относятся: диапазон рабочих частот, чувствительность, избирательность и полоса пропускания, выходная мощность, пределы регулировок громкости, тембра и усиления, качество воспроизведения принятых сигналов, потребление электроэнергии и допустимые колебания напряжения источников питания.

Чувствительность приемника — способность принимать слабые сигналы. Количественно она характеризуется тем минимальным напряжением сигнала на входе приемника, при котором достигается удовлетворительный прием (от единиц микровольт до единиц милливольт); чем меньше это напряжение, тем выше чувствительность приемника.

Избирательность приемника — способность выделить из всех различных по частоте сигналов только полезный сигнал принимаемой станции. Для одновременного удовлетворения тре-

бований равномерного пропускания спектра боковых частот принимаемой станции и непропускания сигналов других станций кривая избирательности должна быть ближе к прямоугольной форме (см. § 3).

Полосой пропускания приемника называют область частот, в пределах которой ослабление спектра принимаемых колебаний не превышает заданной величины.

Выходная мощность приемника — мощность, получаемая на нагрузке (телефоны, громкоговоритель) при отсутствии заметных искажений принимаемой передачи; измеряется единицами и долями ватт.

Существуют три принципа построения схем радиоприемников; без усиления принятых колебаний, с усилением их без изменения частоты и с усилением принятых колебаний с помощью вспомогательной высокой частоты.

По первому принципу строится детекторный приемник, состоящий из резонансного контура (с антенной) и детектора. Отсутствие усиления обуславливает плохую чувствительность.

По второму принципу построен приемник прямого усиления. В нем сигнал усиливается резонансными каскадами на той же частоте, которую имеют колебания в антенне. Затем происходит детектирование и усиление полученной звуковой частоты. В приемнике при изменении частоты одновременно перестраиваются контуры входной цепи и усилителей высокой частоты. Приемник не обеспечивает по всему диапазону достаточной чувствительности и избирательности.

В судовой радиосвязи приемники прямого усиления используются только в качестве аварийных.

В супергетеродинном приемнике (третий принцип построения) основное усиление ведется не на частоте принимаемого сигнала, а на другой более низкой, чем частота сигнала. На новой частоте, называемой промежуточной, используются колебательные контуры с необходимой полосой пропускания и высокой избирательностью.

Основными преимуществами его перед другими приемниками являются: повышенная избирательность и чувствительность за счет увеличения каскадов усилителя промежуточной частоты (УПЧ); повышенная устойчивость работы, так как основное усиление осуществляется не на принятой частоте сигнала, а на промежуточной; упрощение и удешевление конструкции при одинаковых во всех каскадах УПЧ, настраиваемых всегда на одну и ту же промежуточную частоту.

В супергетеродинном приемнике (рис. 31) сигнал, поступивший из антенны, взаимодействует со вспомогательными колебаниями, создаваемыми местным гетеродином (генератором) и отличающимися по частоте от принимаемых.

Образуемая в результате биений между этими колебаниями промежуточная частота представляет собой разность $f_{\text{пр}} = f_{\text{с}} - f_{\text{г}}$ или $f_{\text{пр}} = f_{\text{г}} - f_{\text{с}}$,

где f_{Γ} — частота местного гетеродина;
 f_c — частота применяемых колебаний;
 $f_{\text{пр}}$ — промежуточная частота.

Каскад, в котором происходит выделение промежуточной частоты, называется преобразовательным (состоит из смесителя и гетеродина), а сам процесс — преобразованием частоты.

Колебания сигнала из антенны и колебания гетеродина поступают на сетки частотнопреобразовательной лампы смесителя. В ее анодной нагрузке выделяется промежуточная частота. Дальнейшее

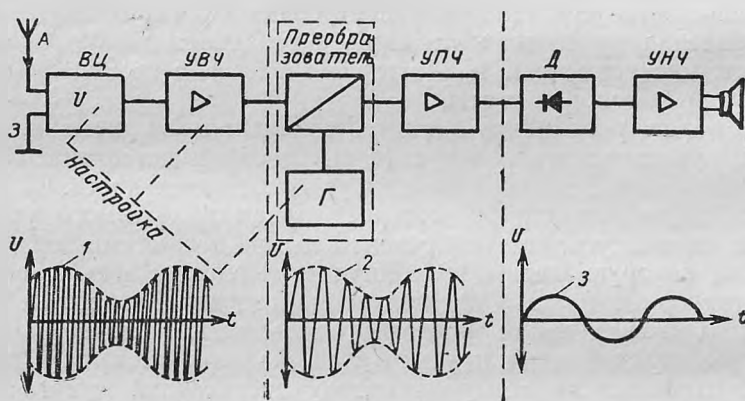


Рис. 31. Структурная схема супергетеродинного приемника:

ВЦ — входная цепь; УВЧ — усилитель высокой частоты; УПЧ — усилитель промежуточной частоты; Д — детектор; УНЧ — усилитель низкой частоты; Г — гетеродин; А — антенна; З — земля; 1 — модулированные колебания принятой высокой частоты; 2 — модулированные колебания промежуточной частоты; 3 — колебания низкой частоты (полезный сигнал)

усиление сигнала в приемнике ведется уже на промежуточной частоте. Усиленное до необходимой степени напряжение промежуточной частоты детектируется, и выделенные при этом колебания усиливаются в усилителе низкой частоты.

При перестройке приемника на другую частоту одновременно с изменением частоты контуров входной цепи и усилителя высокой частоты (УВЧ) частота контура гетеродина должна изменяться так, чтобы промежуточная частота была все время постоянной.

Промежуточная частота может быть также получена как разность между частотой гетеродина и частотой другой станции (мешающей). Например, если частота $f_{\Gamma}=4160$ кГц, а $f_{\text{пр}}=400$ кГц, то приемник может принять две станции с частотами: $f_c=4160-400=3760$ кГц и $f_{\text{п}}=4160+400=4560$ кГц. Оба эти сигнала совместно с частотой гетеродина дают одну и ту же промежуточную частоту. Сигнал $f_{\text{п}}$ называют помехой по симметричному или зеркальному каналу. Однако приемник принимает только

частоту полезного сигнала f_c , так как входные контуры приемника и каскады усилителей высокой частоты настроены на эту же частоту и достаточно ослабляют сигналы других мешающих станций. Промежуточная частота обычно выбирается в пределах 110—130 и 450—470 кГц. Она не должна быть близка к рабочим частотам мощных передающих радиостанций или их гармоник.

В схемах некоторых приемников (например, судовой типа «Волна») предусмотрено двойное преобразование частоты: $f_{1пр} = 955$ кГц и $f_{2пр} = 85$ кГц.

§ 16. Входные цепи и усилители высокой частоты

Входной цепью радиоприемника называют цепь, связывающую приемную антенну с входом его первого каскада. Она должна обеспечивать независимость параметров приемника от размеров и конструкции антенны, с тем чтобы подключение к приемнику различных антенн не нарушало его настройки.

Наибольшее распространение получила входная цепь с одноконтурным колебательным контуром. При индуктивной связи в антенну включена катушка связи. Частоту настраиваемого контура входной цепи изменяют в определенном диапазоне при помощи переменного конденсатора.

В радиовещательных приемниках для диапазонов длинных и средних волн находят применение входные цепи с внутренней ферритовой антенной, состоящие из колебательного контура в составе конденсатора и индуктивности с ферритовым стержнем (сечением 8—10 мм и длиной 70—150 мм). Ферритовые антенны обладают пространственной избирательностью и имеют малые габариты.

Усилителями высокой частоты называются ступени радиоприемника, усиливающие напряжения высокой частоты и увеличивающие общую избирательность приемника за счет использования настроенных в резонанс колебательных контуров. Усилители, в которых нагрузкой служат одиночные колебательные контуры, называют резонансными усилителями, а усилители, где используются полосовые фильтры, — полосовыми усилителями.

В резонансном усилителе в качестве анодной нагрузки включается колебательный контур. Возникающая в анодной цепи лампы переменная составляющая тока, проходя через колебательный контур, создает на его зажимах переменное напряжение, которое передается на вход следующего каскада приемника. Чаще всего для усиления сигнала используется схема, изображенная на рис. 32. Здесь контур $L-C$ включен в анодную цепь лампы не непосредственно, а с помощью катушки связи $L_{св}$. Во время прохождения пульсирующего анодного тока через катушку связи на контурной катушке будет индуцироваться э. д. с. высокой частоты. При настройке контура в резонанс с частотой принимаемых сигналов напряжение на нем будет максимальным. Такая схема

называется резонансным усилителем с трансформаторным включением контура.

Для усилительного каскада рекомендуется выбирать лампу с большой крутизной (высоким коэффициентом усиления) и контур высокого качества. Этим требованиям удовлетворяют высокочастотные пентоды. Чтобы можно было осуществить автоматическую регулировку усиления, желательно применять пентоды с удлиненной анодно-сеточной характеристикой.

В супергетеродинных приемниках в качестве усилителей промежуточной частоты применяются полосовые усилители, имеющие фиксированную настройку частоты. Анодной нагрузкой в

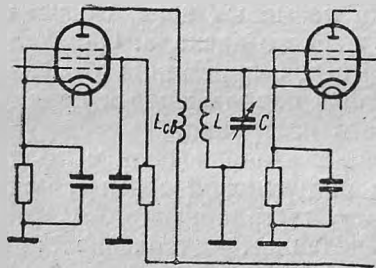


Рис. 32. Схема резонансного усилителя с трансформаторным включением

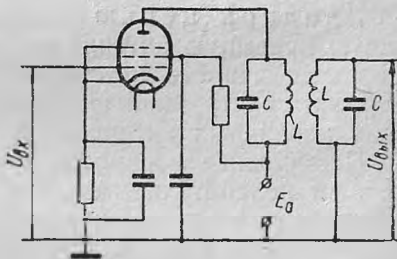


Рис. 33. Схема полосового усилителя

таком усилителе служит полосовой фильтр (рис. 33). В качестве полосового фильтра использована двухконтурная система с индуктивной связью (см. § 3).

Для усиления высокой частоты наряду с лампами широко используются транзисторы, включение которых производится чаще всего по схеме с общим эмиттером и трансформаторной или автотрансформаторной связью.

§ 17. Преобразование и детектирование высокой частоты

Преобразование принимаемого сигнала в сигнал промежуточной частоты обеспечивает в супергетеродинном приемнике высокую избирательность и чувствительность, их постоянство по диапазону и повышенную устойчивость.

Преобразование осуществляется по односеточной и двухсеточной схемам. В схеме односеточного преобразователя к управляющей (смесительной) сетке лампы подводятся два напряжения: принимаемого сигнала f_c и гетеродина f_r . Анодный ток лампы управляется одновременно двумя напряжениями. Такой ток содержит составляющие различных (комбинационных) частот, в том числе $f_r - f_c$ и $f_r + f_c$. В анодную цепь лампы преобразователя включена колебательная система, настроенная на частоту $f_r - f_c$, на которой выделяется только напряжение промежуточной

частоты. В двухсеточных схемах различают схемы с двумя типами ламп — смесительные, где происходит только «смешивание колебаний», а колебания вспомогательной частоты создаются гетеродином на отдельной лампе, и преобразовательные, в которых гетеродин и смеситель совмещены в одной лампе.

В приемниках судовых радиостанций чаще всего применяется схема с использованием пентода в качестве смесительной лампы. Преобразовательный каскад, как имеющий в своем составе электронную лампу и колебательную систему, обладает также усилением и избирательностью.

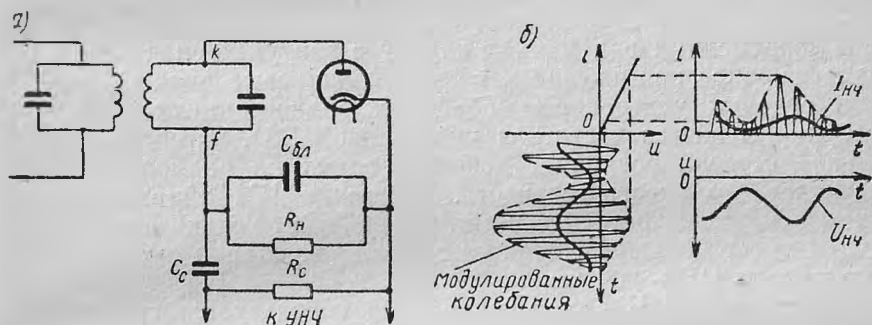


Рис. 34. Диодное детектирование:

а — схема последовательного детектирования; б — диаграмма детектирования модулированных сигналов

Детектированием называется преобразование модулированных колебаний высокой частоты в колебания низкой частоты, повторяющие передаваемые сигналы. В супергетеродинных приемниках обычно осуществляется диодное детектирование, которое обеспечивает неискаженное усиление сильных сигналов. Диодное детектирование основано на принципе использования выпрямительных свойств двухэлектродной лампы.

На рис. 34, а представлена схема последовательного детектирования, где источник переменного тока, диод и нагрузка соединяются последовательно. Так как сопротивление блокировочного конденсатора $C_{бл}$ на высокой частоте очень мало, то практически все напряжение, действующее на контуре (между точками k и f), подводится к диоду. Модулированные колебания, поступающие на диод (рис. 34, б), образуют анодный ток в виде отдельных импульсов, среднее значение которых соответствует форме огибающей модулированного колебания $I_{нч}$. Токи высокой частоты отводятся через $C_{бл}$. Напряжение звуковой частоты, снимаемое с резистора R_n , через конденсатор C_c передается на усилитель УНЧ для необходимого усиления по напряжению и мощности (резистор R_c — для стекания электронов с сетки УНЧ).

В приемниках для детектирования применяют комбинированные лампы типа двойной диод—триод. Один из диодов в этом

случае используется в качестве детектора, другой — для автоматического регулирования усиления, а триод — для усиления низкой частоты.

Кроме диодного, иногда применяют анодное и сеточное детектирования. При этом детектируемое напряжение с выхода усилителя промежуточной частоты подается в цепь управляющей сетки триода, детектирование происходит вследствие нелинейности характеристики сеточного или анодного тока. Одновременно в анодной цепи усиливается сигнал звуковой частоты. Диодное детектирование отличается малыми нелинейными искажениями, поэтому оно получило наиболее широкое применение в радиоприемниках.

В современных приемниках наряду с вакуумными диодами находят широкое применение и полупроводниковые диоды.

В судовых ультракоротковолновых радиостанциях типа «Кама-С» применяется частотная модуляция (ЧМ), которая в значительной степени ослабляет действие помех на радиоприемник и повышает его чувствительность. Приемник ЧМ характеризуется двумя основными особенностями. Он работает только в диапазоне УКВ и имеет большую ширину полосы пропускания высокочастотного канала (150—200 кГц).

В приемниках ЧМ большей частью используется супергетеродинная схема. По сравнению со схемой АМ она отличается добавлением каскада амплитудного ограничителя и изменением схемы детекторного каскада, где используется частотный детектор, называемый дискриминатором.

Амплитудный ограничитель необходим для устранения паразитной амплитудной модуляции, возникающей под действием помех и внутриприемных шумов. Чаще всего в качестве ограничителя используется последний каскад усилителя промежуточной частоты, где в цепь сетки включены резистор и конденсатор. При подаче на сетку лампы напряжения сигнала возникает сеточный ток, создающий напряжение смещения на резисторе R , уменьшающее усиление каскада. Величина смещения автоматически изменяется в зависимости от амплитуды колебаний высокой частоты, вследствие чего величина импульсов анодного тока остается на одинаковом уровне.

При детектировании частотно-модулированных сигналов нужно обеспечить преобразование их в сигналы, модулированные по амплитуде, а затем продетектировать обычным способом. На рис. 35 представлена схема частотного дискриминатора с настроенными контурами. В нем выходное напряжение усилителя промежуточной частоты, поступающее через конденсатор C_p , воздействует на диоды D_1 и D_2 следующим образом. К каждому из диодов полностью приложено напряжение U_1 и половина напряжения U_2 . Под действием этих напряжений каждый из диодов питает постоянным током свою нагрузку (R_1 и R_2), причем полярности напряжений на резисторах противоположны друг другу в соответствии с направлением выпрямленных токов.

Дроссель Dp препятствует замыканию напряжения U_1 на землю. При резонансе суммарные напряжения $U_1 + 0,5 U_2$ равны по амплитуде, поэтому и напряжения на резисторах R_1 и R_2 также одинаковы, а выходное напряжение соответственно равно нулю. Периодические отклонения промежуточной частоты от среднего значения приводят к поочередному преобладанию напряжений плеч детектора (при резонансе разность фаз между напряжениями U_1 и U_2 составляет 90° , а при расстройке напряжение U_2 будет несколько сдвинуто по фазе относительно напряжения U_1). В результате токи, протекающие по нагрузкам R_1 и R_2 , также будут неодинаковы, а на выходе детектора появится напряжение модуляционной (низкой) частоты U_2 .

Прием радиотелеграфных незатухающих и тонально-модулированных сигналов в большинстве случаев обеспечивается методом биений. На детектор одновременно с сигналом воздействует напряжение местного генератора (так называемого второго гетеродина). Частота гетеродина выбирается близкой к частоте сигнала, но она должна отличаться на $1-2$ кГц. В результате воздействия двух колебаний в контуре установятся колебания с напряжением разностной частоты ($1000-2000$ Гц). После детектирования образуется напряжение тональной частоты, позволяющее принимать телеграфные сигналы на слух. Гетеродин часто выполняется в одной лампе с детектором. Левый триод используется для диодного детектирования, а правый является гетеродином.

При работе тональными колебаниями, амплитуда их изменяется подобно тому, как и при амплитудной модуляции. Такие сигналы также принимаются на слух.

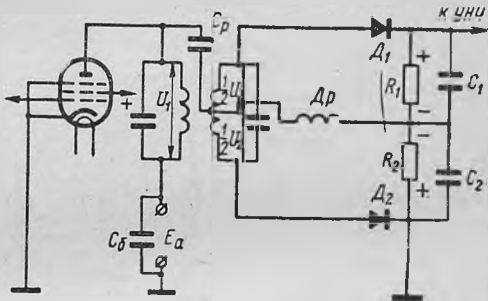


Рис. 35. Схема частотного дискриминатора с настроенными контурами

§ 18. Усилители низкой частоты

Усилители низкой частоты предназначены для увеличения амплитуд напряжения, тока и мощности электрических колебаний, которые лежат в звуковом диапазоне (от 50 Гц до $15-20$ кГц). Они имеют несколько каскадов, первые из которых являются усилителями напряжения, а последний обеспечивает в цепи нагрузки заданную мощность.

Основным требованием, предъявляемым к усилителям низкой частоты, является равномерное и максимально возможное уси-

ние по всему диапазону усиливаемых частот. Кроме того, они не должны искажать форму усиливаемого напряжения.

Указанные требования обеспечиваются, если в качестве нагрузки используются аperiодические цепи (нерезонансные), имеющие относительно одинаковое сопротивление для всех частот диапазона.

Усилители напряжения различают по следующим типам: усилители на резисторах, дросселях и трансформаторах.

Резисторный усилитель (рис. 36, а) работает следующим образом. От первичного источника на сетку лампы подается переменное напряжение $U_{вх}$ низкой частоты. Переменное электри-

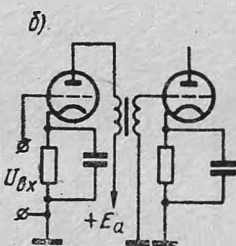
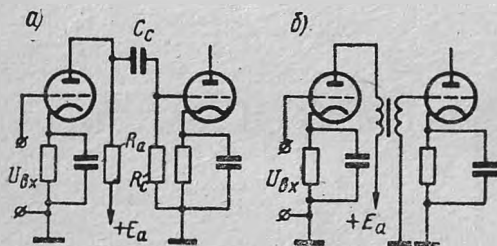


Рис. 36. Схема усилителя:

а — на сопротивлениях; б — на трансформаторах

ческое поле, созданное этим напряжением между сеткой и катодом, вызывает значительное изменение анодного тока. В составе анодного тока возникает переменная составляющая тока, которая, проходя через большую по величине нагрузку R_a , создает на ней падение напряжения U_a , изменяющееся с частотой сигнала. При достаточно большом R_a величина переменного напряжения на нагрузке будет во много раз превосходить напряжение, поступившее на сетку лампы. Переходной конденсатор C_c ограждает сетку второй лампы от попадания на нее анодного напряжения. Для стекания электронов с сетки между ней и катодом включено сопротивление утечки R_c . Если R_c нет, то электроны будут накапливаться на сетке этой лампы, создавая тем самым на ней большой отрицательный заряд, который может полностью запереть вторую лампу.

Напряжение смещения, образованное постоянной составляющей анодного тока, позволяет выбрать рабочую точку в середине прямолинейной части характеристики лампы, что обеспечивает работу усилителя без искажений.

Коэффициент усиления каскада $k = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$, т. е. он будет тем больше, чем больше напряжение на выходе, при данном напряжении на входе $U_{вх}$. Зависимость коэффициента от степени усиления тех или иных участков спектра частот называется частотной характеристикой. В резисторных усилителях она является постоянной почти для всего диапазона звуковых частот (равномерное усиление), за исключением крайних, где усиление меньше.

Резисторные усилители имеют следующие недостатки: относительно небольшое усиление и необходимость применения повы-

шенного анодного напряжения, так как происходит падение постоянного напряжения на нагрузке.

В усилителях на трансформаторах в качестве анодной нагрузки применяется трансформатор низкой частоты с двумя обмотками (рис. 36, б). При воздействии на сетку напряжения сигнала $U_{вх}$ в цепи анода возникает переменная составляющая силы тока и в первичной обмотке пульсирует магнитное поле. Вследствие этого во вторичной обмотке наводится переменная э. д. с. звуковой частоты, которая подается на сетку следующей лампы. В этой схеме достигается значительно большее усиление, чем в рассмотренной, так как, кроме усиления лампой, напряжение сигнала увеличивается самим трансформатором. К недостатку усилителя относится неравномерное усиление различных частот.

В усилителях напряжения наряду с электронными лампами широкое распространение получили также и транзисторы.

Усилители мощности, используемые в оконечных каскадах приемников, в отличие от каскадов усилителей напряжения низкой частоты, выделяющих максимальное напряжение на нагрузке, должны обеспечивать максимальную полезную мощность

в нагрузке — телефоне или громкоговорителе (с мощностями от долей ватта до сотен ватт). Громкоговорители, на которые нагружается оконечный усилитель мощности, как правило, имеют малое сопротивление порядка нескольких омов, что значительно меньше внутреннего сопротивления лампы.

Для согласования внутреннего сопротивления R_a ламп и сопротивления нагрузки R_n громкоговоритель подключают к усилителю через трансформатор, называемый выходным. С помощью последнего можно всегда привести анодную нагрузку к требуемой величине. Коэффициент трансформации n выбирается в зависимости от соотношения нагрузки (например, сопротивления громкоговорителя) и сопротивления нагрузки лампы:

$$n = \frac{R_n^2}{R_a^2}.$$

Так как обычно $R_n < R_a$, то выходной трансформатор должен быть понижающим.

Усилители мощности подразделяются на одно- и двухтактные. В зависимости от выбранного режима работы используют классы усиления А, В и С. На рис. 37, а представлена схема однотактного усилителя с трансформаторным выходом. Однотактные схемы усиления применяют в том случае, когда на выходе усилителя необходимо получить небольшую мощность (до нескольких ватт).

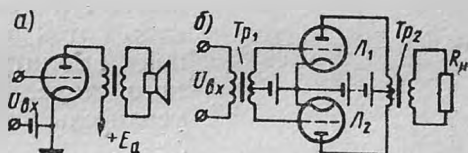


Рис. 37. Схема усилителя мощности:
а — однотактный; б — двухтактный

Двухтактный усилитель (рис. 37, б) собирается на двух лампах L_1, L_2 и имеет входной Tr_1 и выходной Tr_2 трансформаторы. Сетки ламп присоединены к противоположным концам вторичной обмотки трансформатора Tr_1 . Отвод от середины этой обмотки соединяется с катодами ламп через источник напряжения смещения. При таком включении переменные напряжения на управляющих сетках ламп будут одинаковы по амплитуде, но сдвинуты по фазе на 180° . Если на одной из сеток действует положительный полупериод напряжения относительно катода лампы, то на другой — отрицательный. Таким образом, лампы работают поочередно — импульсами (рабочая точка установлена на нижнем изгибе характеристики для получения максимальной величины импульсов). Но по полуобмоткам первичной обмотки трансформатора

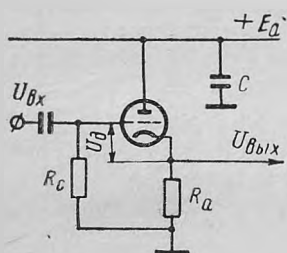


Рис. 38. Схема катодного повторителя

Tr_2 токи протекают в одном направлении. Магнитные потоки, создаваемые каждым из этих токов в трансформаторе, складываются, и суммарный переменный магнитный поток будет пропорционален удвоенной амплитуде первой гармоники анодного тока. Следовательно, двухтактный усилитель суммирует мощности обеих ламп.

Для улучшения работы усилителей низкой частоты обычно применяют отрицательную обратную связь. При такой связи определенная часть напряжения с выхода усилителя снова подается на его вход в противофазе (сдвинута по отношению к входному напряжению на угол 180°). Отрицательная обратная связь снижает нелинейные и частотные искажения, а также фон от пульсации напряжения источника питания, хотя она несколько понижает коэффициент усиления.

Одной из разновидностей схем усилителей низкой частоты является схема, называемая катодным повторителем (рис. 38).

В схеме катодного повторителя анод заземлен по переменному току через конденсатор большой емкости C , а нагрузка R_a включена между катодом и землей. В результате все выходное напряжение $U_{\text{вых}}$, получаемое на нагрузке, подается на сетку в противофазе с входным напряжением $U_{\text{вх}}$. Коэффициент усиления, точнее передачи напряжения, не может быть больше единицы, но зато обеспечивается хорошая частотная характеристика. Переменное напряжение на выходе, снимаемое с резистора R_a для подачи на вход следующего каскада, совпадает по фазе с входным напряжением, т. е. катодный повторитель не переворачивает фазу, а повторяет ее.

Катодные повторители используются как усилители мощности, а также при работе на низкоомную нагрузку без понижающего трансформатора.

§ 19. Вспомогательные устройства в радиоприемниках

Для устранения влияния внешних и внутренних факторов, проявляющихся в непостоянстве входного напряжения приемника, в его схемах предусматриваются регулировки усиления и чувствительности, обеспечивающие постоянство уровня сигналов на входе звуковоспроизводящего устройства.

Громкость (усиление) в приемниках регулируется вручную и автоматически. Ручное регулирование осуществляется изменением высокоомным потенциометром напряжения звуковой частоты, подаваемого на сетку первой лампы усилителя низкой частоты. Для автоматической регулировки громкости (АРГ) в каскадах приемника используют специальные лампы (6К3, 6К4П и др.), у которых крутизна характеристики в значительной степени зависит от напряжения смещения на управляющей сетке. Конструктивно эта сетка выполняется так, чтобы витки на концах ее располагались чаще, а в середине реже. При небольшом отрицательном смещении редкие участки сетки будут мало влиять на величину анодного тока, а густые окажут сильное воздействие. В этом случае крутизна характеристик и коэффициент усиления лампы будут наибольшими. Если отрицательное смещение большое, то густые участки будут задерживать электроны, а редкие — пропускать их. Крутизна характеристики уменьшится, снизится и коэффициент усиления лампы.

Для получения автоматически изменяющегося напряжения смещения в приемниках применяется специальный детектор АРГ. При подаче на его анод напряжения промежуточной частоты на резисторе нагрузки, шунтированном емкостью, образуется постоянное отрицательное напряжение, пропорциональное амплитуде напряжения промежуточной частоты. Это напряжение и подается на управляющие сетки ламп каскадов приемника. С целью уменьшения пульсации напряжения смещения в цепь АРГ включается фильтр.

В отдельных схемах регулировки используется АРГ с задержкой. В таких схемах усиление уменьшают только в том случае, когда сила сигналов превышает некоторый определенный уровень.

Побочные колебания, проникая в радиоприемник, могут вызывать прослушивание посторонних станций, шумы и трески, что понижает качество радиоприемника. Помехи могут возникать вследствие электромагнитных колебаний, вызванных работой какого-либо электрического устройства (электрооборудования, рентгеновских установок и др.) или электрического возмущения в атмосфере (разряды атмосферного электричества и др.).

В судовых условиях эти помехи устраняются применением искрогасительных фильтров на электроустановках, экранированием снижения антенны, повышением изоляции электрических экранированных проводов и заземлением их оболочки.

Помехи от воздействия посторонних радиопередатчиков уменьшают рациональным распределением рабочих частот.

УСТРОЙСТВО РАДИОДЕТАЛЕЙ И ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

§ 20. Устройство радиодеталей

Судовые радиостанции, командно-вещательные установки и другая радиоаппаратура, эксплуатирующаяся на флоте, представляет собой комбинацию разнообразных деталей и узлов (резисторов, конденсаторов, дросселей и трансформаторов) и электровакуумных и полупроводниковых приборов.

Резисторы (сопротивления) являются одним из основных элементов радиотехнической аппаратуры. Принцип их действия основан на использовании свойства тел оказывать определенное сопротивление прохождению через них электрического тока.

В радиоаппаратуре применяются как непроволочные резисторы постоянного и переменного сопротивления, так и проволочные резисторы постоянного и переменного сопротивления.

Основными электрическими величинами, характеризующими сопротивление, являются: номинальное значение сопротивления, номинальная мощность рассеяния, максимальное рабочее напряжение.

К непроволочным постоянным резисторам широкого применения относятся непроволочные резисторы типа МЛТ, УЛМ, МОН, КИМ и др.

Резисторы типа МЛТ — металлизированные лакированные теплостойкие, в качестве основания имеют керамический цилиндр, на который в вакууме наносится тонкий токопроводящий слой из специального металлического сплава большого удельного сопротивления.

Резисторы типа УЛМ — углеродистые лакированные малогабаритные, у них на керамическое основание наносится углеродистый состав. Ранее выпускались промышленностью аналогичные сопротивления типа ВС.

Резисторы типа МОН — медноокислые низкоомные (на керамику нанесен слой из окиси металлов).

Резисторы типа КИМ — композиционные изолированные малогабаритные состоят из токопроводящего слоя углерода, наполнителя и связи.

К непроволочным переменным резисторам относятся резисторы поверхностного типа СП и СПЕ, где на подковообразной пластинке из гетинакса нанесен токопроводящий слой.

Проволочные постоянные резисторы состоят из изоляционного каркаса, на которые намотан провод из высокоомных составов (манганин, константан или нихром).

Резисторы типа ПЭВ — проволочные эмалированные влагостойкие. Резисторы типа ПТ — постоянные точные (ПТН — нихромовые, ПКВ — константановые влагостойкие и др.).

В терморезисторах — используют свойство полупроводников — изменять свое сопротивление при изменении температуры. Резистор типа ММТ — медно-марганцевый, типа КМТ — кобальто-марганцевый. Миниатюрные терморезисторы типа СТ — оксидно-проводниковые.

Печатные резисторы постоянного сопротивления, где токопроводящим элементом является графит или металлические сплавы. Эти компоненты наносятся на плату методом трафаретной печати. Внешний вид некоторых типов резисторов представлен на рис. 39.

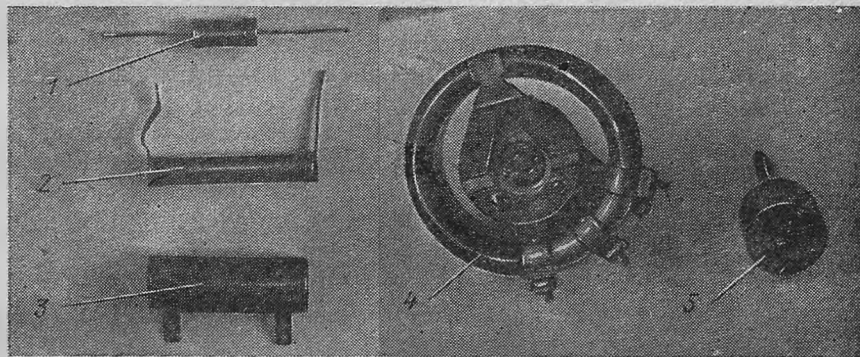


Рис. 39. Внешний вид резисторов типа:
1 и 2 — ММТ; 3 — ПТВ; 4 — СП; 5 — СП-04

На принципиальных схемах величины сопротивления в омах обозначают целым числом и без буквы, значение в килоомах — произвольным числом с буквой *к*, а в мегаомах — числом без буквы, но с запятой. Например, число 5, поставленное у сопротивления, означает 5 *ом*, 5 *к* — 5 *ком*, а 5,0 — 5 *Мом*.

Конденсаторы. Основой каждого конденсатора служит система электродов (проводников) с разделяющим их диэлектриком. По конструкции конденсаторы бывают постоянной, переменной и полупеременной емкости. Основными электрическими величинами, характеризующими их, являются номинальное значение емкости, сопротивление изоляции и рабочее напряжение.

Конденсаторы постоянной емкости по роду диэлектрика различают: бумажные, пленочные, слюдяные, керамические, стеклянные, электролитические, воздушные и др.

Бумажные конденсаторы в качестве диэлектрика имеют конденсаторную бумагу, а электродами являются лента из алюминиевой фольги. Номинальная емкость может достигать 100 *мкф*, а рабочие напряжения — до 1 500 *в*. Большое распространение получили малогабаритные конденсаторы типа БМ, БГМ, БМТ (Г — герметизированные, Т — термостойкие), а также типа КБГ. Для уменьшения размеров конденсаторов металлический

слой наносят непосредственно на бумажную ленту методом распыления. Такие конденсаторы называют металло-бумажные — типа МБГ, МБМ, МБМЦ, МБГП (Г — герметизированные, М — малогабаритные, Ц — цилиндрические, П — плоские).

Пленочные и металлопленочные конденсаторы по конструкции аналогичны бумажным. Диэлектриком в них служит тонкая пленка из полистирола, стирофлекса и др. Обкладками являются тонкий слой металла, наносимый на диэлектрик, или алюминиевая фольга. Применяются конденсаторы типа ПМ, ПМГ, ПСО и др. (М — малогабаритные, П — полистироловые, Г — герметизированные, СО — стирофлексные открытые).

Слюдяные конденсаторы имеют обкладки из оловянной или медной фольги, между которыми проложена высококачественная слюда. Для уменьшения влияния влаги и механических воздействий их запрессовывают в пластмассу. Конденсаторы изготовляются трех основных видов: КСО (конденсаторы слюдяные опрессованные), КСГ (конденсаторы слюдяные герметизированные) и КСГМ (конденсаторы слюдяные герметизированные малогабаритные). Благодаря малым потерям эти конденсаторы используются в цепях высокой частоты.

Керамические конденсаторы состоят из диэлектрика (тиконд, тибар, ультрафарфор) в виде пластинки или трубки, на поверхность которого наносится слой серебра, являющегося обкладкой конденсатора и покрытого сверху лаком. Промышленность выпускает много типов керамических конденсаторов, основными из которых являются трубчатые КТК и дисковые КДК. Их преимущественно используют в диапазоне ультракоротких волн из-за очень малых потерь на высоких частотах. В колебательных контурах и цепях питания применяют высоковольтные керамические конденсаторы, боченочные КВКБ.

Стеклоэмалевые конденсаторы типа К21У и КС предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока. Они изготовляются на номинальное напряжение постоянного тока 500 в с емкостью от 10 до 1000 пф. У таких конденсаторов слои стекломали, чередуясь с тончайшими слоями серебра, спекаются при высокой температуре. Выводы от обкладок соединяются вместе на противоположных концах блоков (на одном четные, на другом нечетные).

Электролитические конденсаторы предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока. Особенностью электролитических конденсаторов является необходимость включения их с соблюдением полярности. Это объясняется тем, что диэлектриком служит тонкий слой окиси металла, который наносится на металлическую обкладку и имеет одностороннюю проводимость. В качестве второй обкладки используется жидкий или сухой электролит. Различают конденсаторы с алюминиевыми, танталовыми и другими анодами. Электролитические конденсаторы обладают большими емкостями при малых размерах конструкций. Электролитические конденсаторы применяют в сглаживающих

фильтрах выпрямителей, а также в качестве блокировочных. Изготавливаются конденсаторы типа КЭ и КЭГ (герметизированные), малогабаритные типа ЭМ, ЭМН, К50 и др. В качестве катодной пластины в конденсаторах ЭМ и ЭМН применяется оловянно-свинцовая фольга. Выпускаются также полярные сухие электролитические танталовые конденсаторы ЭТ, оформленные в цилиндрическом алюминиевом корпусе.

Конденсаторы переменной емкости состоят из одной или нескольких секций подвижных и неподвижных пластин с общей осью вращения, причем группа неподвижных образует статор, а подвижных — ротор. Пластины изготавливаются из алюминия или латуни. Диэлектриком в этих конденсаторах является воздух, обладающий наименьшими диэлектрическими потерями. Для группы контуров приемников и передатчиков с одинаковыми параметрами применяются блоки переменных конденсаторов, все роторы которых имеют одну общую ось. При вращении оси одновременно изменяется емкость всех конденсаторов блока.

Конденсаторы полупеременной емкости (подстроечные). Они применяются для точной подстройки емкости контура и имеют две обкладки. Изменение емкости производится с помощью шлица и отвертки. Промышленность выпускает подстроечные конденсаторы типа КПК (подстроечные с керамическим диэлектриком) с основанием из керамики (стеатит, радиофарфор). На основание (первая обкладка) наносится слой серебра, который и является статором. Второй обкладкой служит слой серебра, нанесенный на подвижный диск из конденсаторной керамики. Диск является диэлектриком.

На рис. 40 представлен внешний вид некоторых типов конденсаторов.

На принципиальных схемах значение емкости конденсатора указывается так: емкость до 10 000 *пф* — целым числом пикофард, а более 10 000 *пф* — десятичным числом микрофард. Так, например, цифра 50 в марке конденсатора означает 50 *пф*, а 0,05 и 0,5—0,05 и 5,0 *мкф*. Рабочее напряжение указывают в скобках (450 в).

Дроссели и трансформаторы высокой и низкой частоты широко применяются в судовой радиаппаратуре. Катушки индуктивности (дроссели высокой частоты) являются составными частями любых колебательных контуров, в которых они используются в качестве контурных катушек высокой и промежуточной частот и дросселей высокой частоты. По конструктивным признакам катушки разделяются на цилиндрические, спиральные, однослойные, многослойные с сердечником или без него, с постоянной или переменной индуктивностью. Катушку переменной индуктивности называют вариометром. Он выполняется в виде двух последовательно или параллельно соединенных катушек, одна из которых неподвижна (статор), а другая (ротор) может вращаться внутри нее. Небольшое изменение индуктивности (не более чем на $\pm 10\%$) в катушках может быть обеспечено приме-

нением подвижного магнитного сердечника из порошкообразного (карбонильного) железа. В зависимости от используемого металла и от примесей к нему сердечники подразделяются на альсиферовые, магнетитовые, карбонильные или ферритовые. Катушки с сердечниками имеют в 3—5 раз большую индуктивность, чем без них. Сердечник позволяет значительно уменьшить число витков и размер катушки. Промышленность преимущественно выпускает цилиндрические сердечники из карбонильного железа. Для снижения диэлектрических потерь в каркасе катушки его часто выполняют ребристым. В этом случае провод соприкасается с изолятором только на очень коротких отрезках, в основном же он



Рис. 40. Внешний вид конденсаторов типа:
1 — К50-3; 2 — МБГП; 3 — БМТ; 4 — КДК; 5 — КВГ

проходит по воздуху. Применение такого ребристого каркаса уменьшает собственную емкость катушки. При изготовлении катушки из толстого провода или из трубки можно обойтись без каркаса.

Трансформаторы низкой частоты подразделяются на входные, выходные, промежуточные и силовые. Промышленностью выпускаются унифицированные трансформаторы: анодные ТА, накальные ТН и анодно-накальные ТАН. К унифицированным низкочастотным трансформаторам относятся: оконечные и межкаскадные ТОТ и входные ТВТ.

Технология изготовления радиодеталей направлена по линии микроминиатюризации, цель которой — существенно уменьшить габариты, вес и потребление электроэнергии. От обычного объемного монтажа в радиоэлектронике все больше переходят к печатным схемам, а в последние годы появились такие конструкции, как модули, микромодули, тонкопленочные микросхемы.

Модулем (функциональным элементом) называется законченный элемент, выполняющий определенную функцию электрической схемы. Различают плоские и объемные модули. Отдельные

модули на платах со штырьками и выводами объединяются в блоки, из которых создается радиоаппаратура. В настоящее время широко применяются микромодульные блоки — конструктивно законченные изделия из микромодулей и других деталей. Микромодуль — это герметизированная конструкция, состоящая из микроэлементов и представляющая законченную схему части аппаратуры. Микроэлемент — элемент схемы (резистор, конденсатор и т. д.), установленный на микроплате и входящий в сборку микромодуля.

Тонкопленочные микросхемы состоят из электроизоляционной платы (подложки), на которую методом напыления наносятся элементы схемы из тонких пленок. Существуют также полупроводниковые интегральные схемы — одна из разновидностей микросхем.

§ 21. Устройство микрофонов

Микрофоны предназначены для преобразования энергии механических звуковых колебаний в электрические. По способу преобразования звука они подразделяются на электродинамические, конденсаторные, пьезоэлектрические и угольные. В судовых радиостанциях и командно-вещательных установках используются преимущественно электродинамические и угольные микрофоны. Основными параметрами их являются чувствительность, номинальный диапазон частот, неравномерность частотной характеристики, характеристика направленности и уровень собственных шумов.

На рис. 41 показано устройство электродинамического микрофона катушечного типа МК-38, представляющего собой приемник давления. В состав подвижной системы входит полистироловая куполообразная диафрагма 6 и катушка 7, состоящая из нескольких витков провода толщиной до 0,02 мм. Подвижная система с помощью гофрированного воротника 3, допускающего только осевое ее перемещение, крепится к верхнему фланцу 2 магнитопровода. Магнитопровод микрофона состоит из цилиндрического постоянного магнита 1, двух фланцев (верхнего 7 и нижнего 8) и керна 10. Между кернам и верхним фланцем имеется круговой паз с радиальным магнитным полем, в котором помещается катушка подвижной части микрофона. Шелковая ткань 4 закрывает воздушные каналы 5 и 9 микрофона. При воздействии энергии звуковых колебаний куполообразная диафрагма совершает колебания, при этом витки катушки, прикрепленные к диафрагме, пе-

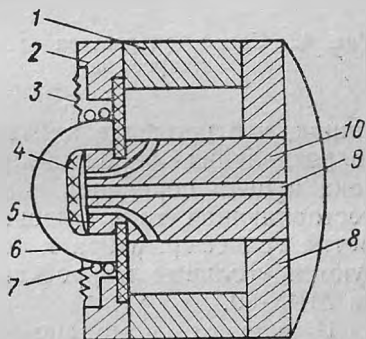


Рис. 41. Схема устройства электродинамического микрофона катушечного типа

ресекают магнитное поле, создаваемое постоянным магнитом, а в катушке наводится э. д. с., которая после ее трансформирования поступает на звуковой усилитель.

Угольные микрофоны имеют высокую чувствительность и используются в судовых радиостанциях. Действие таких микрофонов основано на изменении сопротивления угольного порошка под влиянием звуковых колебаний, возбуждающих мембрану. Мембрана микрофона *М* (рис. 42) — конической формы с гофрированными краями, жестко скреплена с подвижным электродом

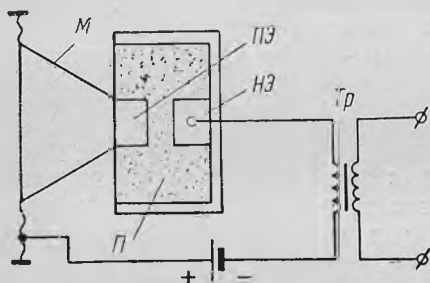


Рис. 42. Схема устройства угольного микрофона

ПЭ. Неподвижный электрод НЭ изолирован от основания микрофона и соединен с ним. Угольный порошок *П* засыпан в изолированную от корпуса угольную ячейку — пространство между подвижными и неподвижными электродами, ограниченное стенками корпуса. Если на мембрану воздействовать переменным звуковым давлением, то она начинает колебаться, а подвижный электрод — уплотнять или разрыхлять угольный порошок,

что приведет к изменению его сопротивления. Колебание сопротивления порошка приведет к появлению пульсирующего тока в цепи первичной обмотки трансформатора *Тр*. Переменная составляющая тока вызовет переменную э. д. с. во вторичной обмотке трансформатора и тока в линии. В радиостанциях используются угольные микрофоны типов МК-10 и МК-50, а также типа МРУ-60.

В судовых командно-вещательных установках применяется микрофон типа ДЭМШ-1А, который представляет собой симметричную электромагнитную систему с диафрагмой, открытой с обеих сторон. В данном случае звуковые давления с обеих сторон отличаются друг от друга только при близком и несимметричном положении источника звука. Звуковые колебания от удаленных источников звука даже при больших величинах звукового давления практически на мембрану не действуют. Следовательно, при близком и несимметричном расположении капсулы относительно рта говорящего обеспечивается высокий уровень полезного выходного напряжения при значительном ослаблении всякого рода шумов, имеющих в помещении.

§ 22. Устройство громкоговорителей

Громкоговорители служат для преобразования электрической энергии в звуковую и излучения ее в окружающую среду. Подводимая к громкоговорителю электрическая энергия вызывает

колебания механической подвижной системы. Излучающая поверхность этой системы приводит к появлению звуковых волн в окружающем воздухе. В зависимости от способа преобразования энергии звуковой частоты в энергию звукового излучения громкоговорители разделяются на электромагнитные, электродинамические и пьезоэлектрические, а в зависимости от способа излучения звуковых колебаний — на диффузорные (прямого излучения) и рупорные.

Промышленность изготавливает в основном электродинамические громкоговорители как наиболее простые и надежные системы воспроизведения звука, обладающие качественными показателями. Они бывают с постоянным магнитом и с подмагничиванием (электрическим возбуждением). Последние почти не выпускаются.

Номинальная мощность громкоговорителя характеризует наибольший уровень мощности, при котором величина вносимых громкоговорителем нелинейных искажений не превышает допустимых пределов.

Электродинамические диффузорные громкоговорители (рис. 43) состоят из двух основных систем — магнитной и колебательной. В состав магнитной системы входит кольцевой постоянный магнит *КМ* и магнитопровод, состоящий из переднего *Н* и заднего *М* фланцев и центрального керна *ЦК*. В центре переднего фланца имеется круглое отверстие, в которое входит kern. Между керном и краями отверстия образуется радиальное магнитное поле, в котором находится звуковая катушка *ЗК*.

Колебательная система громкоговорителя состоит из конической диафрагмы *КД* и звуковой катушки *ЗК*. Последняя устанавливается точно в середине зазора с таким расчетом, чтобы она могла перемещаться вдоль центрального стержня, не касаясь накладки. Звуковая катушка имеет несколько десятков витков провода ПЭЛ диаметром 0,15—0,2 мм, намотанных в один-два слоя (сопротивление катушки от 2 до 12 ом).

Выводы от катушки сделаны из изолированного многожильного провода. Край диффузора гофрированы и укреплены на металлическом кольце корпуса (диффузородержателе). Как только в катушке появится ток, вокруг нее возникает магнитное поле, ко-

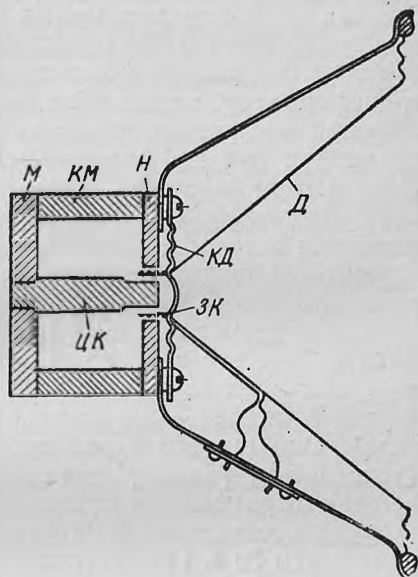


Рис. 43. Устройство электродинамического громкоговорителя с постоянным магнитом

торое взаимодействует с полем магнита. При одном направлении тока катушка будет выталкиваться из зазора, а при другом — втягиваться в него.

Во время прохождения через катушку переменного тока низкой частоты она вместе с диффузором D будет колебаться в зазоре в такт изменению тока.

Следует помнить, что звуковая катушка электродинамического громкоговорителя имеет сопротивление в несколько ом, т. е. рассчитана на работу при малых напряжениях. Поэтому включать ее непосредственно в анодную цепь выходного каскада нельзя. Она включается только через понижающий выходной или согласующий трансформатор, входящий в комплект громкоговорителя. Для расширения воспроизводимого диапазона в области высших частот применяют два диффузора (большой и малый), жестко связанные с цилиндром звуковой катушки. В области низких и средних частот оба диффузора совершают колебания как одно целое, и оба являются источником излучения: на высоких частотах излучателем служит только нижний диффузор, а большой выполняет роль отражателя.

Электродинамические диффузорные громкоговорители применяются в качестве абонентских для сетей вещания (преимущественно в закрытых помещениях), а также для комплектования групповых излучателей — звуковых колонок и радиальных громкоговорителей. Они широко используются в бытовой радиоаппаратуре (телевизоры, радиоприемники и магнитофоны). Для судового радиовещания применяется громкоговоритель типа ГР-9 (рис. 44, а) с полосой воспроизводимых частот 150—6000 гц и номинальным напряжением 30 в. Громкоговоритель ГР-9 может включаться в двух- и трехпроводные линии. Для получения необходимой громкости передачи, а также уровня внешних шумов он может быть включен на мощности 2,0; 1,0; 0,5 и 0,1 в.а (переключается один из концов на контактной колодке). Регулятор громкости позволяет изменять громкость от максимума до нуля. При включении в трехпроводные линии громкость передачи команд максимальная и не зависит от положения регулятора. Громкоговоритель смонтирован в пластмассовом корпусе, в котором размещены головка, трансформатор, автотрансформатор, переключатель и контактная колодка.

При установке громкоговорителя ГР-9 «утопленным» в стену применяется его модификация — громкоговоритель ГР-8, который снабжается отдельным регулятором громкости РГ-С с автотрансформатором на мощности 2; 1; 0,5; 0,25 и 0,1 в.а.

На некоторых судах используются также абонентские громкоговорители других типов мощностью от 0,5 до 4 в.а (типа 0,5ГД, 1ГД, 2ГД и 4ГД) с согласующим трансформатором. Для звукоусиления в больших закрытых помещениях и на открытых пространствах (например, палуба судна) могут быть применены звуковые колонки и радиальные громкоговорители. Звуковые колонки состоят из нескольких диффузорных громкоговорителей, распола-

гаемых вертикально в один или два ряда на фронтальной доске с закрытым кожухом. Они изготавливаются мощностью от 8 до 100 в. Звуковая колонка типа 8КЗ-1 имеет четыре двухваттных громкоговорителя (головки) типа 2ГД, установленных в один ряд. В колонке типа 10КЗ-1 восемь громкоговорителей, размещенных в два ряда на щите под углом 120° .

В радиальных громкоговорителях диффузорные головки типа 4ГД или 10 ГД установлены в общем кожухе и расположены симметрично по окружности с наклоном под углом 35° . Для достижения наиболее равномерного распределения звуковой энергии по

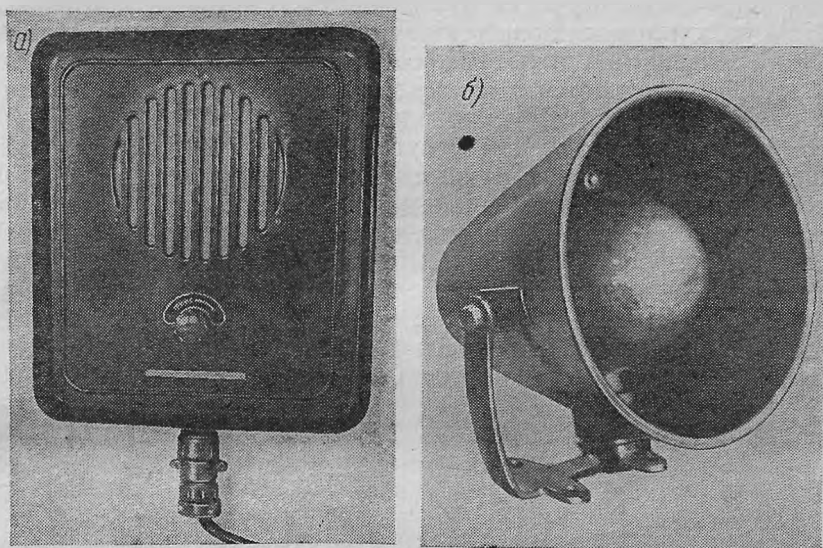


Рис. 44. Электродинамические громкоговорители:
а — ГР-9; б — ГР-1

озвучиваемой площади под кожухом излучателя монтируется специальный рассеиватель — дефлектор.

Рупорные громкоговорители в отличие от диффузорных снабжены диафрагмой, скрепленной со звуковой катушкой и примыкающей к ней акустической камерой. Последняя сочленена с рупором различной формы, что позволяет осуществлять акустическую трансформацию звукового давления, развиваемого диафрагмой.

В судовых командно-вещательных установках используется рупорный громкоговоритель типа ГР-1 (рис. 44, б), который может быть включен на мощность звуковой частоты 10; 5; 3 или 1 в.а (перепаяивается провод на вставке разъема). Исполнение громкоговорителя — водозащищенное. Он состоит из головки, согласующего трансформатора, свернутого рупора и разъема. В го-

ловку входит магнитная цепь с постоянным магнитом, подвижная система и предрупорная камера с грибком. Подвижная система состоит из мембраны, выполненной из прессованного текстолита и звуковой катушки, намотанной на перкалевом каркасе. Для защиты системы от воздействия резких перепадов давления в цилиндрическом отверстии предрупорной камеры сделан специальный лабиринт, а на торцовой плоскости керны магнитной цепи установлен демпфер. Детали рупора отлиты из алюминиевого сплава. Рупор состоит из наружной и внутренней разъемной секций. В камере последней с помощью резьбового прилива у входного отверстия рупора укреплен головка громкоговорителя, а на ее нижнем фланце — согласующий трансформатор.

На судах применяются также рупорные громкоговорители типов 10ГРД-5, 25ГРД и 50ГРД, соответственно мощностью 10, 25 и 50 *вт*. Они отличаются от громкоговорителей ГР-1 конструкцией, но электрические схемы у них одинаковые.

На небольших судах, где отсутствуют командно-вещательные установки, используются ручные электромегафоны типа ЭМ-2. Конструктивно они выполнены в виде укороченного рупора, к горловине которого примыкает небольшой прямоугольный корпус. В электромегафоне объединены микрофон, усилитель и динамический рупорный громкоговоритель. Питание его осуществляется от батарей типа КСБ-Х — 0,70, рассчитанных на 1,5 ч непрерывной работы. При выходной мощности 4 *в·а* электромегафон обеспечивает передачу до 100 *м*. Частотный диапазон его 300—3000 *гц*, вес 2,8 *кг*.

Глава V

ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ СУДОВЫХ РАДИОСТАНЦИЙ

По Правилам Речного Регистра РСФСР на судах речного флота используется как переменный, так и постоянный ток. Все более широкое применение находит трехфазный переменный ток напряжением 380 *в*, вырабатываемый синхронными генераторами.

Некоторые судовые электрические сети имеют переменное напряжение 110, 127, 220 *в* с частотой 50 *гц*, а также постоянное напряжение 24, 110 и 220 *в*. Исходя из разнообразия судовых первичных источников тока для питания судовых радиостанций и командно-вещательных установок требуется обеспечивать различные виды его преобразования: переменного тока в постоянный — выпрямление, переменного тока одной частоты в переменный ток другой частоты — преобразование частоты и постоянного тока в переменный — инвертирование. Преобразование тока на судах осуществляется при помощи электромашинных преобразователей, а также при помощи статических преобразователей (выпрямителей, преобразователей частоты и инверторов). Для уменьшения

веса и габаритов преобразователей, содержащих магнитопроводы из магнитомягких материалов, широкое применение для питания судовой радиоаппаратуры получил переменный ток частоты более высокой, чем промышленная частота 50 гц (преимущественные частоты 427 и 400 гц).

В качестве аварийного питания более широко используются щелочные аккумуляторы.

§ 23. Электромашинные преобразователи

Преобразователь типа АЛА состоит из трехфазного асинхронного двигателя и синхронного генератора. Он преобразует переменный трехфазный ток напряжением 127, 220 или 380 в с частотой 50 гц в однофазный напряжением 230 или 115 в с частотой 427 гц. В зависимости от мощности и величины тока и напряжения сети питания преобразователи имеют двенадцать модификаций, из которых шесть с мощностью генератора 1,5 кВт и шесть с мощностью 3 кВт. Для питания радиостанций применяются преобразователи типа АЛА-1,5М.

В комплект преобразователя АЛА входят также магнитный пускатель, блок дистанционного кнопочного управления двигателем, блок компенсации регулирования, блок управления генератором.

Преобразователь типа АЛП состоит из двигателя постоянного тока и синхронного однофазного генератора. Он предназначен для преобразования постоянного напряжения сети 110 или 220 в в однофазное напряжение 115 или 230 в частотой 427 гц. В зависимости от мощности генератора, величины тока и напряжения питающей сети преобразователи имеют восемь модификаций, из которых четыре с мощностью генератора 1,5 кВт и четыре с мощностью 3,5 кВт.

В судовых радиостанциях применяются преобразователи типа АЛП-1,5М.

Преобразователь типа МГЛ собран по схеме двигатель — генератор. Он преобразует постоянный ток напряжением 220, 110 и 24 в в переменный однофазный напряжением 115 в с частотой 400 гц. В зависимости от напряжения питания преобразователи имеют шифр: МГЛ-А на 220 в; МГЛ-Б — на 110 в и МГЛ-В — на 24 в. Мощность генератора 1,3 кВт.

Преобразователь типа АМГ-3 одноякорный, четырехполюсный с шунтовым возбуждением. Он преобразует постоянный ток напряжением 220 в (АМГ-3А) или 110 в (АМГ-3Б) в однофазный переменный напряжением 110 в с частотой 50 гц. Мощность, потребляемая преобразователем от сети, составляет 990 вт при номинальном токе нагрузки генератора 9,85 а. Охлаждение преобразователя осуществляется вентилятором, посаженным на его вал. Пуск его производится включением сетевого выключателя.

Преобразователь типа ПО-300А — одноякорный, двухполюсный, общий для двигателя и генератора. Он преобразует постоянный ток напряжением 24 в в переменный однофазный ток 50 гц напряжением 110 в.

Преобразователь типа ПО-550 — одноякорный двухполюсный со смешанным (компаундным) возбуждением и с одной якорной обмоткой, общей для двигателя и генератора. Он преобразует постоянный ток напряжением 220 (ПО-550АФ) или 110 в (ПО-550Ф) в однофазный переменный напряжением 127 в с частотой 50 гц и мощностью по переменному току 550 вт.

Преобразователь типа ПО-750 — одноякорный двухполюсный со смешанным (компаундным) возбуждением и с одной якорной обмоткой, общей для двигателя и генератора. Он преобразует постоянный ток напряжением 27 в в однофазный переменный ток напряжением 115 в с частотой 427 гц и мощностью по переменному току 750 вт.

Преобразователь типа ОП-120 — одноякорный с шунтовым возбуждением, с двухполюсной магнитной системой, общей для постоянного и переменного тока. Он преобразует постоянный ток в переменный напряжением 127 в с частотой 50 гц. Этот преобразователь различается на: ОП-120Ф1 (постоянное напряжение 110 в), ОП-120Ф2 (постоянное напряжение 220 в) и ОП-120Ф3 (постоянное напряжение 24 в).

Преобразователь типа МА-100М — одноякорный. Он преобразует постоянный ток напряжением 27 в в переменный напряжением 127 в, с частотой 400 гц. Номинальная мощность его 100 вт.

Умформеры являются разновидностью одноякорных преобразователей. Они преобразуют только постоянный ток (нижнего напряжения в высшее и иногда наоборот) и используются преимущественно для питания анодных цепей передатчиков и приемников.

Умформеры бывают двух-, трех- и четырехколлекторные. В судовых радиостанциях применяются двухколлекторные умформеры типа РУ-11 и У-18-2. В них одна обмотка генератора и одна двигателя со своими коллекторами. Умформеры вырабатывают высокое напряжение 220 в с током нагрузки 50—70 ма при питании со стороны низкого напряжения 12 в (РУ-11Б), 26 в (РУ-11А) и 27 в (У-18-2).

Умформер типа РУН-120 двухколлекторный одноякорный. Он преобразует ток высокого напряжения (110 в) в низкий (20 в) с током нагрузки 5 а.

Умформеры типа РУК-300 и У-600 трехколлекторные одноякорные. В умформере РУ-300 первичная обмотка питается от низкого напряжения 26 в, а с двух вторичных обмоток снимаются напряжения по 750 в. Коллекторы вторичных обмоток соединены последовательно, поэтому с умформера может сниматься также напряжение 1500 в. Ток потребления низкого напряжения равен 21 а.

Умформер У-600 имеет на коллекторах высокое напряжение 400 и 750 в при питании от сети напряжением 27 в и токе потребления 32 а.

Умформер типа УР-150 четырехколлекторный. На двух его коллекторах высокого напряжения снимаются соответственно 300 и 150 в при питании от сети низкого напряжения 24 в. В умформере есть третья генераторная обмотка низкого напряжения 13 в. Это напряжение используется в самом умформере для работы угольного регулятора напряжения.

§ 24. Статические преобразователи

Выпрямители являются одной из разновидностей статических преобразователей, используемых при питании различных цепей в передатчиках и приемниках судовых радиостанций.

Полупроводниковый выпрямитель состоит из питающего трансформатора, неуправляемых вентилях (германиевого, кремниевого селенового или купроксного) и фильтра. В схемах питания радиостанций чаще всего используются однофазная и трехфазная мостиковые схемы выпрямления. Однофазная мостовая схема выпрямления состоит из четырех вентилях, а трехфазная — из шести. В блоках питания судовых радиостанций выпрямители собираются преимущественно из германиевых диодов типов Д205, Д215, Д226, Д242 и Д1009.

В схемах полупроводниковых выпрямителей в последнее время стали применять тиристоры — управляемые кремниевые вентили. Тиристор допускает прямой ток до 100—200 а при обратном напряжении до 1000 в и времени отпирания и восстановления управляемости после пропуска тока 10—25 мк·сек.

Полупроводниковые преобразователи постоянного напряжения (рис. 45) состоят из источника постоянного тока, автогенератора, усилителя мощности, выпрямителя, сглаживающего фильтра и нагрузки.

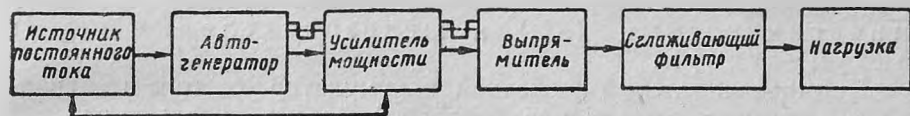


Рис. 45. Блок-схема полупроводникового преобразователя напряжения

сглаживающего фильтра. Элементы схемы, в которых происходит преобразование постоянного тока в переменный, называют также инверторами.

В качестве источников постоянного тока в преобразователях в основном применяют аккумуляторные батареи с напряжением от 2,4 в до 24 в или низковольтную судовую сеть.

Автогенератор представляет собой генератор прямоугольных импульсов с самовозбуждением, собранный на транзисторах.

С помощью автогенератора энергия источников постоянного тока преобразуется в энергию прямоугольных импульсов, которая далее посредством магнитного поля (трансформаторной связи) передается в выпрямитель. После выпрямления и сглаживания пульсаций полученное высокое постоянное напряжение подается на нагрузку.

Для обеспечения прерывания постоянного тока в первичной обмотке трансформатора используются транзисторы, работающие в ключевом режиме, переводящие схему из состояния «включено» в состояние «выключено». Если мощность преобразователя превышает 50—100 вт, то применяют преобразователь, содержащий усилитель мощности на одном или нескольких параллельно включенных транзисторах. Выпрямители преобразователя собираются преимущественно из германиевых диодов.

Полупроводниковые преобразователи используются в блоках питания радиостанций «Линда-М» и командно-вещательной установке «Унжа».

§ 25. Аккумуляторы и гальванические элементы

Аккумуляторы (накопители) служат для накопления электрической энергии путем превращения ее в химическую с обратным преобразованием по мере надобности. В аккумуляторе происходит два процесса: заряд, при котором ему сообщают необходимое количество электроэнергии (в результате электролиза химическое состояние пластин изменяется и между ними появляется разность потенциалов), и разряд, во время которого от заряженного аккумулятора берут электроэнергию. Процессы заряда и разряда аккумулятора могут быть повторены много раз, поэтому аккумуляторы называют источниками тока многократного действия.

В качестве аварийных источников питания судовой радиоаппаратуры широкое распространение получили щелочные кадмиевоникелевые (КН) и железоникелевые (ЖН) аккумуляторы.

Кадмиевоникелевый щелочной аккумулятор состоит из сварного железного корпуса прямоугольной формы, положительных и отрицательных пластин с активной массой и электролита. Активная масса заключена в стальные перфорированные пакеты (ламели).

У обоих типов аккумуляторов (КН и ЖН) в положительных пластинах применяется одинаковая активная масса — гидрат окислов никеля. В заряженном состоянии она представляет собой гидрат окиси никеля, а в разряженном — гидрат закиси никеля.

У железоникелевых аккумуляторов активная масса отрицательных пластин состоит из железа, а у кадмиевоникелевых — из смеси кадмия с железом. Номинальное напряжение щелочного аккумулятора равно 1,25 в. Щелочные аккумуляторы выпускают-

ся заводом без электролита. Они заливаются на месте установки раствором едкого калия или едкого натрия.

В обозначении аккумуляторов первая цифра указывает на число аккумуляторов в батарее, соединенных последовательно, буквы после нее: Н — накаливая, А — анодная, ЖН — железоникелевый, КН — кадмиевоникелевый, Ф — для переносных фонарей, цифра после букв — емкость аккумуляторов в ампер-часах, буква М — наличие съемной крышки. Например, 4НКН-60М означает, что батарея состоит из четырех кадмиевоникелевых аккумуляторов емкостью 60 а·ч, со съемной крышкой, батарея предназначена для питания цепей накала.

Для питания судовых радиостанций применяются преимущественно аккумуляторы типов НКН-60 и НКН-100.

Кислотные аккумуляторы для питания судовой радиоаппаратуры находят ограниченное применение, главным образом, при напряжении сети 24 в. При этом используются стартерные аккумуляторы.

Кислотный аккумулятор состоит из бака, положительных и отрицательных пластин, сепараторов и электролита.

Положительные пластины отливают из чистого свинца. Отрицательная пластина изготавливается в виде тонкой плоской коробки, внутрь которой закладывается активная масса из свинцовой пыли, замешанной на серной кислоте. На заводе пластины аккумулятора подвергаются специальной электрической обработке (формовке). В качестве электролита используется раствор серной кислоты. Номинальное напряжение кислотного аккумулятора равно 2 в.

Стартерные аккумуляторные батареи собирают в эбонитовых или пластмассовых моноблоках.

В обозначении кислотных аккумуляторов первая цифра указывает количество аккумуляторов в батарее, соединенных последовательно, две первые буквы после цифры — назначение аккумуляторов (СТ — стартерные, РН — радионакальные, РА — анодные), следующая буква — материал сосуда (Э — эбонитовый, П — пластмассовый), цифра после букв — емкость аккумуляторов в ампер-часах. Например, 6СТЭ-128 означает, что батарея из шести аккумуляторов стартерного типа в эбонитовом баке, емкостью 128 а·ч.

Для питания радиоизмерительной аппаратуры транзисторных приемников и т. д. применяются малогабаритные герметизированные никелькадмиевые аккумуляторы, которые отличаются высокой удельной емкостью, большой механической прочностью и малым внутренним сопротивлением. Никелькадмиевые аккумуляторы выпускаются дисковыми (Д-0,06; Д-0,07; Д-0,12; Д-0,2) и цилиндрическими (ЦНК-02; ЦНК-0,45; ЦНК-085). Малогабаритные аккумуляторы можно объединить в батареи (БД-0,07; 7Д-0,1; 5ЦНК-0,2). Обозначение этих аккумуляторов складывается из цифры, определяющей количество аккумуляторных элементов, буквы, характеризующей тип аккумулятора (Д —

дисковый, ЦНК — цилиндрический, никелькадмиевый), и цифры, указывающей емкость батареи в ампер-часах. Срок службы герметизированных аккумуляторов исчисляется в 100—300 зарядо-разрядных циклов.

Гальванические элементы являются первичными источниками тока однофазового действия. Для электропитания переносных радиостанций и приемников на флоте используются сухие гальванические элементы марганцево-цинковой системы.

Положительным электродом у таких гальванических элементов является уголь, но он играет пассивную роль токоотвода, а активным материалом положительного электрода является двуокись марганца, окружающая угольный электрод. В пространстве между двуокисью марганца и стенками цинкового сосуда размещается раствор нашатыря, загущенный клейстеризующим веществом. Если в качестве деполяризатора используется не только двуокись марганца, но и кислород воздуха, поступающий внутрь элемента через специальные отверстия, то такие элементы называются воздушно-марганцево-цинковыми (ВМЦ).

В обозначении гальванических элементов и батарей первая цифра указывает начальное напряжение, а последняя — емкость в ампер-часах. Одна или две буквы после первой цифры означают: А — анодная, Н — накальная, Ф — фонарная, буквы МЦ или Ц — элементы марганцевоокислые. Например, гальванический элемент типа 1,3-НВМЦ-250 имеет напряжение 1,3 в и емкость 250 а·ч.

Для питания малогабаритных приемников, электромегафонов и измерительной аппаратуры широко применяются марганцево-цинковые элементы типа 1,6ФМЦ-3,2 («Сатурн»), 1,3-ФМЦ-0,25 (ФБС-0,25), 3,7-ФМЦ-0,5 (КБС-Л-0,5) и батарея «Крона-1», набранная из марганцево-цинковых элементов (напряжение 9 в, ток разряда 11 ма). Применяются также окиснортутные элементы с цинковыми анодами типа ОР-1к (напряжение 1,25 в, емкость 0,2 а·ч) и ОР-2к (напряжение 1,25 в, емкость 0,5 а·ч).

Глава VI

АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА

§ 26. Типы и конструкции судовых антенн

Большинство типов судовых антенн по способу питания относятся к несимметричным антеннам. К зажиму «Антенна» передатчика присоединяют собственно антенну, а второй зажим передатчика соединяют с заземлением (рис. 46, а) или противовесом (рис. 46, б). У всех несимметричных антенн, расположенных близко к поверхности земли, основные потери происходят в полупроводниковых средах (морская вода, толща земной поверхности). В них, как в полупроводниках, под воздействием поля

антенны возникают токи проводимости и смещение, на образование которых расходуется часть энергии антенн. Благодаря хорошо выполненному заземлению основная часть тока, замыкающегося через землю, проходит не непосредственно по земле, а по проводам, обладающим небольшим сопротивлением. Чтобы уменьшить сопротивление потерь обратного провода, заземления и противовесы выполняются из металла, хорошо проводящего ток, чтобы через них замыкалась большая часть тока антенны. В качестве заземления для судовых радиостанций используется корпус судна.

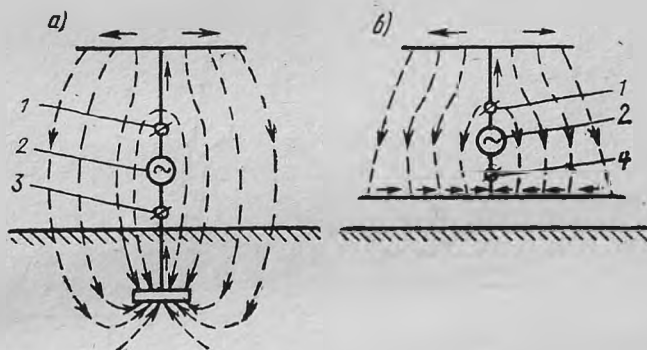


Рис. 46. Прохождение антенного тока в схемах:

а — с заземлением; б — противовесом; 1 — клемма подключения антенны; 2 — передатчик; 3 — клемма «земля»; 4 — клемма «противовес»

Противовес применяется в передвижных и береговых станциях, когда трудно осуществить заземление. Противовес представляет собой несколько параллельных или радиально расходящихся от основания проводов, размещенных на небольшой высоте под антенной (1,5—4 м) и присоединяемых к соответствующему зажиму передатчика.

На судах антенны располагают возможно дальше от металлических надстроек, тросов, оттяжек и мачт во избежание излишних потерь энергии и искажения диаграммы излучения.

Для коротковолновой и средневолновой связи на судах используются главным образом одно- и многолучевые Г- и Т-образные антенны, антенна «наклонный луч», цилиндрическая антенна и вертикальный луч (штырь).

Лучевые антенны изготавливаются из медного или бронзового многопроволочного каната, подвешенного между мачтами судна. Для изоляции лучей антенны применяют специальные изоляторы.

В зависимости от условий лучи могут крепиться жестко или на блоках. Снижение выполняется из того же каната, что и антенна. Лучи снижения могут свиваться около вертикальной части антенны (антенного полотна) или спускаться вниз порознь. Схема подвеса лучевых антенн изображена на рис. 47.

Г-образная антенна (рис. 47, а и б) представляет собой систему, состоящую из двух проводов (горизонтального и вертикального); она обладает незначительным направленным действием и дает максимум излучения в сторону вертикальной части и максимум приема с той же стороны. Применяются одно-, двух- и трехлучевые антенны. При использовании этих антенн с радиостанциями

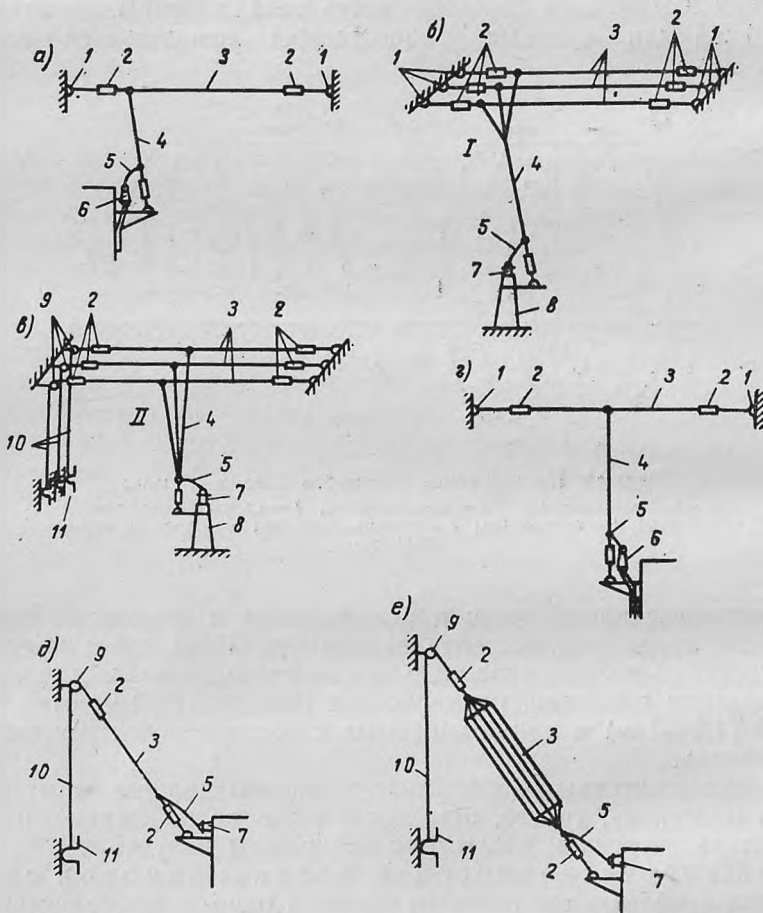


Рис. 47. Подвес лучевых антенн:

1 — гак или обушок; 2 — изоляторная цепочка; 3 — луч антенны; 4 — снижение; 5 — перемычка на ввод; 6 — оконечная муфта; 7 — антенный ввод; 8 — колонка ввода; 9 — блок; 10 — подъемный фал; 11 — утка

«Иртыш» и «Линда-М» длина их горизонтальной части составляет от 12 до 21 м.

Т-образная антенна (рис. 47, в и г) отличается от Г-образной тем, что снижение берется от середины горизонтального провода. Горизонтальная часть антенны по отношению к протекающему току эквивалентна двум проводам, соединенным параллельно

В горизонтальной плоскости антенна направленностью не обладает. Т-образные антенны применяются преимущественно при работе на средневолновом диапазоне (радиостанции Р-807, Р-805Р, «Ерш» и др.), а также с радиостанцией «Иртыш» — в коротковолновом.

У наклонной антенны (рис. 47, *д*) один конец провода подвешивается к мачте или высокорасположенным выступающим частям верхнепалубных устройств судна, а другой подводится к радиорубке. Длина антенны 12—15 м. Такая антенна излучает наибольшее количество энергии в сторону, противоположную своему наклону.

Цилиндрическая многолучевая антенна (рис. 47, *е*) — это наклонная антенна, у которой шесть или восемь лучей расположены по образующей цилиндра, что достигается креплением их к специальным кольцам. В начале и в конце все лучи собираются вместе. Многолучевые антенны применяются на крупных судах смешанного плавания река-море, а также на малых по длине (при небольшом разnose) мачтах для увеличения собственной длины волны антенны.

Вертикальная антенна представляет собой металлический составной штырь или вертикальный провод. Штырь изготавливается высотой 4; 6 и 10 м. Четырехметровая антенна используется только как приемная. Шести- и десятиметровые антенны имеют шарнир, позволяющий при необходимости «заваливать» ее. Действующая высота вертикальной антенны равна примерно половине ее геометрической высоты. Для увеличения ее на конец штыря иногда надевают звездочку или метелку. При этом емкость верхнего конца штыря по отношению к земле увеличивается, и ток в нем не будет равен нулю, а будет иметь некоторую величину.

На речных судах начали применять низкорасположенные антенны. В качестве их устанавливаются Г-образные антенны, подвешиваемые на низких (2—3 м) стойках.

Квадратная незаземленная антенна является модификацией Г-образной, горизонтальная часть которой с целью уменьшения занимаемой площади свернута в квадрат. Антенна подвешена на четырех стойках. Диагональ квадрата приблизительно равна $0,08\lambda$, а высота подвеса $0,008\lambda$ (λ — максимальная рабочая волна диапазона).

Диаграмма направленности квадратных антенн в горизонтальной плоскости близка к круговой. Квадратные антенны могут быть и четырехугольными.

На рис. 48 показана конструкция одной половины Г- или Т-образной антенны. Лучи и снижение антенны могут быть выполнены из антенного каната марок ПАМ (провод антенный, медный), ПАМГ (провод антенный, медный, гибкий), ПАБ (провод антенный, бронзовый). Изоляторы, как правило, применяются двух типов: палочные и такелажные. Подвешенная на судне лучевая антенна имеет большое количество трущихся контактов, которые могут создавать значительные помехи радиоприему. Для предот-

вращения этого контакты шунтируют перемычками (разъемами) и соединяют с корпусом судна (заземляют). Перемычки подключают специальными клеммами и наконечниками.

В ультракоротковолновом диапазоне применяют симметричные горизонтальные и вертикальные вибраторы, а также несимметричные вертикальные вибраторы.

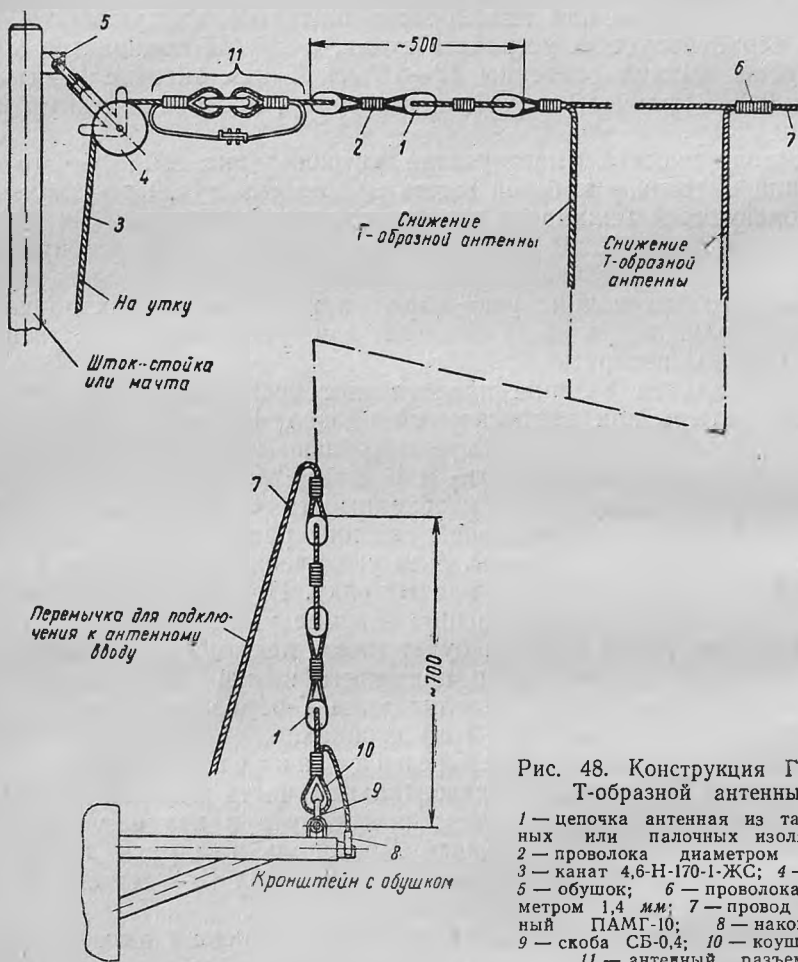


Рис. 48. Конструкция Г- или Т-образной антенны:

- 1 — цепочка антенная из такелажных или палочных изоляторов;
- 2 — проволока диаметром 1 мм;
- 3 — канат 4,6-Н-170-1-ЖС;
- 4 — блок;
- 5 — обушок;
- 6 — проволока диаметром 1,4 мм;
- 7 — провод антенный ПАМГ-10;
- 8 — наконечник;
- 9 — скоба СБ-0,4;
- 10 — коуш С-0,4;
- 11 — антенный разъем

На судах используются антенны, входящие в комплект радиостанций.

Несимметричный вертикальный вибратор (рис. 49), применяемый в радиостанции «Кама-С», состоит из двух труб (внутренней и внешней), закороченных сверху металлической заглушкой. В верхней части трубы закреплены противовесами. В нижней части трубы разделены изолятором. К внутренней трубе крепится колпак и разъем для подключения высоко-

кочастотного кабеля. Для согласования антенны с высокочастотным кабелем внутри трубы размещен согласующий трансформатор, выполненный из коаксиального кабеля РК-50. Внешняя труба заканчивается фланцем с кронштейном для крепления к мачте.

Антенна грозозащитная. Внешняя труба, фланец и кронштейн представляют общую металлическую конструкцию и при установке на металлической опоре надежно заземляются.

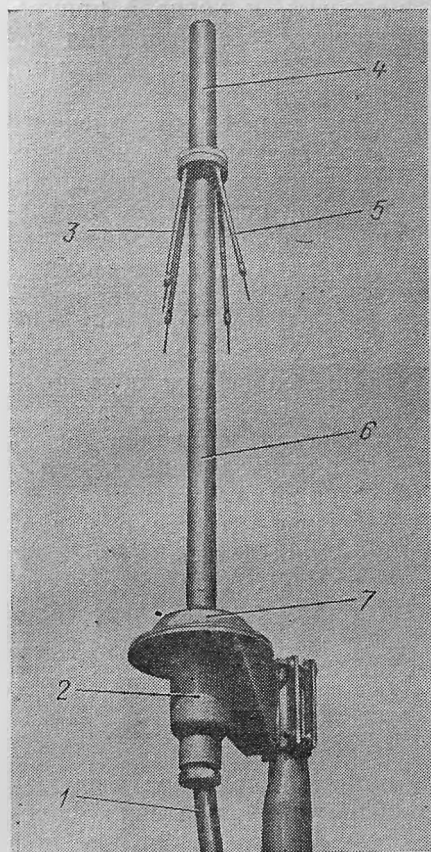


Рис. 49. Антенна типа несимметричный вибратор радиостанции «Кама-С»:

1 — высокочастотный кабель; 2 — фланец с кронштейном; 3 и 5 — противовесы; 4 — заглушка; 6 — внешняя и внутренняя трубы; 7 — изолятор

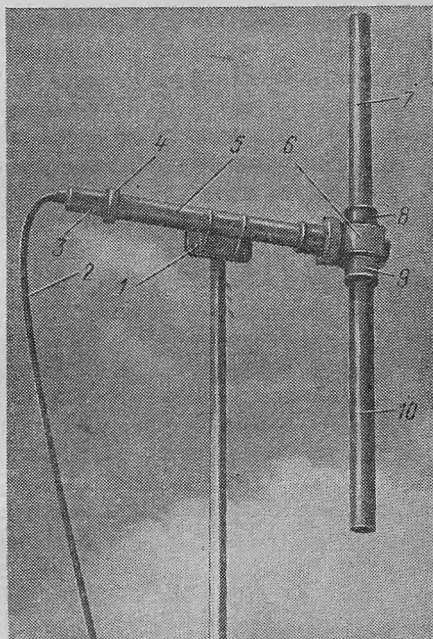


Рис. 50. Антенна типа симметричный вибратор радиостанции Р-609МЛ:

1 — кронштейн; 2 — высокочастотный кабель; 3 — трубы вибратора; 4 — фланцы; 5 — симметрирующий стакан; 6 — тройник; 7 и 10 — колпаки; 8 и 9 — изоляторы

Полуволновой симметричный вибратор (рис. 50) применяется в радиостанции Р-609МЛ и состоит из двух металлических труб. Для равномерного возбуждения плеч вибратора применяется симметрирующий «стакан» — полый металлический цилиндр, накоротко подсоединенный к металлической оболочке коаксиального кабеля, проходящий внутри его. По длине он равен четверти длины волны середины диапазона.

Дискоконусная антенна (рис. 51), применяемая в радиостанциях Р-609МЛ и Р-800РФ, представляет собой конус, образованный гибкими металлическими стержнями. В последних выпусках станции они опираются на кольцо, крепящееся к основанию антенны четырьмя стержнями. Вершиной конуса служит головка, к которой прикрепляются стержни. Над головкой укреплен фасонный керамический изолятор, отделяющий ее от диска, с вырезанными секторами, расположенными перпендикулярно оси конуса. В центре конуса проходят две концентрические металлические трубки, наружная связана с конусом, а внутренняя — с диском. К ним с помощью фишки подключаются центральная жила и наружная оболочка высокочастотного кабеля.

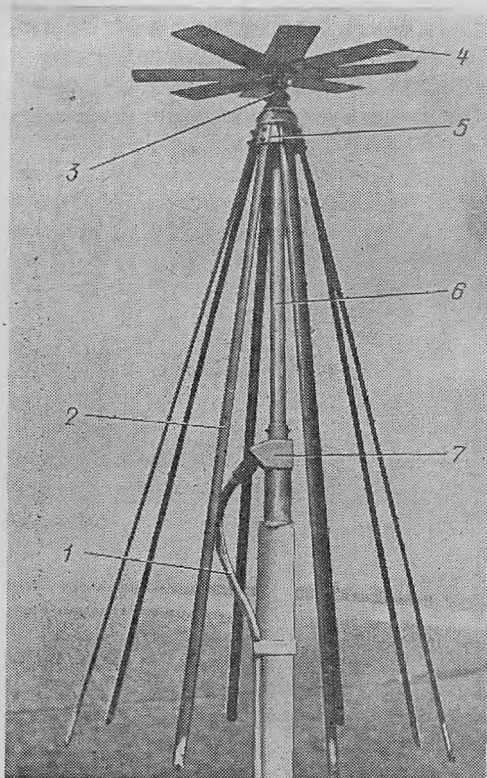


Рис. 51. Дискоконусная антенна радиостанции Р-609МЛ:

1 — высокочастотный кабель; 2 — металлические стержни антенны; 3 — керамический изолятор; 4 — металлический диск с вырезанными секторами; 5 — головка; 6 — металлические трубки; 7 — фишка

Антенна типа «Крыло» используется в радиостанциях типа Р-800РФ (рис. 52). Она выполнена в форме крыла (пустотелого вибратора) из омедненной листовой стали. Своим основанием оно насажено на текстолитовый изолятор. Через отверстия в середине щек изолятора выпущены «усы» — ленточки, сплетенные из тонкой медной проволоки и присоединенные к корпусу крыла. В основании изолятора имеется фишка с гнездом для подключения к ней высокочастотного кабеля. Для луч-

шего согласования антенны с кабелем к основанию крепятся наклонные противовесы, изготовленные из алюминиевых или медных труб диаметром 12 мм и длиной 690 мм. Антенна крепится к мачте при помощи кронштейна.

Цилиндрическая антенна с горизонтальными противовесами (рис. 53) применяется в радиостанции Р-609МЛ варианта 24 в. По своему устройству аналогична антенне для радиостанции «Кама-С».

Все представленные УКВ антенны имеют круговую характеристику излучения в горизонтальной плоскости. Непременными требованиями при установке являются удаление антенны от металлических предметов (мачт, вант, массивных стоек и т. д.) на расстояние свыше 1,25λ и подъем на возможно большую высоту.

Лучшими местами установки являются топ мачты и нок реи.

В настоящее время проводят эксплуатационные испытания кольцевой щелевой

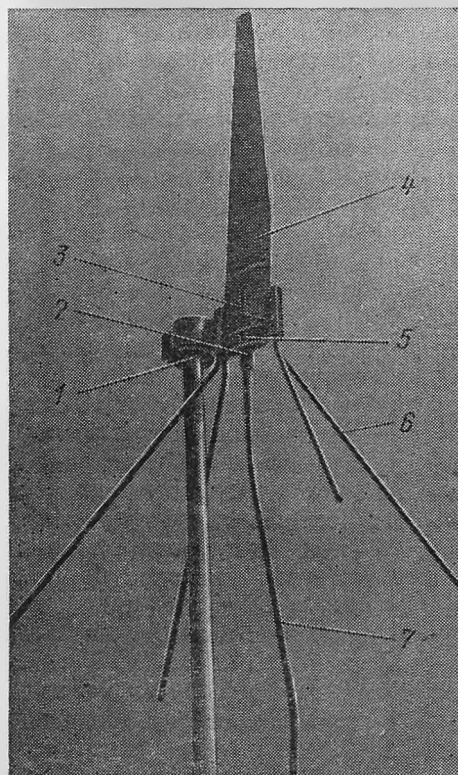


Рис. 52. Антенна типа «Крыло» радиостанции Р-800РФ:

1 — кронштейн; 2 — фишка с гнездом; 3 — ленточки из медной проволоки; 4 — крыло (пустотелый вибратор); 5 — текстолитовый изолятор; 6 — противовесы; 7 — высокочастотный кабель

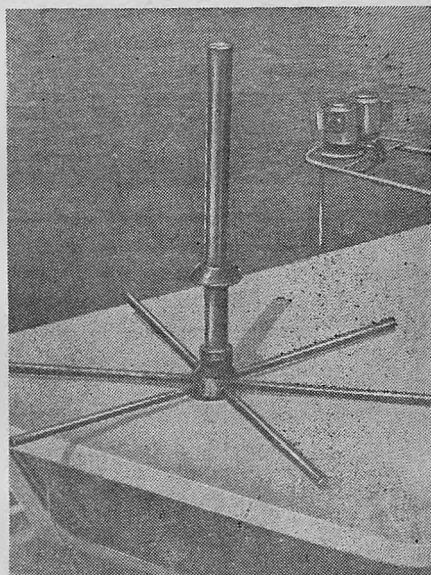


Рис. 53. Цилиндрическая антенна с горизонтальными противовесами

антенны, разработанной для судовых УКВ радиостанций. Она монтируется в кор-

пусе судна и, благодаря этому, не подвергается большим ветровым нагрузкам, что особенно важно для скоростных судов.

§ 27. Судовые фидерные устройства

Фидерами называют линии для передачи энергии высокой частоты от передатчика к антенне или от нее к приемнику, удаленных на расстояние друг от друга, соизмеримое с длиной волны. К фидерным устройствам, кроме линии, относят также сог-

ласующие устройства между линией и антенной, согласующие устройства между линией и передатчиком (приемником), симметрирующее устройство, антенный коммутатор и различные вспомогательные и контрольные устройства.

Основные требования к фидерным линиям: минимальные потери энергии, отсутствие антенного эффекта (излучения или приема электромагнитных волн), механическая прочность.

Судовые фидерные устройства подразделяют на кабельные, трубчатые и шахтные.

Кабельный фидер выполняется из высокочастотного кабеля, прокладываемого от радиопередатчика до антенны и от антенны до приемника. Он

применяется для работы в коротковолновом и ультракоротковолновом диапазонах.

Трубчатый фидер изготавливается из медных или посеребренных трубок либо из голого или посеребренного провода, укрепленного на опорных ребристых изоляторах. Такой фидер является незкранированным и используется на небольших судах при симплексной связи. Для прохода токонесущего провода через переборки применяются антенные вводы в виде изоляторов, укрепленных к переборкам фланцами. Через изолятор проходит медный шток, который включается в разрыв фидера

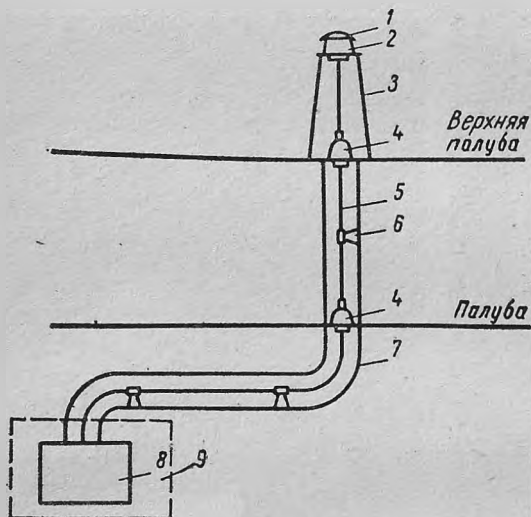


Рис. 54. Шахтный антенно-фидерный тракт:

1 — рассеивающий диск; 2 — оконечный изолятор; 3 — колонка ввода; 4 — проходной изолятор; 5 — токонесущий провод (трубка); 6 — опорный изолятор; 7 — шахта; 8 — антенный переключатель; 9 — радиорубка

при проходе его через переборку. Через него же проходит в помещение радиорубки провод снижения антенны, если не требуется установки антенной колонки.

Шахтный фидер (рис. 54) состоит из шахты (трубы) большого диаметра, выполненной из немагнитного металла (меди, дюралюминия), идущей от передатчика до выхода на верхнюю палубу судна в место, где должно подсоединяться снижение антенны. При проходе через переборки и палубы трубу приваривают к специальным креплениям. Внутри шахты на опорных изоляторах монтируется медная посеребренная трубка, подключаемая с одного конца к передатчику, с другого — к антенне. При выходе на верхнюю палубу и проходе через водонепроницаемые пере-

борки в шахте устанавливаются проходные изоляторы. Для предотвращения случайных прикосновений членов команды судна к вводу антенны средних волн над местом выхода шахты наружу размещают антенную колонку высотой до 2 м, имеющую на верхнем конце проходной изолятор, к которому присоединяется снижение антенны.

С целью уменьшения количества антенн на судах, быстрой их замены при повреждении применяют антенные переключатели и коммутаторы различной конструкции.

Разделка концов передающих и приемных высокочастотных кабелей при их подключении к антеннам производится с помощью высокочастотных муфт, обеспечивающих надежную герметизацию и изоляцию.

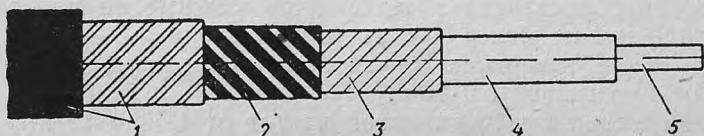


Рис. 55. Структура коаксиального кабеля:

1 — защитная оболочка; 2 — экран; 3 — внешний проводник; 4 — изоляция; 5 — внутренний проводник

Для монтажа кабельных фидеров используются высокочастотные коаксиальные кабели типа РК и симметричные кабели типа РД (для приемных фидеров).

Коаксиальным называется такой кабель (рис. 55), в котором один провод цепи расположен внутри другого. Такое расположение прямого и обратного проводов позволяет передать по цепи ток с частотой до сотен мегагерц. Коаксиальная цепь обладает высокой защищенностью от влияния соседних цепей и не создает помех в окружающем ее пространстве. Внутренний провод в коаксиальном кабеле РК изготавливается из медной проволоки. В качестве изоляции применяются пластмассы (полиэтилен или композиция полиизобутилена с полистиролом), а в гибких кабелях — высококачественная резина. Обратный провод выполняется из медной оплетки.

Глава VII

УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАДИОСТАНЦИИ «ИРТЫШ»

§ 28. Основные характеристики и структурная схема радиостанции

Судовая радиотелефонная станция «Иртыш» предназначена для установки на речных судах. Она обеспечивает ведение беспроводной и бесподстроечной радиотелефонной связи как в симплексном, так и в дуплексном режиме между собой и с береговыми

радиостанциями на значительных расстояниях. Основное преимущество этой радиостанции — возможность дистанционного управления ею из ходовой рубки судна непосредственно вахтенным судоводителем. Для этого в ее радиоприемнике и радиопередатчике предусмотрена специальная система автоматики, а все органы расположены на пульте управления, который может быть удален от остальных блоков станции до 50 м.

Радиопередатчик может быть использован и для работы в телеграфном режиме, для чего станция комплектуется дополнительным приемником, например типа УС-9.

Радиопередатчик имеет диапазон частот от 1,5 до 24 Мгц, в пределах которого дистанционно настраивается на любую из восемнадцати установленных заранее частот.

Мощность передатчика в телефонном режиме не менее 50 вт, а в телеграфном не менее 100 вт (в диапазоне 1,5—3 Мгц) и не менее 250 вт (в диапазоне 3—24 Мгц). Общая нестабильность частоты не превышает $5,0 \cdot 10^{-7}$.

Радиоприемник имеет диапазон частот от 1,5 до 12 Мгц, в котором могут быть установлены любые десять жестко фиксированных кварцами частот. Он рассчитан на непрерывную круглосуточную работу.

Радиостанция питается однофазным переменным током напряжением 115 в с частотой 427 гц и, в зависимости от береговой сети судна, комплектуется различными преобразователями. В ее комплект входят радиопередатчик, радиоприемник, пульт дистанционного управления, распределительная коробка, блок фильтров, кварцевый калибратор, силовой щит, выпрямитель, машинный агрегат и аккумуляторы. Типы источников питания и токораспределительных устройств зависят от вариантов комплектации. Максимальная мощность, потребляемая радиостанцией от сети, не превышает 1800 вт. Радиостанция может иметь два пульта управления: один в ходовой рубке, другой (дублирующий) — в радиорубке.

Передатчик состоит из возбuditеля, выходного каскада и модуляционного устройства (рис. 56). Возбудитель генерирует любую установленную предварительно частоту в диапазоне 1,5—24 Мгц. Выходной каскад создает необходимую мощность в антенне. Он имеет органы для настройки на установленную частоту. На него подается сигнал с модуляционного устройства для осуществления модуляции.

Все необходимые для работы радиопередатчика напряжения вырабатываются блоком питания, на вход которого подается переменный ток напряжением 115 в с частотой 400 гц и постоянный напряжением 27 в.

Возбудитель состоит из семи ламповых каскадов и построен по схеме преобразования и усиления частоты. Автогенератор (первый элемент возбuditеля) генерирует частоты в диапазоне 0,9999—1,1667 Мгц и преобразовывает их в рабочий диапазон передатчика 1,5—24 Мгц.

Автогенератор собран на высокочастотном пальчиковом пентоде типа 6Ж1П по трехточечной схеме с емкостной обратной и электронной связями с нагрузкой для уменьшения влияния последующих каскадов на автогенератор (имеет параметрическую стабилизацию частоты). Поддиапазоны образуются путем подключения в различных сочетаниях к элементам контура автогенератора шести групп конденсаторов постоянной и переменной емкости. Плавное изменение частоты в каждом поддиапазоне обеспечивается специальным конденсатором переменной емкости. Для получения стабильности автогенератора при изменении температуры и влажности все его детали помещены в термостат.

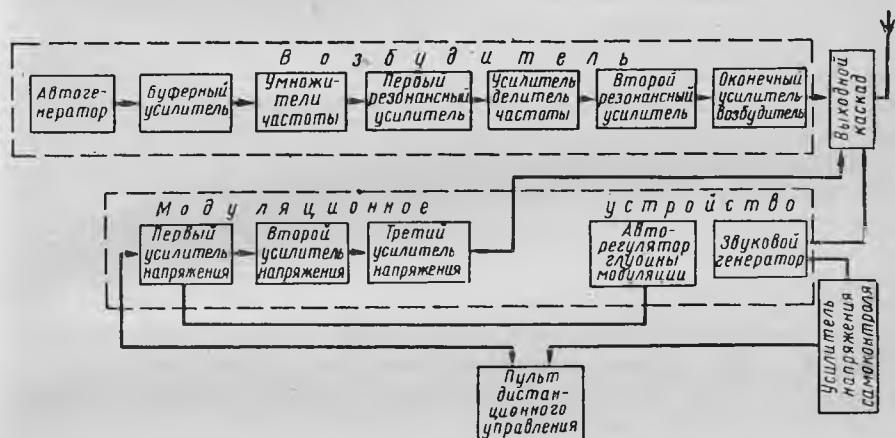


Рис. 56. Структурная схема передатчика радиостанции «Иртыш»

Буферный усилитель (на лампе 6Ж1П) служит для выделения и усиления по напряжению первой гармоники частоты автогенератора в диапазоне 0,9999—1,1667 МГц, а также для ослабления реакции последующих каскадов на его частоту.

В умножителе, собранном на лампе 6Ж1П по схеме генератора с внешним возбуждением, частоты автогенератора преобразуются в диапазон 6—12 МГц и дополнительно усиливаются на лампе 6Ж1П. Далее в двухкаскадном преобразователе на лампах 6Ж2П и 6Ж1П частоты автогенератора либо делятся, либо умножаются, в результате чего на выходе преобразователя вырабатывается спектр 1,5—24 МГц. В диапазоне 1,5—3 МГц и 3—6 МГц преобразователь действует как малостабильный автогенератор, частота которого «захватывается» колебаниями предыдущего каскада. Третий режим преобразователя предусматривает прямое усиление, а четвертый — удвоение частоты.

Оконечный усилитель возбудителя обеспечивает выделение, фильтрацию и усиление первой гармоники в диапазоне 1,5—24 МГц до напряжения, необходимого для нормального возбужде-

ния ламп выходного каскада передатчика. Он собран на лучевом тетроде 6П1П и работает в режиме прямого усиления частоты преобразователя.

Выходной каскад передатчика состоит из лампового генератора, работающего в режиме прямого усиления и собранного на двух лампах ГК-71, соединенных параллельно, а также оконечного каскада, нагруженного на выходной контур, служащего для согласования нагрузки генератора с входным сопротивлением антенны. Он обеспечивает работу на различные типы антенн и имеет две разновидности схемы выхода: последовательного и параллельного питания. Уменьшение мощности радиопередатчика до 25% производится включением сопротивления в цепь экранных сеток ламп, снижающих напряжение на них.

В модуляционное устройство входят маломощный двухкаскадный усилитель низкой частоты и устройство автоматической регулировки глубины модуляции. Первый каскад собран по резисторной схеме на половине двойного триода 6Н1П. Второй каскад работает на лучевом тетроде 6П1П и представляет собой усилитель напряжения с трансформаторным выходом. Модулирующее напряжение звуковой частоты поступает на защитные сетки ламп выходного каскада передатчика. В последнем предусмотрен слуховой контроль своей работы, осуществляемый на высокой частоте. Для этого используется генератор звуковой частоты, собранный по трансформаторной схеме на второй половине триода 6Н1П, который оказывается запертым при отсутствии высокочастотного сигнала. В момент появления высокочастотного сигнала с детектора, расположенного в антенном блоке (диод Д2Е), снимается выпрямленное положительное напряжение и подается на сетку звукового генератора. Усиленное напряжение звуковой частоты, соответствующее продолжительности посылки телеграфного сигнала, подается на микрофонную трубку пульта дистанционного управления. Контроль телефонной работы осуществляется путем подачи с детектора на усилитель напряжения самоконтроля выпрямленного напряжения (оглибающей звуковой частоты).

Телеграфная манипуляция осуществляется подачей отрицательного смещения минус 160 в на управляющие сетки ламп ГК-71 выходного каскада.

Передатчик снабжен механизмом дистанционной установки каналов и других режимов работы.

Структурная схема приемника представлена на рис. 57. Входная цепь приемника, обеспечивающая фильтрацию сигнала от различных помех, выполнена из трех контуров, два из которых могут закорачиваться на соответствующих участках диапазона. Усилитель высокой частоты собран на пентоде 6К4П, анодной нагрузкой которого является резонансный контур.

Кварцевый гетеродин предназначен для образования синусоидального напряжения с десятью частотами в диапазоне 1,5—12 Мгц. В нем применено девять малогабаритных кварцев, один

из которых попеременно, в зависимости от выбранной рабочей частоты приема, подключается в схему генератора между анодом и управляющей сеткой пентода 6Ж1П. Для обеспечения стабильности частоты гетеродина в различных температурных условиях все кварцевые резонаторы помещены в термостат, включаемый при температуре воздуха ниже 10°C . Температура внутри термостата поддерживается 50°C . Переключение кварцевых резонаторов, так же как и переменных элементов входной цепи и усилителя высокой частоты, производится только дистанционно с пульта управления.

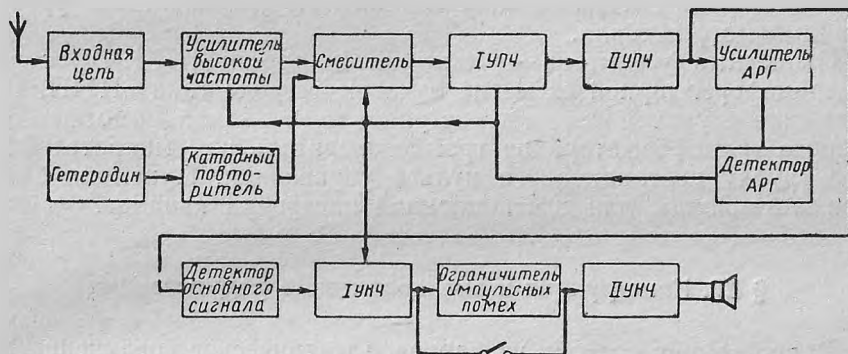


Рис. 57. Структурная схема приемника радиостанции «Иртыш»

Буферный каскад (на пентоде 6Ж1П) собран по схеме катодного повторителя (см. § 18). Повторитель позволяет передавать без искажения весьма широкую полосу частот при стабильном коэффициенте усиления каскада.

Напряжения частот сигнала и кварцевого гетеродина подаются на смесительный каскад, выполненный на лампе 6Ж2П по схеме двухсеточного преобразования частоты. В анодной цепи образуется напряжение спектра поступающих частот, в том числе и напряжение с частотой, равной разности между частотой сигнала и гетеродина ($f_{\text{пр}}$ в приемнике «Иртыш» равна 400 кгц).

Между выходом смесителя и входом первого каскада усилителя промежуточной частоты вместо ранее применявшихся в схемах полосовых резонансных или кварцевых фильтров включен электромеханический фильтр. Он имеет высокую избирательность, хорошую стабильность и значительно меньшие размеры, чем кварцевый фильтр. Подлежащие фильтрации высокочастотные колебания подводятся к электромеханическому фильтру. Полученные в фильтре механические колебания распространяются через цепочку механических резонаторов и затем вновь там же преобразуются в электрические колебания.

Усилитель промежуточной частоты состоит из двух каскадов, выполненных на пентодах 6К4П. Детектор основного сигнала, на вход которого с ИУНЧ поступает сигнал промежуточной частоты,

собран на диодах типа Д104А. В усилителе низкой частоты используется левый триод лампы 6НЗП.

Схема автоматической регулировки громкости состоит из усилителя (правый триод лампы 6НЗП) и детектора АРГ (диод Д2Ж), с нагрузки которого регулирующие напряжения подаются на управляющие сетки лампы УВЧ, смесителя, IУПЧ и IУНЧ. При ручной регулировке отрицательное напряжение на сетки указанных каскадов подается с потенциометра, расположенного в пульте дистанционного управления.

В схеме приемника применен ограничитель (подавитель) импульсных помех, позволяющий снижать их уровень ниже уровня принимаемого сигнала.

Оконечный усилитель — усилитель мощности (IIУНЧ) собран по трансформаторной схеме на лучевом тетраде типа 6П14П. Напряжение звуковой частоты поступает с вторичной обмотки выходного трансформатора на громкоговоритель или микротелефонную трубку дистанционного пульта управления. Приемник снабжен механизмом для дистанционной настройки каналов.

§ 29. Конструкция и электропитание радиостанции

Радиостанция состоит из блоков, электрическое соединение которых осуществляется с помощью кабелей и штепсельных разъемов. Для обеспечения максимальных удобств эксплуатации, простоты обслуживания и ремонта передатчик и приемник выполнены в виде отдельных блоков.

Радиопередатчик (рис. 58) имеет пять отдельных блоков (в алюминиевых кожухах), установленных на специальной стальной раме: блоки возбудителя и антенного контура выходного каскада, блок питания, коммутации и модулятора, ламповый блок и блок выпрямителей. Корпус передатчика изготовлен из листового алюминия. В нем предусмотрено принудительное воздушное охлаждение.

Радиоприемник (рис. 59) состоит из съемных элементов, размещаемых на шасси, отдельного блока питания и амортизационной рамы со стабилизатором напряжения. Для электрического соединения приемника и блока питания между собой, с пультом управления и силовым щитом установлены штепсельные разъемы. Рама расположена на четырех амортизаторах. Все блоки приемника и амортизационная рама изготовлены из листового алюминия. В целях снижения радиопомех, создаваемых преобразователем, кожух блока питания выполнен из листовой стали.

Пульт дистанционного управления (рис. 60) представляет собой основание и штампованную алюминиевую коробку с наклонной лицевой стороной.

Телеграфный ключ состоит из алюминиевого основания и крышки. К алюминиевому основанию крепится пластмассовая панель, на которой укреплены элементы телеграфного ключа.

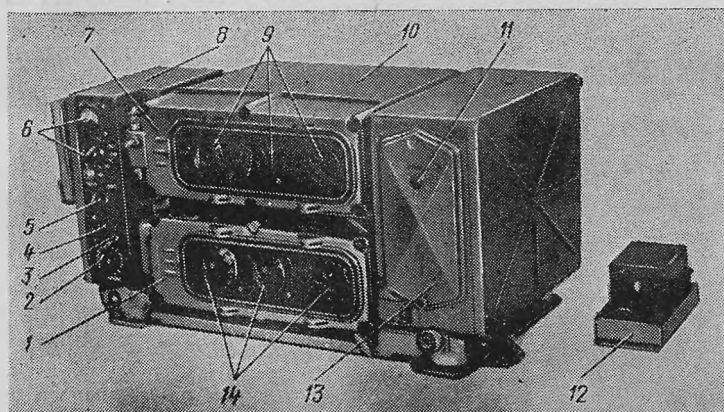


Рис. 58. Общий вид передатчика радиостанции «Иртыш»:

1 — блок возбуждений; 2 — переключатель рабочих каналов; 3 — индикатор «П» контроля подогрева термостата; 4 — индикатор «Б» контроля напряжения 27 в; 5 — переключатель «Настр-дист» настройки и дистанционного управления передатчиком; 6 — прибор и переключатель контроля питающих напряжений; 7 — блок антенного контура выходного каскада; 8 — блок питания; 9 — ручки «Г», «Д», «Е» настройки выходного каскада; 10 — блок выпрямителей; 11 — индикатор контроля накала выходных ламп; 12 — телеграфный ключ; 13 — ламповый блок; 14 — ручки «А», «Б», «В» настройки возбуждения

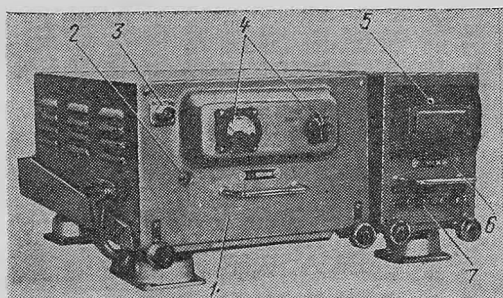


Рис. 59. Общий вид приемника радиостанции «Иртыш»:

1 — блок приемника; 2 — окно контроля номера канала; 3 — антенный разъем; 4 — прибор и переключатель контроля питающих напряжений; 5 — радиатор охлаждения триода П4Б; 6 — блок выпрямителя; 7 — съемные предохранители

Силовой щит (рис. 61) имеет вертикально укрепляемое основание, на котором смонтированы токораспределительные элементы. На лицевой стороне одной из боковых стенок шасси расположены разъемы (входной и выходной), главный выключатель напряжения судовой сети и предохранители.

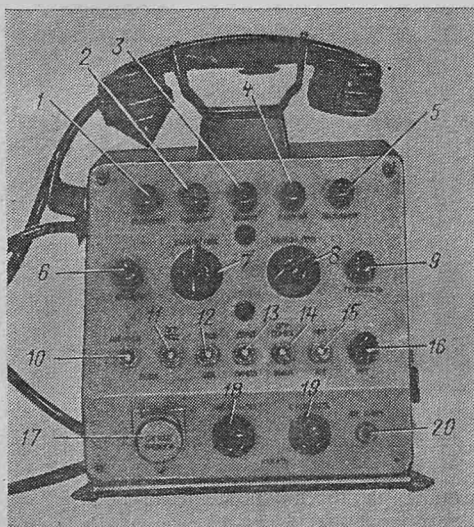


Рис. 60. Общий вид пульта дистанционного управления радиостанции «Иртыш»:

1 — «вызывной»; 2 — «рабочий» (индикаторы готовности работы передатчика); 3 — «занято»; 4 — «рабочий»; 5 — «вызывной» (индикаторы готовности работы приемника); 6 — «яркость» (регулировка яркости подсвета переключателей); 7 — «каналы ПРД» (переключатель рабочих каналов передатчика); 8 — «каналы ПРМ» (переключатель рабочих каналов приемников); 9 — «громкость» (регулировка громкости приемника); 10 — «динамик» (тумблер включения динамика); 11 — «огр. мод.» (тумблер включения усилителя — ограничителя); 12 — «25%—100%» (тумблер уменьшения мощности передатчика до 25%); 13 — «симпл—дупл» (переключатель режима работы симплекс-дуплекс); 14 — «огр. помех—выкл.» (тумблер включения помехозащитной приставки); 15 — «prg—arg» (переключатель и ручная и автоматическая регулировка громкости); 16 — «prg» (ручка регулировки громкости); 17 — «сигнал тревоги» (кнопка включения автоподатчика сигнала тревоги); 18 — «раб. каналы» (кнопка автоматической перестройки передатчика и приемника с вызывного на рабочий канал); 19 — «с. контроль» (кнопка контроля своей работы); 20 — «тлг ключ» (гнездо для включения телеграфного ключа)

Электроснабжение радиопередатчика и радиоприемника автономное — 115 в, 400 гц и 27 в постоянного тока для передатчика и 27 в постоянного тока — для приемника.

Питание нитей накала ламп возбуждателя и модулятора (напряжение 6,3 в с частотой 400 гц) осуществляется с помощью трансформатора. Напряжения 420, 230 и 80 в, снятые с трансформатора, после выпрямления подаются для питания анодов ламп возбуждателя и модулятора, а также экранных и управляющих сеток ламп выходного каскада. Выпрямитель собран по однофазной мостовой схеме, в каждом плече которой последовательно включено по три диода типа Д226. Для питания анодов и нитей накала ламп выходного каскада используется специальный трансформатор напряжением 20 и 1500 в с выпрямителем.

Радиоприемник имеет специальный блок питания, преобразующий постоянное напряжение 27 в в постоянные стабилизированные напряжения +230 в для питания анодноэкранированных цепей, 20 в — для регулировки усиления и 6,3 в (изолировано от корпуса) — для питания накала ламп.

Для обеспечения питающих напряжений постоянного тока применяется статический преобразователь, схема которого работает на транзисторах. Стабилизированное напряжение, поступаю-

щее на вход преобразователя, равно 22 в. С помощью двух транзисторов типа П4Б, работающих по схеме задающего генератора, в преобразователе обеспечивается прерывание постоянного тока, в результате чего образуется переменное напряжение прямоугольной формы с частотой 1000 гц. Оно усиливается двухтактной схемой (на транзисторах П4Б) и выпрямляется до 20 и 230 в мостовыми схемами на диодах типа Д226.

В зависимости от напряжения судовой сети и количества пультов дистанционного управления радиостанция «Иртыш» имеет семь вариантов комплектации. В комплект ее могут входить три силовых щита для питания: от трехфазной сети переменного тока напряжением 220 в с частотой 50 гц, от судовой сети постоянного тока напряжением 110/220 и 27 в.

Во всех вариантах питания предусмотрена возможность аварийной работы от аккумуляторной батареи типа 5КН-100 (в варианте питания от сети напряжением 27 в постоянного тока аккумуляторы не поставляются). Переменное напряжение 115 в частотой 400 гц в этом случае обеспечивается преобразователем ПО-750.

В варианте питания от сети напряжением 220 в частотой 50 гц для зарядки аккумуляторов может поставляться типовой зарядный выпрямитель ВУ-42/70, а в варианте питания от сети напряжением 110/220 в постоянного тока — зарядный щит.

Если радиостанция предназначена для установки на судне, где источником питания является судовая сеть трехфазного напряжения 220 в частотой 50 гц, то необходимо применять 1-й или 2-й вариант станции (один или два пульта управления). В этом случае используется преобразователь АЛА-1,5. Постоянный ток напряжением 27 в для питания приемника и некоторых цепей пе-

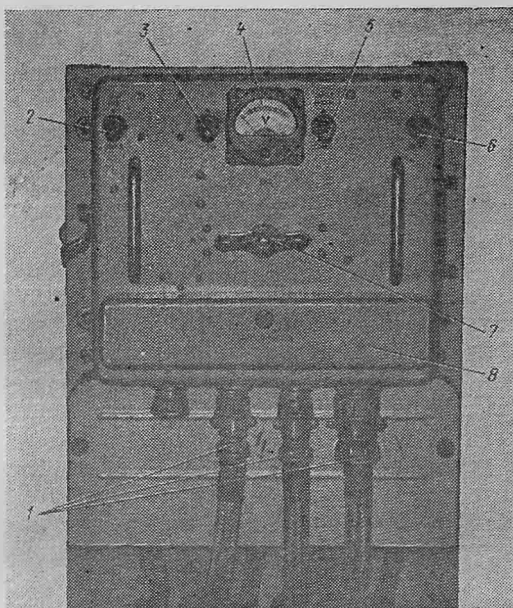


Рис. 61. Общий вид силового щита при питании радиостанции от 220 в 50 гц или 110—220 в постоянного тока:

1 — штепсельные разъемы для межблочных соединений; 2 — тумблер включения аварийного питания от аккумуляторов; 3 — тумблер переключения вольтметра 115 в — 27 в; 4 — вольтметр контроля питающих напряжений; 5 — тумблер включения аккумуляторов на зарядку; 6 — тумблер включения термостата приемника; 7 — переключатель включения радиостанции в судовую сеть; 8 — предохранители

редатчика преобразуется специальным выпрямителем с селеновыми столбиками. В вариантах питания от сети напряжением 110/220 в постоянного тока (3—6-й варианты) поставляется преобразователь МГЛ.

§ 30. Система управления радиостанцией

Управление радиостанцией производится дистанционно с пультов управления. В режиме настройки передатчиком можно управлять непосредственно с его передней панели.

В пульте дистанционного управления (см. рис. 60) расположены: система дистанционного управления, органы индикации, усилитель-ограничитель, автоподатчик сигналов тревоги и электроакустические приборы (громкоговоритель и микротелефонная трубка).

В систему дистанционного управления входят:

переключатели каналов приемника («Каналы ПРМ») и передатчика («Каналы ПРД»);

релейно-контактные группы; пакетные переключатели; кнопки: перехода на рабочий канал («Раб. каналы»), самоконтроля («С. контроль»), включения автоподатчика («Сигнал тревоги»);

тумблеры включения, ограничения помех («Огр. помех»), ограничения модуляции («Огр. мод.»), уменьшения мощности («25%—100%»), «АРГ—РРГ» и рукоятки («РРГ» и «Громкость») регулировки усиления и громкости приемника.

К органам индикации относятся лампочки индикации рабочего и вызывного каналов приемника («Рабочий», «Вызывной»), контроля занятости одного из пультов при двухпультовом варианте станции («Занято»), индикации рабочего канала передатчика («Рабочий») и ручка («Яркость») подсветки шкал переключателя каналов.

Усилитель-ограничитель служит для повышения уровня сигнала с использованием амплитудного ограничения. Он собран на четырех транзисторах типа П13Б и включается тумблером «Огр. мод.»—«Выкл.». В выключенном положении микрофонный капсюль непосредственно подключается на вход фильтра модулятора. Усилитель-ограничитель рекомендуется выключать при повышенном уровне акустических шумов (свыше 100 дБ), когда качество прослушивания своей работы ухудшается (э. д. с. шумов, выделяемых микрофонным капсюлем, становится соизмеримой с напряжением полезного сигнала).

Кнопка «Сигнал тревоги» предусматривает наличие в комплексе радиостанции автоподатчика сигнала тревоги, которым радиостанция в условиях речного плавания не комплектуется.

С пульта управления судоводитель может выполнять следующие операции, необходимые для ведения двусторонней радиосвязи, а также обеспечения дежурного приема:

запуск машинных агрегатов и подачу на передатчик напряжений питания при снятии с верхнего рычага микротелефонной трубки;

автоматическую настройку передатчика на любую заранее настроенную волну на одном из имеющихся 18 каналов (переключатель «Каналы ПРД»);

автоматическую перестройку приемника на любой из 10 фиксированных каналов (переключатель «Каналы ПРМ»);

возврат системы автоматической настройки приемника на первый (вызывной) канал после укладки микротелефонной трубки на верхний рычаг пульта и сигнализацию о готовности приемника к работе на вызывном канале;

подключение к выходу приемника динамического громкоговорителя независимо от положения переключателя «Динамик — Выкл.» и включение автоматической регулировки усиления независимо от положения переключателя «АРГ—РРГ»;

сохранение настройки приемника на вызывном канале при снятии микротелефонной трубки с верхнего рычага;

перестройку приемника при снятой микротелефонной трубке с вызывного канала на рабочие нажатием кнопки «Раб. каналы»;

регулирование громкости приемника изменением сигнала на выходном каскаде УНЧ (рукоятка «Громкость») или отрицательного смещения в цепи управляющих сеток ламп (переключатель «АРГ—РРГ»);

включение помехозащитной приставки (переключатель «Орг. помех — Выкл.»), усилителя-ограничителя (переключатель «Орг. мод. — Выкл.»);

изменение режима работы (переключатель «Симпл. — Дупл.»); уменьшение мощности передатчика (переключатель «25% — 100%»);

перевод радиостанции в режим передачи при нажатии тангенты на микротелефонной трубке и контроль своей работы нажатием кнопки «С. контроль»;

сигнализацию о готовности к работе приемника на вызывном («Вызывной») или рабочем («Рабочий») канале и передатчика на рабочем канале («Рабочий»);

сигнализацию о работе радиостанции с одного из пультов при двухпультовом варианте («Занято»);

регулирование яркости подсветки гравировки шкал переключателей каналов («Яркость»);

выключение передатчика на любом канале при нахождении микротелефонной трубки на боковом рычаге. При этом переключатель «Динамик — Выкл.» должен быть установлен в положение «Динамик»;

включение радиотелефонного сигнала тревоги кнопкой «Сигнал тревоги».

Дистанционное выполнение перечисленных операций по управлению радиостанцией обеспечивается применением в ней си-

стемы автоматической перестройки и управления. Эта система представляет собой электромеханическое устройство, позволяющее дистанционно осуществлять наиболее сложные операции, как, например, перестройку передатчика и приемника на любой из заранее настроенных каналов связи. Время автоматического перехода с одного канала связи на другой не превышает 20 сек.

Система автоматической перестройки состоит из электрической и кинематической схем, отсинхронизированных между собой и работающих одновременно. Электрическая схема питается от сети постоянного тока напряжением 27 в. В нее входят: моторы автоматической настройки, расположенные в передатчике и приемнике, реле управления и переключатели выбора каналов («ПРД» и «ПРМ»), переключатели-искатели каналов, реле автоматики и контактные группы. В кинематическую схему входят: червячный вал, приводимый во вращение от мотора, червячные пары шестерен, ручки настройки, фиксирующие, разделительные и кулачковые шайбы и вырезы.

Для включения станции «Иртыш» нужно только снять микротелефонную трубку и нажать тангенс для вызова береговой станции или другого судна. Однако простое управление станцией во время работы требует знания порядка ее включения и предварительной проверки.

Перед включением радиостанции в судовую сеть следует периодически проверять правильность и надежность соединений кабелей питания, антенных вводов и заземления в блоках. При запуске машинных агрегатов необходимо помнить следующее. Пуск агрегата МГЛ на автоматическом регулировании напряжения генератора осуществляется при установке ручки пакетного переключателя регуляторной коробки РКВ-422 в положение «Автомат». Регулируемое напряжение изменяют поворотом ручки реостата РУ, которая в момент запуска агрегата ставится в крайнее левое положение («Минимум»).

При пуске агрегата на ручном регулировании напряжения генератора ручку пакетного переключателя устанавливают в положение «Ручное», а ручка реостата РР должна быть повернута против часовой стрелки до упора («Минимум»).

После пуска ручку реостата нужно повернуть по часовой стрелке до возбуждения генератора и затем установить требуемое напряжение. При пуске агрегата АЛА-1,5 действуют аналогично.

После проверки преобразователей пакетные выключатели судового щита на силовом щите и на выпрямителе устанавливают в положение «Вкл» (см. рис. 61).

Выпрямленное напряжение 27 в поступает на приемник и передатчик, о чем будут сигнализировать индикаторные лампы на выпрямителе.

При питании радиостанции непосредственно от сети постоянного тока напряжением 27 в для подачи питания на радиопри-

ник необходимо переключить на силовом щите тумблер «ПРМ — Выкл.» в положение «ПРМ». На пульте управления (см. рис. 60) при этом загорится лампочка «Вызывной», сигнализирующая о готовности к работе приемника.

На приемнике (см. рис. 59) рекомендуется проверить режим работы основных каскадов по контрольному прибору (показания его при измерении напряжений $+27$, $+230$ и -20 в должны находиться в пределах шести—деяти делений).

Радиопередатчик включается снятием микротелефонной трубки с рычага. В этом случае на него во всех вариантах питания подается переменное напряжение 115 в с частотой 400 гц. При питании от сети постоянного тока напряжением 27 в на силовом щите тумблер «ПРД — Выкл» нужно установить в положение «ПРД» (для включения преобразователя ПО-750). О готовности передатчика к работе сигнализируют индикаторная лампочка «Рабочий» (на пульте справа), а также лампочки «Б» и «Т» на передней его панели (см. рис. 58). На передатчике следует проверить напряжения питания 115 и 27 в измерительным прибором на силовом щите. При переключении тумблера прибора из положения «27—115 в» в положение «27 в» величину напряжения отсчитывают непосредственно по прибору, в положении «115 в» стрелка на приборе должна быть установлена на 42-м делении. Если необходимо, напряжение регулируют на первичных преобразователях.

После включения передатчика производится его настройка. Для этого выполняют следующие операции: переключатель «Настр. — Дист.» ставится в положение «Настр.», переключатель контроля напряжений и токов в положение «А», ручка переключателя каналов — на номер нужного канала. В результате этих операций включаются электродвигатели автонастройки, поворачивающие ручки настройки «А», «Б», «В», «Г», «Д», «Е» передатчика. Когда электродвигатели остановятся, ручки освобождаются поворотом стопорных винтов до появления красных треугольников на ручках. Далее ручки «А», «Б» и «В» настройки возбуждителя устанавливаются в положения, указанные в градуировочной таблице для данной частоты и стопорятся (корректировку частот возбуждителя периодически производят по кварцевому калибратору).

После настройки возбуждителя выполняется настройка выходного каскада (антенного блока) ручками «Д», «Г» и «Е». Ручка «Д» переключает группы конденсаторов анодной связи и витки удлинительной катушки, ручка «Г» управляет конденсатором переменной емкости, а ручка «Е» — вариометром настройки. Эти ручки устанавливаются в положения, указанные в таблице для настройки частоты, после чего дополнительным их поворотом добиваются резонанса антенного контура, регистрируя его по минимальному отклонению стрелки измерительного прибора в секторах шкалы, указанных в таблицах настройки. Если стрелка не совпадает с сектором (делением шкалы), то производится допол-

нительная настройка этими же ручками по методике, изложенной в инструкции по эксплуатации. Положение всех ручек на фиксированных (разрешенных) частотах записывают в таблицу настройки и хранят при радиостанции.

После окончания настройки нужно застопорить ручки и установить переключатель «Настр. — Дист.» в положение «Дист.». При этом должна погаснуть сигнальная лампа «Б». Затем необходимо проверить, сохраняется ли настройка на первом канале радиоприемника при снятии микротелефонной трубки с рычага. Затем переключатели «Каналы ПРМ» и «Каналы ПРД» (см. рис. 60) устанавливаются на второй канал и одновременно нажимается кнопка «Раб. каналы». При этом сигнальные лампочки «Рабочий» («ПРД») и «Вызывной» («ПРМ») должны погаснуть. После окончания дистанционной перестройки на второй канал на пульте загораются лампочки «Рабочий» («ПРД» и «ПРМ»).

Одновременно с проверкой настройки радиопередатчика проверяют величину тока в антенне по прибору, установленному в разрыве на выходе передатчика перед антенной, а также самоподслушивание нажатием кнопки «С. контроль» при нажатой тангенте на микрофонной трубке. При работе телеграфом в гнездо «ТЛГ ключ» вставляют штеккер от телеграфного ключа и проверяют телеграфную работу, используя ключ. Прием ведется на отдельном радиоприемнике.

Для автоматического перехода на аварийное питание от аккумуляторных батарей необходимо на силовом щите (см. рис. 61) тумблер «Авар. раб. — Выкл.» установить в положение «Авар. раб.». Далее нужно снять переменное 220 в, 50 гц или постоянное 110/220 в напряжения и убедиться в подаче напряжения 115 в, 400 гц к передатчику от преобразователя ПО-750. Постоянное напряжение 27 в подается непосредственно от аккумуляторов.

Емкость аварийной батареи рассчитана на 1 ч работы в режиме «Передача».

После работы радиостанции в аварийном режиме следует произвести зарядку аккумуляторов с помощью выпрямителя ВУ-42/70 или другого типа. Тумблеры «Заряд. аккумулятор. — Выкл.» устанавливаются в положение «Заряд. аккумулятор.», а тумблер «Авар. раб. — Выкл.» — в положение «Выкл.».

В вариантах питания от сети постоянного тока на зарядном щите тумблер «Вольт — Ампер» переводится в положение «Ампер».

Величина зарядного тока устанавливается с помощью движка реостата и контролируется по измерительному прибору. После окончания зарядки необходимо отключить зарядную схему путем поворота выключателя на силовом щите «Заряд — Аккумулятор. — Выкл.» в положение «Выкл.» (на зарядном щите при варианте с постоянным током предварительно тумблер «Вкл. — Выкл.»). Зарядка аккумуляторов производится при включенном радиоприемнике.

УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕФОННО-ТЕЛЕГРАФНОЙ РАДИОСТАНЦИИ Р-807

§ 31. Структурные схемы передатчика и приемника

Для судов на подводных крыльях и флота, плавающего в морские районы, потребовались радиостанции, которые имеют большую мощность, малые габариты и средневолновый диапазон. Наиболее полно этим требованиям отвечали радиопередатчики Р-807 с радиоприемником УС-9. Радиостанция Р-807 работает как в режиме радиотелефона, так и радиотелеграфа. Диапазон частот: коротковолновый 2—18,1 Мгц и дополнительный средневолновый 200—1 500 кгц. Предусмотрена автоматическая установка одиннадцати заранее настроенных частот, которая может быть произведена дистанционно с пульта управления. Режим работы (телефон, телеграф или тональный телеграф), включение передатчика могут осуществляться также дистанционно. Мощность передатчика в антенне от 24 до 90 вт на коротких волнах и от 5 до 60 вт — на средних. Передатчик комплектуется умформером У-600 и щитком дистанционного управления.

Передатчик получает питание от сети постоянного тока напряжением 27 в. Умформер У-600 является источником питания для цепей высокого напряжения. Мощность, потребляемая от сети, колеблется в пределах от 700 до 1250 вт в зависимости от рода работы и частоты.

Радиоприемник типа УС-9 допускает работу как в комплекте с передатчиком, так и автономно. На речных судах он уже широко распространен.

Кроме радиостанции Р-807, приемник используется в радиостанции Р-805 и «Иртыш» (при ее работе в телеграфном режиме), а также в качестве резервного приемника.

Радиоприемник типа УС-9 обеспечивает радиотелефонную и радиотелеграфную связь в диапазонах 1,5—18 Мгц и 200—500 кгц. Чувствительность его при выходном напряжении 15 в и напряжении шумов на выходе не более 5 в в телефонном режиме не хуже 6 мкв. Питание приемника осуществляется от сети постоянного тока напряжением 27 в. Потребляемая мощность не более 70 вт.

Общий вид передатчика и приемника представлены на рис. 62 и 63.

В передатчике на коротких волнах работают каскады высокой частоты: возбудитель, первый и второй умножители частоты, окончательный усилитель и выходной контур.

Возбудитель коротких волн собран на лампе типа Г-837 по двухконтурной схеме с электронной связью и последовательным включением контуров. Он генерирует колебания частот от 1 000 до 1 500 кгц и имеет два поддиапазона. Часть напряжения с вы-

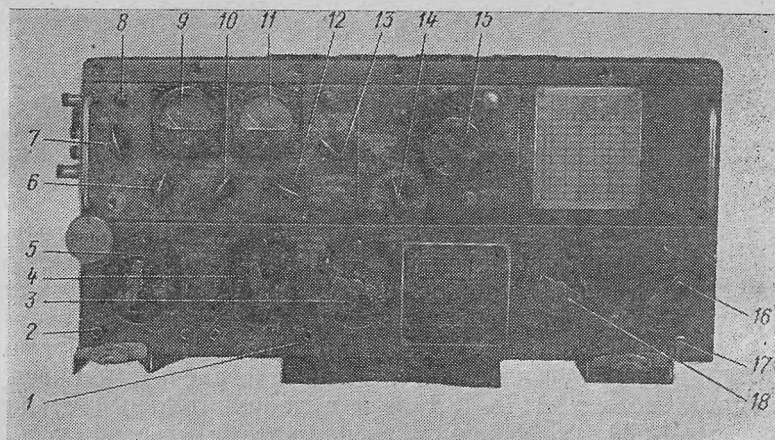


Рис. 62. Общий вид передатчика типа Р-807:

1 — гнездо для микрофона; 2 — гнездо для телеграфного ключа; 3 и 4 — ручки настройки антенны (В — «грубо» и Г — «точно»); 5 — ручка Д (нагрузка антенны); 6 — переключатель выбора канала; 7 — переключатель управления «местное — дистанционное»; 8 — переключатель «контроль»; 9 — термомиллиамперметр (индикатор тока антенны); 10 — переключатель измерительного прибора; 11 — измерительный прибор; 12 — переключатель «градуировка — работа»; 13 — переключатель выбора режима работы; 14 и 15 — ручки настройки возбуждителя средних волн (Е — «грубо» и Ж — «точно»); 16 и 17 — ручки настройки коротких волн (А — «грубо» и В — «точно»); 18 — ручка «корректор» настройки частоты

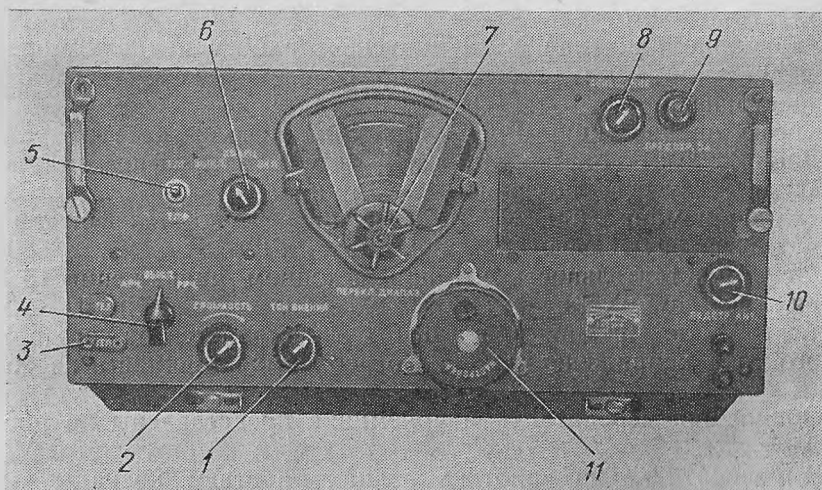


Рис. 63. Общий вид приемника типа УС-9:

1 — ручка регулировки тона биений; 2 — ручка регулировки громкости; 3 — гнездо телефона; 4 — переключатель автоматической и ручной регулировки чувствительности; 5 — тумблер «телефон-телеграф»; 6 — переключатель включения кварцевого фильтра; 7 — ручка главного переключателя диапазонов; 8 — ручка регулировки освещения шкалы; 9 — гнездо предохранителя; 10 — ручка подстройки антенны; 11 — рукоятка настройки частоты

хода его лампы подводится к сетке смесительной лампы 6А7 кварцевого калибратора для калибровки шкалы настройки возбuditеля.

Чтобы получить на выходе передатчика диапазон частот от 2000 до 18 000 *кГц*, частота возбuditеля должна быть умножена от 2 до 12 раз. В каскадах умножения частоты применены лампы типа Г-1625. Лампа первого умножителя для разных поддиапазонов используется в качестве удвоителя, утроителя и учетверителя частоты, а лампа второго умножителя — только в качестве утроителя частоты. Оконечный усилитель собран на пентоде типа ГК-71 (в первых выпусках на лучевом тетроде типа ГУ-13) и имеет переключающиеся схемы последовательного и параллельного питания антенны. Модуляция осуществляется одновременно на анод и экранирующую сетку лампы типа ГК-71. Телеграфная манипуляция происходит в цепи экранирующей сетки, но при этом разрывается катодная цепь возбuditеля. Органами настройки выходного каскада являются: универсальный комбинированный измерительный прибор с переключателем, вариометр и переменный конденсатор. Индикатором антенного тока служит термомиллиамперметр, индуктивно связанный с цепью антенны с помощью трансформатора тока. Переключение антенны на приемник обеспечивается вакуумным прерывателем типа ВП-2.

На средних волнах в передатчике работают следующие каскады высокой частоты: возбuditель средних волн, оконечный усилитель и выходной контур. Возбuditель средних волн собран на лампе типа Г-1625 (лучевой тетрод) по двухконтурной схеме с электронной связью и последовательным соединением контуров. Диапазон частот перекрывается шестью поддиапазонами. Часть напряжения с выхода его лампы подается на сетку детекторной лампы 6Н9С кварцевого калибратора для калибровки шкалы настройки возбuditеля. Выход возбuditеля подключается к сетке лампы типа ГК-71 оконечного каскада, выход которого в свою очередь соединяется с внешним контуром антенного блока средних волн. Органами настройки в данном случае являются вариометр и удлинительная катушка.

Контроль каждой из нанесенных кварцевых точек частот на градуировочной таблице осуществляется по нулевым биениям между частотой возбuditеля и сеткой частот кварцевого калибратора посредством телефонов. Кварцевый калибратор собран на двух лампах типа 6А7 и ламп типа 6Н9С.

Низкочастотный тракт передатчика состоит из двух каскадов усилителя низкой частоты (усиление речи), модулятора, усилителя подслушивания и генератора звуковой частоты. Первый каскад усилителя работает на лампе типа 12Ж8, второй и выходной — на лампе типа 6П6С. Звуковое напряжение, развиваемое микрофоном типа МРУ и усиленное усилителем, поступает на сетки двух модуляторных ламп типа Г-811. Модулятор собран по двухтактной схеме и через модуляционный трансформатор обеспечивает модуляцию одновременно на экранирующую сетку и анод лампы

типа ГК-71 усилителя мощности. Часть напряжения с выходом каскада усилителя низкой частоты подается на лампу типа 6П6С (схема контроля своей работы). Для осуществления тональной (модулированной) телеграфной работы служит генератор звуковой частоты, собранный на лампе типа 6Н9С и генерирующий частоту 1 000 гц.

Радиоприемник УС-9 собран по схеме супергетеродина на девяти лампах. Двухкаскадный усилитель высокой частоты собран на пентодах типа 6К7 с переменной крутизной. В смесителе применен пентод типа 6Ж7, в анодную цепь включен контур, настроенный на промежуточную частоту 915 кГц. Такая высокая промежуточная частота при трех группах резонансных контуров предварительной селекции делает приемник практически невосприимчивым к помехам на частоте симметричного канала.

Связь антенны с первой группой контуров усилителя высокой частоты осуществляется через конденсатор переменной емкости, ось которого выведена на переднюю панель к ручке «Подстр. ант.» (см. рис. 63). Конденсатор осуществляет настройку в резонанс антенного контура, что дает дополнительный выигрыш в отношении сигнала к помехе.

Первый гетеродин работает на пентоде типа 6Ж8 по схеме с настроенным контуром в цепи сетки и индуктивной обратной связью с цепью анода.

На первых четырех поддиапазонах частота гетеродина выше частоты принимаемого сигнала на 915 кГц, а на пятом и шестом поддиапазонах ниже на такую же величину (для ослабления по симметричному каналу).

Конденсаторы переменной емкости контуров усилителя высокой частоты, сеточной цепи смесителя и конденсатор переменной емкости первого гетеродина соединены в блок и управляются одной ручкой «Настройка». Усилитель промежуточной частоты имеет три каскада усиления на лампах типа 6К7, 6Ф7 и 6Б8 (во втором и третьем каскадах использованы пентодные части ламп). Лампы связаны трансформаторами (полосовыми фильтрами), настроенными на частоту 915 кГц.

В качестве детектора в приемнике используется левый диод лампы типа 6Б8 усилителя промежуточной частоты. Приемник имеет автоматический и ручной регуляторы чувствительности.

Переход на один из видов регулятора производится одновременно с включением питания с помощью переключателя «АРЧ — Выкл. — РРЧ».

Детектором «АРЧ» служит правый диод лампы типа 6Б8.

В качестве второго гетеродина используется триодная часть лампы типа 6Ф7 усилителя промежуточной частоты. Контур гетеродина настроен на частоту 915 кГц. С помощью подстроечного конденсатора (ручка «Тон биений») частота может изменяться плавно.

Усилитель низкой частоты — однокаскадный на лампе типа 6П6С. В схеме приемника предусмотрена возможность работы

радиостанции полудуплексом — в момент передачи через реле разрывается цепь питания экранных сеток, с помощью специально выведенных проводов (в принципиальной схеме обозначены *P-1* и *P-2*), которые при обычной работе всегда должны быть замкнуты.

§ 32. Конструкция и электропитание радиостанции

Все элементы передатчика расположены в одном кожухе, выполненном из листового дюралюминия. Для охлаждения передатчика боковые и задние стенки кожуха имеют жалюзи.

В передатчике предусмотрена система автоматической настройки, представляющая собой электромеханическое устройство, позволяющее электрически управлять перемещением элементов настройки передатчика.

Электропитание передатчика обеспечивается от сети постоянного тока напряжением 27 в и умформера типа У-600 (см. § 23). Передатчик сохраняет работоспособность при колебаниях напряжения сети на $\pm 10\%$ от номинала.

Анодное напряжение (1150 в) на лампу оконечного каскада подается от двух последовательно соединенных коллекторов умформера типа У-600. Требуемые напряжения анодных и экранных цепей других ламп обеспечиваются делителями напряжений и поглонительными сопротивлениями. Схема питания накала ламп передатчика представляет собой комбинацию последовательно-параллельного соединения их нитей. От постоянного напряжения 27 в работают электромагнитные реле, включающие передатчик, запускаящие умформер, управляющие родом работы и переключающие коллекторы высокого напряжения, контуры оконечного каскада, телеграфную манипуляцию и включающие систему автонастройки.

Приемник рассчитан на питание от сети напряжением 27 в. Нити накалов ламп соединены в две параллельные группы и питаются через поглонительное сопротивление. Питание цепи высокого напряжения осуществляется от умформера типа У-18-2.

Умформер предназначен для преобразования напряжения 27,5 в в постоянный ток напряжением 220 в. Мощность двигателя составляет 38,5 вт. Приемник питается от однопроводной сети, поэтому минусовые контакты колодки питания соединены с его корпусом.

§ 33. Система управления радиостанцией

Передатчик (см. рис. 62) может управляться либо ручками на панели, либо дистанционно со щитка управления. При фиксации частот переключатель управления «Местн. — дист.» должен находиться в положении «Местн.». Настройка вручную возможна без нарушения фиксации каналов. Для этого переключатель выбора каналов на одиннадцать фиксированных частот нужно установить

в двенадцатое положение — «Ручн. настр.» и дать сработать системе автонастройки.

На панели управления передатчика пять ручек настройки, обозначенных буквами справа налево: «Б», «А», «Г», «В», «Д». Назначение их следующее. Ручка «А» («Настройка коротких волн — Грубо») используется для установки переключателя поддиапазонов контура возбудителя коротких волн, переключателей поддиапазонов первого умножителя и второго умножителя, переключателя, управляющего работой реле диапазонов, и переключателя включения второго умножителя. Она имеет тринадцать положений, из которых первые двенадцать соответствуют коротковолновому диапазону. В последнем, тринадцатом, положении передатчик переводится в режим средних волн.

Ручка «Б» («Настройка коротких волн — Точно») определяет положение сердечника переменной индуктивности и настраивает внутренний контур возбудителя. Эта ручка за 20 оборотов при ее шкале с делением 0—100 имеет 2 000 отсчетных точек для каждого положения ручки «А».

Ручка «В» («Настройка антенны — Грубо») управляет системой переключателей выходного контура. Она имеет тринадцать положений. При ее установке риска на лимбе должна совпадать с риской на панели передатчика. В противном случае передатчик не будет работать.

Ручка «Г» («Настройка антенны — Точно») определяет положение вариометра выходного контура, а ручка «Д» («Нагрузка антенны») управляет переменными конденсаторами при подборе связи передатчика с антенной.

При работе в средневолновом диапазоне используются ручка «Е» («Настройка возбудителя средних волн — Грубо»), ручка «Ж» («Настройка возбудителя средних волн — Точно»).

На панели управления передатчика также смонтированы: переключатель «Напр. б. с. — Ток сетки — Ток анода», включающий правый измерительный прибор (постоянно находится в положении «Ток анода»); переключатель «Градуировка — Настройка — Работа», включающий в положении «Градуировка» кварцевый калибратор и выключающий мощный усилитель, понижающий в положении «Настройка» мощность оконечного усилителя, обеспечивающий в положении «Работа» работу передатчика на полной мощности (обычно постоянное положение переключателя); переключатель выбора режима работы «Выкл. — ТЛФ — ТЛГ — МТЛГ», устанавливающий требуемый режим работы, а также включающий первоисточник питания. В положении «Выкл.» сеть отсоединяется от передатчика.

Безарретирный переключатель «Контроль» в левом верхнем углу его панели используется как телеграфный ключ или кнопка на микрофоне для работы с передатчиком при настройке.

Ручкой «ПРМ — Симпл. — ПРД — СМП» на пульте телеграфного ключа осуществляется переход с передачи на прием, т. е. работа на различных частотах.

Перед включением радиостанции необходимо:

установить переключатели в положение «Местное» и «ТЛФ»; перевести переключатель каналов на выбранный номер канала (система автонастройки придет в движение);

застопорить ручки настройки, когда двигатель автонастройки остановится и на панели передатчика загорится сигнальная лампочка (красная);

проверить напряжение источника питания судовой сети, установив для этого переключатель прибора на панели передатчика в положение «Напряжение бортсети»; допустимая величина напряжения должна соответствовать положению стрелки в светлом секторе с надписью «Бортсеть»;

установить по таблицам градуировки (имеется при передатчике) частоту с помощью ручек «А» и «Б»;

перевести переключатель «Градуировка — Настройка — Работа» в положение «Градуировка». При этом в телефоне будет слышен тон биений между частотой задающего генератора и частотой кварцевого калибратора. Нужно добиться нулевых биений, а на ручке «Б» посредством головки «Корректор» совместить риски. Переключатель вернуть в положение «Настройка», а ручки «А» и «Б» застопорить (поворачивать их только по часовой стрелке);

настроить контур антенны по градуировочной таблице с помощью ручек «В», «Г» и «Д» (в таблице настроек антенны рекомендуется выбирать частоту, соответствующую установке ручки «В» в положение 7);

поставить переключатели в положение «Настройка» и «ТЛГ»;

нажать переключатель «Контроль» и поворотом ручки «Г» найти резонансный спад анодного тока лампы оконечного каскада по шкале вольтмиллиамперметра;

перевести переключатель в положение «Работа». Если при этом стрелка вольтмиллиамперметра находится в белом секторе шкалы («ТЛГ»), нужно «нагрузить» лампу усилителя мощности. Если же она будет выше белого сектора, лампу следует разгрузить. Чтобы «догрузить» усилитель мощности, необходимо уменьшить число делений ручки «Д» с последующей настройкой антенного контура в резонанс ручкой «Г», увеличивая ее деления (если ручка «В» находится в положениях 1—7).

При нахождении этой ручки в положениях от 8 до 13 нужно увеличить число делений ручки «Д» с последующей настройкой контура в резонанс ручкой «Г», уменьшая ее деления. «Разгрузку» усилителя мощности производят в порядке, обратном операции «догрузки». При настройке показания антенного амперметра на панели передатчика будут малы или отсутствовать (в зависимости от размеров антенны и выбранной частоты). Тогда настройку следует вести только по минимуму тока анода.

Величину этого минимума регулируют подбором связей (т. е. описанной выше операцией «нагрузки» или «разгрузки») так, чтобы стрелка прибора находилась в белом секторе. Запрещается

достигать показаний прибора в пределах белого сектора путем расстройки контура;

после застопоривания записать положение всех ручек в табличке, помещенной в правом верхнем углу панели передатчика, против соответствующего номера канала;

установить следующий канал и повторить те же манипуляции для другой частоты.

Операции по настройке передатчика на требуемый канал производят заблаговременно. После этого проверяют работу передатчика в телеграфном и телефонном режимах на двустороннюю связь.

При управлении передатчиком со щитка дистанционного управления следует:

поставить переключатель «Мест. — Дист.» на панели передатчика в положение «Дист.»;

включить штеккер шнура микрофона в гнездо на щитке дистанционного управления;

установить переключатель на щитке дистанционного управления в положение «ТЛФ»;

установить переключатель на пульте телеграфного ключа в положение «ПРД — Симпл.»;

найти требуемый канал автонастройки;

нажать разговорную кнопку на рукоятке микрофона и начать работу на связь, когда двигатель автонастройки остановится и на щитке загорится красная сигнальная лампочка. Запуск умформера при нажатии кнопки на микрофоне, включенном в пульт, происходит независимо от положения переключателя «Мест. — Дист.».

Для управления приемником (см. рис. 63) нужно ручки главного переключателя установить в положение «РРЧ» (напряжение питания будет подано на накал ламп и на умформер). Переставив переключатель «ТЛФ—ТЛГ» в положение «ТЛФ», вращением ручки «Настройка» находят необходимую рабочую частоту.

Поиски корреспондента рекомендуется производить только при ручной регулировке чувствительности.

Глава IX

УСТРОЙСТВО РАДИОСТАНЦИЙ СУДОВ СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ РЕКА-МОРЕ

§ 34. Судовые радиопередатчики и радиоприемники

Радиопередатчик «Мста» (применяется вместо передатчика «Ерш-Р») является комбинированным передатчиком средних, промежуточных и коротких волн. Он значительно отличается по своим параметрам от передатчиков старых типов. К его основным преимуществам относятся: высокая стабильность частоты, большая мощность в телефонном режиме, возможность питания от

сети переменного тока без преобразователя. Мощность передатчика 150 *вт* на средних волнах и 200 *вт* на коротких промежуточных волнах. Диапазон частот 400—535 и 1 600—23 000 *кГц*. На средних волнах он имеет фиксированные частоты: 410; 425; 448; 454; 468; 480; 500 и 512 *кГц*. Передатчик допускает работу в режимах А1 и А2 на средних волнах и А1, А2 и А3 на коротких волнах. На промежуточных и коротких волнах можно и пользоваться до сорока пяти частот, стабилизированных девятью кварцами.

В типовой комплект передатчика входят: передатчик, преобразователь ПТ-2,5 с пускорегулирующей аппаратурой (для сети постоянного тока), приставка дистанционного управления, трансформатор 380/230 *в* (для сети трехфазного переменного тока 380 *в*), телеграфный ключ, микротелефонная трубка, вспомогательное и запасное имущество. Передатчик консольного типа состоит из блоков: питания, модулятора и управления, генераторных коротковолновых и средневолновых, которые размещены в общем каркасе. На крышке передатчика установлены корпуса антенных вводов. Мощность, потребляемая передатчиком в режиме А2, не превышает 2,7 *квт* при питании от сети переменного тока и 3,4 *квт* — от сети постоянного тока.

Радиопередатчик «Ильмень» представляет собой передатчик промежуточных и коротких волн. Мощность его 400 *вт*. Диапазон частот 1,5—24 *МГц*. Он имеет кварцевый генератор для получения высокостабильных частот, который с помощью переключателя включается в схему передатчика вместо задающего генератора плавного диапазона. Передатчик рассчитан для работы в режимах А1, А2 и А3. В типовой комплект его входят: передатчик, переходной силовой трансформатор (для сети трехфазного переменного тока напряжением 380/220 *в*), преобразователь ПТ-2,5 (для сети постоянного тока), приставка для дистанционного управления (включение высокого напряжения, работа ключом и микрофоном), вспомогательное и запасное имущество. Передатчик консольного типа, состоит из двух блоков питания, блоков управления и модуляторов (генераторного и антенного), расположенных в общем каркасе. Для осмотра, замены ламп и ремонта блоки передатчика выдвигаются из корпуса.

Радиопередатчик «Волхов» представляет собой средневолновый передатчик. Мощность его 300 *вт*. Диапазон частот 400—535 *кГц*. Он имеет фиксированные частоты: 410; 425; 448; 454; 468; 500 и 512 *кГц*. Передатчик рассчитан для работы ключом в режимах А1 и А2. Типовой комплекс его состоит из: передатчика, переходного трансформатора (для сетки трехфазного переменного тока напряжением 380 *в*), преобразователя ПТ-2,5 (для сети постоянного тока) с пусковой и регулирующей аппаратурой, приставки для дистанционного управления, вспомогательного и запасного имущества. Конструктивно передатчик выполнен аналогично передатчику «Ильмень».

Радиоприемник «Волна-К» рассчитан для работы в режимах А1, А2 и А3 в диапазоне 12—60, 100—600 и 1500—23 000 *кГц*.

Типовой комплект его состоит из радиоприемника, двух преобразователей ОП-120 с коммутатором и запасного имущества. Приемник имеет внутренний выпрямитель, обеспечивающий его работу при вариантах питания от судовой сети переменного тока напряжением 110; 127 и 220 в и от судовой сети постоянного тока напряжением 24; 110 и 220 в. Мощность, потребляемая от сети постоянного тока напряжением 220 и 110 в, составляет 330 вт, от сети переменного тока — 100 вт. Конструктивное устройство приемника обеспечивает свободный доступ к блокам, приборам, элементам монтажа и является удобным для ремонта и обслуживания.

§ 35. Аварийные средства радиосвязи

Радиопередатчик АСП-4, используемый на судах в качестве аварийного, работает в режиме А2 на любой из фиксированных частот: 410, 425, 454, 468, 480, 500 и 512 кГц. Частота тока тонально модулированных колебаний — 600 гц. Передатчик питается от аварийных аккумуляторов, состоящих из четырех батарей типа 5НКН-100М, через статические преобразователи напряжения, собранные на транзисторах. Емкость аккумуляторных батарей обеспечивает непрерывную работу передатчика в течение 6 ч. В корпусе передатчика расположен автоподатчик, обрабатывающий сигнал тревоги.

Передатчик представляет собой однокаскадный генератор с электронной связью, собранный на четырех лампах типа 6П21С. В анодную цепь ламп включен антенный контур, т. е. в передатчике используется простая схема выхода, обладающая вы оким к. п. д. Индикаторами настройки антенны служат амперметр с термпарой и неоновая лампочка. На аноды ламп подается выпрямленное напряжение 800 в. Цепи накала питаются переменным напряжением. По накалу лампы разделены на две группы по две лампы. Переключением можно подать накал на любую из ламп. Статический преобразователь состоит из задающего генератора и усилителя мощности, которые собраны на триодах П4Б. В схеме предусмотрено две группы триодов — рабочая и резервная. Со вторичных обмоток трансформатора-преобразователя напряжение подается на мостовую схему выпрямления (диоды Д7Ж), с которой снимается напряжение на аноды ламп. В схеме предусмотрена сигнализация «ошибка», если при включении передатчика на нем установлена частота не 500 кГц, а любая другая, или передатчик присоединен не к антенне, а к эквиваленту. Для зарядки аккумуляторов схемой предусматривается подключение их через специальный переключатель к зарядному устройству. В случае необходимости можно включить передатчик в работу во время зарядки аккумуляторов. При этом цепь заряда разрывается, а преобразователь передатчика питается только от трех аккумуляторов.

К передатчику может подключаться автоподатчик сигналов тревоги, схема которого содержит накопительный конденсатор, разряд-

ный стабилитрон типа СГ-2С, реле включения автоподатчика, электромагнит и кнопку включения.

Общий вид передатчика АСП-4 представлен на рис. 64. В передатчике используются три измерительных прибора: вольт-амперметр с переключателем для измерения напряжения накала ламп и батареи, тока заряда и разряда аккумуляторов; миллиамперметр для измерения постоянной составляющей анодного тока ламп передатчика и амперметр с термопарой для измерения тока в антенне.

Включение и настройка передатчика производятся в такой последовательности: проверяется напряжение аккумуляторов. Если напряжение меньше 24 в, то следует поставить аккумуляторы на заряд. Если напряжение больше 28 в, то для того чтобы передатчик питался от трех батарей, переключатель «Заряд — Работа» нужно поставить в положение «Заряд». Далее реостат накала ламп вывести влево и установить переключатель ламп в положение I или II. Включить передатчик кнопкой «Пуск» и отрегулировать реостатом напряжение накала. Установить нужную частоту, нажать ключ и настроить антенный контур. При наличии автоподатчика проверить его работу путем нажатия кнопки «Тревога».

Радиоприемник ПАС-1М — аварийный средневолновый, рассчитан для слухового приема в режимах А1, А2 и А3 в диапазоне 400—550 кГц. В нем применены четыре лампы типа 13П1С. При выходе из строя одной или двух ламп и отсутствии запасных приемник может работать по схеме «УВЧ — Детектор». Он допускает прием на кристаллический детектор. Питание приемника осуществляется от аккумуляторной батареи напряжением 24 в аварийного передатчика. Приемник смонтирован на шасси, устанавливаемом в металлическом корпусе.

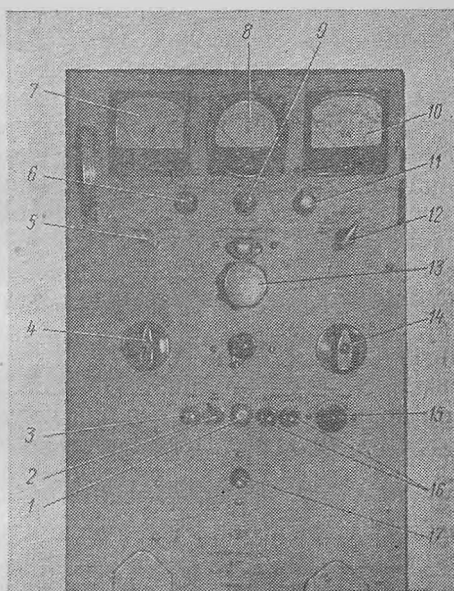


Рис. 64. Общий вид аварийного радиопередатчика АСП-4:

1 — индикатор высокого напряжения; 2 — кнопка включения заряда аккумулятора; 3 — ключ (контроль нажатия); 4 — переключатель «заряд — работа»; 5 — переключатель установки частоты; 6 — индикаторная лампочка контроля работы на частоте 500 гц; 7 — миллиамперметр анодного тока; 8 — амперметр для измерения тока антенны; 9 — индикаторная лампочка «ошибка»; 10 — вольтамперметр; 11 — индикаторная лампочка тока антенны; 12 — переключатель вольтамперметра; 13 — рукоятка настройки антенны; 14 — переключатель ламп; 15 — реостат накала ламп; 16 — кнопка «пуск» и «стоп» включения передатчика; 17 — кнопка «тревога»

Радиоприемник ПАС-2 по диапазону частот, схеме, питанию и конструкции аналогичен приемнику ПАС-1М, но превосходит его по основным электрическим характеристикам (избирательности, чувствительности и потребляемой мощности). Он не имеет кристаллического детектора.

Радиоприемник ПАС-3М относится к аварийным средневолновым приемникам и рассчитан для слухового приема в режимах А1, А2, А3 в диапазоне 400—550 кГц. Он собран на транзисторах типа П-16Б (2 шт.), П-14 (2 шт.), П-201 (1 шт.) и диодах Д103, Д808, Д810. Приемник питается от аккумуляторной батареи напряжением 24 в аварийного передатчика. Потребляемая мощность 6 вт. Смонтирован приемник на шасси, устанавливаемом в металлическом корпусе.

Автоматический податчик сигналов тревоги и бедствия АПСТБ-1М является вспомогательным аварийным прибором и предназначается для автоматической передачи сигналов бедствия, позывных и координат судна через эксплуатационный или аварийный передатчик судна, терпящего бедствие. Типовой комплект его состоит из автоподатчика, поста дистанционного управления, блока реле, запасного имущества и инструмента. Работа автоподатчика основана на принципе электромеханической коммутации набора дисков, воздействующих на контактные пары, периодически замыкающие цепи ключа передатчика. К основным приборам автоподатчика относятся модулятор, обеспечивающий обработку сигналов в строго определенной последовательности, и коммутатор координат, фиксирующий координаты судна (они устанавливаются вручную нажатием кнопок). В комплект автоподатчика входят элементы дистанционного пуска, позволяющие одновременно запускать непосредственно из рулевой рубки автоподатчик и аварийный передатчик. Источником питания автоподатчика является аккумуляторная батарея аварийного передатчика.

Автоматический податчик сигналов тревоги и бедствия АПСТБ-2 предназначается для тех же целей, что и автоподатчик АПСТБ-1М. В отличие от последнего он не передает сигналы координат судна (у него нет элементов дистанционного пуска). Автоподатчик работает на том же принципе и имеет те же узлы, что и автоподатчик АПСТБ-1М, за исключением коммутатора координат, узлов дистанционного пуска и блока реле. Он автоматически манипулирует на радиопередатчике, подключенном к нему, сигналы тревоги, бедствия и позывные судна в той же последовательности, что и автоподатчик АПСТБ-1М. Весь цикл передачи равен 90 сек. Максимальная мощность, потребляемая от батареи аварийного передатчика, составляет 16 вт.

Автоматический приемник сигналов тревоги АМП-54 (автоаларм) является вспомогательным аварийным приемником, позволяющим вести прием на частоте 500 кГц международного сигнала тревоги. Типовой комплект его состоит из автоматического приемника, умформера РУ-11АМ, головных телефонов ТА-4, трех сигнальных звонков на 24 в и вспомогательного оборудования.

Селекторное устройство приемника при приеме трех тире сигнала тревоги включает сигнальную лампочку на его панели и звуковую сигнализацию в рулевой рубке, радиорубке и карте радиста.

Приемник обеспечивает прием международного сигнала тревоги, состоящего из двенадцати тире длительностью по 4 сек каждое и перерывов между ними длительностью 1 сек. Селекторное устройство приводится в действие при режимах А1, А2.

Питание приемника может осуществляться от: аккумуляторной батареи напряжением 26 в и сети постоянного тока напряжением 110 или 220 в, аккумуляторной батареи напряжением 26 в и преобразователя типа РУ-11АМ. В последнем варианте питания потребляемая приемником мощность составляет 75 вт. Конструкция приемника обеспечивает легкий доступ ко всем узлам и деталям для их осмотра и ремонта.

Автоматический приемник сигналов тревоги АПМ-3—новая улучшенная модель приемника АПМ-54. В нем в отличие от последнего значительно повышена помехозащищенность за счет улучшения избирательных свойств усилителя высокой частоты, введена дополнительная стабилизация цепей контроля длительности основных элементов сигнала тревоги и счета посылок, упрощена схема питания, позволяющая подключить приемник к любой судовой сети. В приемнике предусмотрено снижение числа ложных срабатываний тревожной сигнализации. Он нормально работает при изменениях напряжения в сети и батарее в пределах $-15+10\%$. При резком падении напряжений приемник автоматически включает сигнализацию.

Радиостанция «Шлюп» — переносная приемопередающая, рассчитана на работу со спасательными шлюпок. Она предназначена для передачи сигналов на частотах вызова и бедствия, а также для приема телеграфных и телефонных сигналов в диапазонах средних и коротких волн. Передатчик ее имеет три фиксированные частоты: 500, 8364 и 6273 кГц. Мощность его не менее 10 вт.

Типовой комплект ее состоит из радиостанции с источником питания, головных телефонов, двух антенн (мачтовой и змейковой), эквивалента антенн, складного коробчатого змея, запасного имущества. Радиостанция смонтирована в кожухе цилиндрической формы герметической конструкции, окрашенном в желтый цвет, и имеет положительную плавучесть. Передатчик снабжен телеграфным ключом для ручной подачи сигналов, а также автоматическим датчиком сигналов тревоги и бедствия, который представляет собой устройство, автоматически замыкающее цепь манипуляции. В радиостанции используются антенны несимметричного типа, подвешиваемые на мачте или весле, в виде двух наклонных лучей длиной 9 или 60 м, поднимаемых с помощью воздушного шара. Питание радиостанции осуществляется от генератора постоянного тока с ручным приводом, вырабатывающего напряжения 350, 110 и 3 в.

Радиостанция «Плот» предназначена для передачи сиг-

налов тревоги и бедствия в диапазоне средних, промежуточных и коротких волн, а также может быть использована для ведения двустороннего телеграфного и телефонного обмена. Передатчик ее имеет фиксированные частоты: 500; 6273; 8364; и 2182 *кГц*. Мощность его не менее 10 *Вт*. Типовой комплект ее состоит из радиостанции с источником питания, трех антенн (мачтовая, змейковая и штыревая), головных телефонов, микрофона, воздушного змея, вспомогательного и запасного имущества. Радиостанция смонтирована в корпусе герметической конструкции и имеет положительную плавучесть. Конструкция радиостанции блочная, монтаж приемника печатный (с применением модулей). Радиостанцию удобно размещать на надувных плотках, спасательных шлюпках и палубе судна. Передатчик снабжен автоподатчиком телеграфного, а также телефонного сигнала тревоги. Питается радиостанция от автономного блока (генератора) с ручным приводом. Приемник может получать питание от батареи типа «Маячок-1».

Глава X

УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАДИОТЕЛЕФОННОЙ СТАНЦИИ «ЛИНДА-М»

§ 36. Структурная схема, конструкция и электропитание радиостанции

Ограничение мощности электростанций на буксирах-толкачах мощностью 150—300 *л.с.* и на грузовых теплоходах мощностью до 600 *л.с.* затрудняет установку радиостанций типа «Иртыш». Однако этот флот используется для перевозок груза на реках бассейнов при большом удалении от береговых диспетчерских пунктов и пристаней. Для обеспечения радиотелефонной связи с этими судами создана радиостанция-радиотелефон «Линда-М» (радиостанции, работающие только в радиотелефонном режиме и имеющие незначительные габариты).

Радиостанция «Линда-М» обладает целым рядом особенностей, выгодно отличающих ее от ранее применявшихся на флоте. Радиотелефон снабжен пультом управления, с которого выполняются все необходимые операции по связи. Пульт устанавливается в ходовой рубке вблизи от рабочего места судоводителя. Радиостанция позволяет осуществлять беспoisковую и бесподстроечную связь. Рабочий диапазон передатчика и приемника 1,5—12 *МГц*, причем обеспечивается автоматическая дистанционная перестройка их на 10 жестко фиксированных (кварцованных) частот с пульта управления. Номиналы частот для определенных бассейнов постоянны и согласованы с Государственной инспекцией электро-связи Министерства связи СССР. Стабильность частоты не хуже $50 \cdot 10^{-6}$. Радиостанция может быть применена также в качестве судовой командно-вещательной установки, для чего модулятор передатчика используется для усиления служебных команд на па-

лубные динамики или (при небольшой нагрузке по времени) для трансляции радиовещания от отдельного приемника. Мощность радиопередатчика не менее 40 вт. Радиостанция питается от судовой сети постоянного тока напряжением 27 в или переменного однофазного — напряжением 127/220 в, с частотой 50 гц (через специальный выпрямитель — зарядное устройство). Максимальная мощность, потребляемая радиотелефоном, не более 700 вт (от сети питания напряжением 27 в). При наличии аварийных источников питания (аккумуляторов) непрерывная работа радиостанции обеспечивается в течение 1 ч. Общий вид радиостанции в ходовой рубке теплохода представлен на рис. 65.

В комплект радиостанции входят: передатчик с блоком питания, приемник с блоком питания (от радиостанции «Иртыш»), пульт управления, силовой щит, антенный прибор, выпрямительно-зарядное устройство, аккумуляторная батарея, микрофон и громкоговорители, а также штыверная антенна и запасное имущество.

Передатчик состоит из возбuditеля, механизма автоматической настройки, выходного каскада и модулятора.

Возбудитель предназначен для генерирования напряжения на 10 частотах (в одном из вариантов частоты 2182; 1675; 1745; 1805; 2525; 2620; 2805; 4120; 4170 и 4385 кгц). В состав возбудителя входят задающий генератор, буферный и предмощный каскады. Задающий (кварцевый) генератор собран на лампе 6Ж1П с включением кварцевого резонатора между анодом и управляющей сеткой. Необходимые частоты образуются с помощью 10 малогабаритных кварцевых резонаторов. Для исключения воздействия на кварцевые резонаторы постоянного напряжения и уменьшения влияния лампы на их частоту, кварцы подключаются к аноду последней через конденсатор. Подгонка частоты кварцевого резонатора производится подключением параллельно к нему конденсаторов.

Буферный каскад уменьшает влияние последующих каскадов

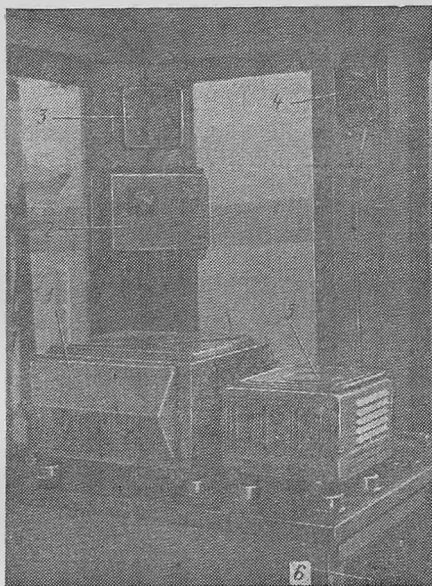


Рис. 65. Общий вид радиостанции «Линда-М» в ходовой рубке теплохода (вариант питания 27 в постоянного тока):

1 — передатчик с закрытой кожухом панелью управления; 2 — силовой щит; 3 — переходная коробка; 4 — прибор тока в антенне; 5 — блок питания передатчика; 6 — приемник (размещен в столе)

на стабильность частоты кварцевого генератора. Он представляет собой усилительный каскад с активной нагрузкой в цепи катода (катодный повторитель), собранный на лампе 6Ж1П. Эта схема позволяет усиливать без искажений широкую полосу частот. Предомножный каскад обеспечивает необходимое напряжение возбуждения выходного каскада и собран на лампе 6П15П.

Выходной каскад состоит из генератора, собранного на лампе ГУ-19 (двойной лучевой тетрод), и колебательного контура. Генератор работает в режиме прямого усиления и имеет колебательную мощность не менее 70 вт. При параллельном соединении обоих тетродов в генераторе используется режим анодно-экранной модуляции. При настройке передатчика предусмотрена работа выходного каскада с пониженной мощностью (снижается напряжение питания). При работе радиостанции на прием лампа ГУ-19 запирается подачей отрицательного напряжения 100 в на управляющую сетку. Выходной контур собран по простой схеме с последовательным питанием антенны. Он имеет два элемента настройки — вариометр и конденсатор переменной емкости.

Модулятор передатчика служит для повышения уровня напряжения звуковой частоты речевых сигналов, достаточного для анодно-экранной модуляции выходного каскада с коэффициентом глубины модуляции не ниже 80%. Он состоит из двух усилительных каскадов, собранных на трансформаторах по двухтактной схеме с общим эмиттером. В первом каскаде используются триоды П203, во втором — триоды П210А с радиаторами для рассеивания тепла. Модулятор имеет фильтр для выравнивания частотной характеристики. В радиостанциях «Линда-М» применяется радиоприемник от радиостанции «Иртыш», поэтому его структурная схема здесь не рассматривается (см. § 28).

Конструктивно радиостанция выполнена из блоков, электрическое соединение которых выполняется с помощью кабелей и штепсельных разъемов.

Радиопередатчик выполнен в виде пяти отдельных блоков на общем шасси. Элементы блока выходного каскада смонтированы непосредственно на шасси, остальные блоки — легкоъемные и соединяются со схемой передатчика врубными разъемами. Шасси крепятся к амортизационной раме. Корпус передатчика выполнен из листового алюминия. Органы управления передатчика расположены на передней панели и закрыты крышкой. Охлаждение передатчика естественное, для чего в крышках его корпуса сделаны вентиляционные отверстия.

Конструкция приемника описана в § 29. Все детали и узлы схемы пульта дистанционного управления находятся в штампованном алюминиевом корпусе со съемным дном. На передней наклонной и частично вертикальной стенках пульта установлены органы дистанционного управления и индикации.

Силовой щит имеет вертикально укрепляемое основание, на котором смонтированы токораспределительные элементы. Элементы зарядно-выпрямительного устройства размещаются на

металлическом шасси и внутри него. На лицевой стороне одной из боковых стенок шасси расположены разъемы — входной и выходной, главный выключатель напряжения судовой сети и предохранители.

Электропитание станции. Радиопередатчик и радиоприемник имеют автономное питание, предусмотренное их электрической схемой, от сети напряжением 27 в постоянного тока. Постоянные 480, 230 и 100 в и переменное 6,3 в напряжения для питания всех цепей передатчика (кроме модулятора) обеспечиваются статическим полупроводниковым преобразователем. Транзисторы модулятора получают питание (15 и 20 в) от выпрямителя преобразователя или судовой сети напряжением 27 в через гасительное сопротивление или делитель напряжения.

Преобразователь состоит из генератора переменного напряжения, выполненного по двухтактной схеме на транзисторах типа П4Б, двух усилителей мощности полученного переменного напряжения и соответственно двух полупроводниковых выпрямителей. С вторичной обмотки трансформатора первого усилителя мощностью 60 вт переменное напряжение 480 в поступает на выпрямитель, собранный по мостовой схеме на диодах типа Д226. Со второго усилителя мощностью 30 вт снимаются напряжения 230; 110 и 6,3 в. Переменные напряжения 230 и 100 в поступают на аналогичные выпрямители, собранные на диодах типа Д226.

Радиостанция «Линда-М» в зависимости от напряжения судовой сети имеет два варианта комплектации. В комплект станции входят: два силовых щита (один при питании от однофазной сети переменного тока напряжением 127/220 в с частотой 50 гц, другой при питании от сети постоянного тока напряжением 27 в). В первом варианте предусмотрена возможность аварийной работы от аккумуляторной батареи типа 5НКН-45 (в варианте питания от сети постоянного тока напряжением 27 в аккумуляторы не поставляются). Станция комплектуется выпрямительно-зарядным устройством с двумя однофазными двухполупериодными выпрямителями, собранными по мостовой схеме, и общим силовым трансформатором. От первого выпрямителя (на диодах типа Д215) получают питание радиоприемник и цепи автоматики, от второго, работающего на селеновых выпрямительных столбиках, — радиопередатчик. Кроме того, второй выпрямитель осуществляет зарядку аккумуляторов. При этом обеспечивается регулировка напряжения от 22 до 45 в.

§ 37. Система управления радиостанцией

Управление радиостанцией производится дистанционно пультом управления. В режиме настройки передатчиком можно управлять непосредственно с передней панели.

Пульт дистанционного управления (рис. 66) состоит из системы дистанционного управления, органов индикации, усилителя ограничителя и автоподатчика сигналов тревоги, электроакусти-

ческих приборов (громкоговорителя и микрофонной трубки).

В систему дистанционного управления входят органы управления во многом идентичные с органами управления пульта радиостанции «Иртыш», а именно: переключатели каналов приемника («Каналы ПРМ») и передатчика («Каналы ПРД»), релейно-контактные группы и пакетные переключатели, кнопки: перехода на рабочий канал («Раб. каналы»), включения автоподатчика («Сигнал тревоги»),

тумблеров включения ограничения помех («Огр. помех»), ограничения модуляции («Огр. мод»), уменьшения мощности («25%—100%») и переключения модулятора для использования при трансляции («Эфир—Вещание»). К этой системе также относятся тумблеры подключения линий динамиков в режиме командного вещания или трансляции, тумблер «АРГ-РРГ», ручка «Громкость» регулировки усиления и громкости приемника.

В систему индикации входят лампочки индикации рабочего и вызывного каналов передатчика и приемника («Рабочий» и «Вызывной»), ручка «Яркость» подсветки шкал переключения каналов.

С пульта управления можно дистанционно выполнять следующие операции, необходимые для обеспечения дежурного приема, ведения двусторонней телефонной

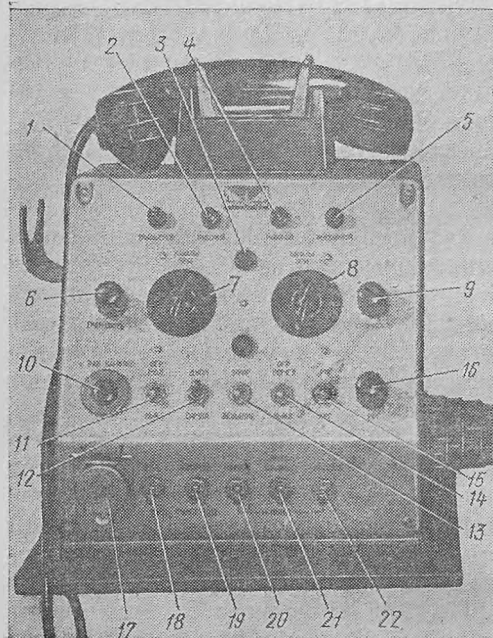


Рис. 66. Общий вид пульта дистанционного управления радиостанции «Линда-М»:

1 — «вызывной»; 2 — «рабочий»; 3 — индикатор; 4 — рабочий; 5 — «вызывной»; 6 — «громкость»; 7 — «ПРД»; 8 — «ПРМ»; 9 — «громкость»; 10 — «раб. каналы»; 11 — «огр. мод. — выкл.»; 12 — «дупл. — симпл.»; 13 — «эфир вещание»; 14 — «огр. помех. — выкл.»; 15 — «РРГ-АРГ»; 16 — «РРГ»; 17 — сигнал тревоги; 18 — «25%—100%»; 19 — команда-трансляция; 20—22 — включение линий вещания

связи, а также подачи громкоговорящих служебных команд и трансляции вещания;

подачу питания на передатчик при снятии микрофонной трубки с верхнего рычага;

автоматическую перестройку передатчика на любую заранее настроенную волну на одном из имеющихся десяти каналов (переключатель «Каналы ПРД»);

автоматическую перестройку радиоприемника на один из десяти фиксированных каналов (переключатель «Каналы ПРМ»);

автоматический возврат системы автонастройки радиоприемника на первый (вызывной) канал после укладки микротелефонной трубки на верхний рычаг пульта и сигнализацию о готовности приемника к работе на вызывном канале;

подключение к выходу приемника динамического громкоговорителя и включение автоматической регулировки усиления независимо от положения переключателя «АРГ-РРГ»;

сохранение настройки приемника на вызывном канале при снятии микротелефонной трубки с верхнего рычага;

перестройку приемника при снятой микротелефонной трубке с вызывного канала на рабочие каналы путем нажатия кнопки «Раб. каналы»;

регулирование громкости приемника изменением сигнала на выходе выходного каскада УНЧ (рукоятка «Громкость») или отрицательного смещения в цепи управляющих сеток ламп (переключатель «АРГ-РРГ»);

включение помехозащитной приставки (переключатель «Огр. помех — Выкл.»), усилителя-ограничителя (переключатель «Огр. мод. — Выкл.»), изменение режима работы (переключатель «Симпл. — Дупл.»), уменьшение мощности передатчика (переключатель «25% — 100%»);

перевод радиостанции в режим передачи при нажатии тангенты на микротелефонной трубке;

сигнализацию о готовности к работе приемника на вызывном («Вызывной») или рабочем («Рабочий») канале и передатчика на рабочем канале («Рабочий»), регулирование яркости подсветки гравировки шкал переключателей каналов («Яркость»);

включение радиотелефонного сигнала тревоги кнопкой «Сигнал тревоги»;

подключение громкоговорящей командной связи при включении тумблера «Команда-Трансляция» в положение «Команда» при снятой микротелефонной трубке.

Дистанционное выполнение перечисленных операций по управлению передатчиком и приемником обеспечивается системой автоматической перестройки и управления, представляющей собой электромеханическое устройство.

Для обеспечения связи судоводителю необходимо оперировать только микротелефонной трубкой (см. рис. 66), регулировать громкость приема и следить за правильностью номера канала, установленного в соответствии с указаниями по радиосвязи для данного бассейна.

Перед включением радиостанции в судовую сеть нужно периодически проверять правильность и надежность соединений кабелей питания, антенных вводов и заземления блоков. На силовом щите ручка выключателя сети ставится в положение «Вкл.». Напряжение 27 в при этом распределяется по цепям питания приемника и передатчика (или используется для заряда аккумуляторов). При варианте питания от сети напряжением 127/220 в предварительно включается выпрямительно-зарядное устройство. Тумблер

«127—220 в» следует поставить в нужное положение, переключатель «Заряд» — в положение «Выкл.», тумблер «ПРМ — Выкл.» — в положение ПРМ», автоматы защиты аккумуляторов — в положение «Аккумуляторы». На силовом щите должна загореться неоновая лампочка, сигнализирующая о наличии напряжения судовой сети (127/220 в), а вольтметр для контроля выпрямленного напряжения — показать напряжение 27 в. Одновременно с неоновой лампочкой загораются сигнальные лампочки «ПРМ» и «ПРД» на передней панели выпрямителя. После этого тумблер «Ампер-Вольт·2» на выпрямителе следует установить в положение «Вольт·2» и по измерительному прибору проверить величину напряжения холостого хода выпрямителя по цепи «ПРД» (38—42 в), переключить тумблер в положение «Ампер», снять микротелефонную трубку на пульте управления, нажать тангенту и проверить потребление тока передатчиком. Ток должен быть 8—9 а.

В случае аварии судовой сети неоновая лампочка на силовом щите не горит, а вольтметр показывает напряжение автоматически подключившихся аккумуляторов. Но если при работе от аккумуляторов будет подано напряжение судовой сети, то радиотелефон автоматически переключится с аварийного питания на питание от судовой сети. В момент переключения питания приемник автоматически перестраивается на частоту первого канала. Поэтому для возврата его на частоту того канала, на котором до этого производился прием, необходимо нажать кнопку «Раб. каналы» на пульте управления. Перестройки передатчика при переключении питания в данном случае не происходит.

Подготовив и проверив источники электропитания, можно приступить к проверке приемника и передатчика. После включения питания на пульте управления должна загореться лампочка «Вызывной», сигнализирующая о готовности к работе приемника. Следует проверить режим работы его основных каскадов по контрольному прибору (показания при измерении напряжений +27, +230 и —20 в должны быть в пределах от 6 до 9 делений).

Передатчик включается снятием микротелефонной трубки с рычага пульта управления. При этом тумблер «Эфир — Вещание» должен находиться в положении «Эфир». На блок питания передатчика подается напряжение 27 в, а на лампу выходного каскада и лампы возбуждителя — напряжение накала 6,3 в. После прогрева ламп передатчика (60 сек) радиостанция готова к работе. О готовности к работе передатчика на пульте управления сигнализируют лампочки «Каналы ПРД» — «Вызывной» и «Рабочий».

При настройке передатчика тумблер «25%—100%» на пульте управления ставится в положение «25%», а переключатель управления и контроля на панели передатчика переводится из положения «Дист.» в положение «А». С помощью измерительного прибора проверяется наличие анодного тока лампы выходного каскада, а при положениях переключателя «УС и ЭС» — напряже-

ние на ее управляющей и экранной сетках. В положениях «+230», «+27», «6,3» проверяются напряжения на выходах анодного и накального выпрямителей и напряжение накала лампы выходного каскада передатчика.

Перед началом настройки передатчика переключатель каналов устанавливается в положение «1», соответствующее первому каналу. Фиксаторные ручки поворачиваются против часовой стрелки до появления красной точки. Затем ручкой «А» (переключатель кварцев) определяется рабочая частота. Ручка «Б» (конденсатор переменной емкости блока выходного каскада) и ручка «В» (шаровой вариометр выходного каскада) устанавливаются по шкалам в положение, соответствующее рабочей частоте, согласно прилагаемой к станции таблице настройки. Вращая ручку «В» (переключатель контроля ставится в положение «А»), следует добиться минимального отклонения стрелки прибора, и, если оно находится в пределах 15 ± 2 деления, настройка заканчивается. Если минимальное отклонение стрелки меньше 15 ± 2 деления, то надо несколько повернуть ручку «Б» в сторону увеличения показаний шкалы и, вращая ручку «В», вновь получить минимальные отклонения стрелки.

Настроив передатчик на первом канале, следует все ручки зафиксировать в исходном положении. Для этого нужно повернуть фиксаторную ручку по часовой стрелке до появления белой точки и следить за тем, чтобы не произошло смещения ручек настроек. Затем нужно перевести переключатель каналов в следующее положение и повторить указанные выше операции. После окончания настройки его необходимо установить в положение «Дист.» для работы с пульта управления.

Чтобы проверить громкоговорящую командную связь, тумблер «Эфир—Вещание» (см. рис. 66) ставят в положение «Вещание», а тумблер «Команда—Трансляция» — в положение «Команда». Подключив тумблерами требуемые линии, следует снять с рычага микрофонную трубку и подать требуемые команды. Через трансформатор, расположенный в пульте управления, сигнал низкой частоты поступает на вход модулятора, а с его выхода — на другой трансформатор, который нагружается на линии.

При проверке трансляции радиовещания тумблер «Вещание — Трансляция» устанавливается в положение «Трансляция». С выхода вещательного приемника или магнитофона сигнал низкой частоты поступает на вход модулятора и далее на трансляционные линии. Обслуживающий персонал должен регулярно заряжать аварийные аккумуляторы.

Величины зарядного тока и напряжения устанавливаются переключателем «Заряд» на выпрямительно-зарядном устройстве и контролируются приборами, смонтированными на его передней панели. Вольтметр силового щита также показывает величину напряжения заряда. Во время зарядки радиостанция может работать во всех режимах, кроме передачи в эфир, так как напряжение на передатчике снимается.

УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАДИОТЕЛЕФОННОЙ СТАНЦИЕЙ «КАМА-С»

§ 38. Основные характеристики и структурная схема радиостанции

Судовая УКВ радиотелефонная станция «Кама-С» с частотной модуляцией и автоматическим вызовом предназначена для дуплексной и симплексной связи с береговыми станциями «Кама-П» и симплексной связи между радиостанциями «Кама-С».

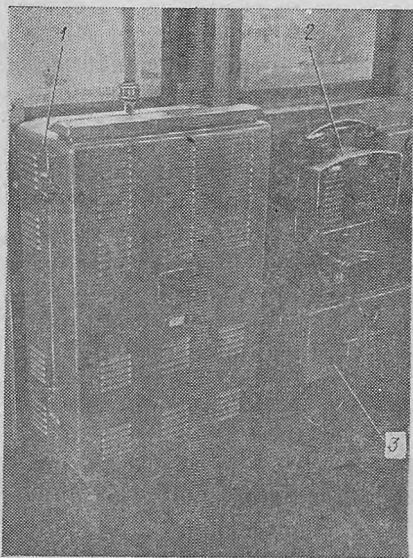


Рис. 67. Общий вид радиостанции «Кама-С» в ходовой рубке теплохода:

1 — приемопередатчик; 2 — пульт дистанционного управления; 3 — блок пускателя и регулятора преобразователя АМГ-3

Она может работать с другими типами радиостанций с частотной модуляцией, если они настроены на частоты каналов радиостанции «Кама-С» и могут передавать сигналы автоматического вызова, принятые в радиостанции «Кама-С».

Основные блоки радиостанции (рис. 67) находятся в приемопередатчике, который с помощью кабелей соединяется с пультом дистанционного управления (ПДУ) и антенной.

Передающая часть радиостанции передает сигналы автоматического тонального вызова и речи на любом из одиннадцати каналов, соответствующих приведенным ниже фиксированным частотам в диапазоне 300—300,5 Мгц.

Приемная часть радиостанции позволяет принимать сигналы на любом из шести дуплексных каналов, соответствующих

фиксированным частотам в диапазоне 336, 25—336,5 дгц, или на любом из пяти симплексных каналов, соответствующих фиксированным частотам в диапазоне 300—300,2 дгц.

Применение кварцевой стабилизации частоты задающих генераторов передатчика и генеродинов приемника обеспечивает беспереходную и бесподстроечную связь.

Кварцевые резонаторы работают в генераторах на фиксированных частотах в диапазоне 11,484—12,887 дгц. Термостатирование кварцевых резонаторов и специальная схема перестройки частоты позволяют применять резонатор для получения двух-трех

фиксированных частот. После многократного умножения эти частоты используются в тракте приемника и передатчика. Мощность передатчика 10—20 *вт*. Чувствительность приемника изменяется в пределах 1,5—6 *мкв* в зависимости от положения регулятора шумоподавителя и порога срабатывания дешифратора автоматического вызова.

Радиостанция рассчитана на длительную непрерывную работу в режиме приема.

В режиме передачи станция может непрерывно действовать не более 1 *ч*, в связи с чем передатчик работает только при нажатой тангенте микротелефонной трубки.

Установка микротелефонной трубки в зажимы ПДУ обеспечивает переход на канал 5 для приема сигналов автоматического вызова и следующего за ним речевого сообщения. Радиостанция «Кама-С» имеет систему посылки и приема сигналов автоматического вызова.

Расположенный в приемепередатчике блок вызова содержит генератор для посылки тонального вызова и дешифратор для приема автоматического вызова. Автоматический вызов может быть избирательным, циркулярным или тональным. Каждой станции «Кама-С» присваивается один из 100 номеров, определяемых частотой двух электромеханических фильтров в дешифраторе блока вызова.

Если береговая станция посылает сигнал избирательного вызова, то дешифратор вызова срабатывает только на станциях, в дешифраторах которых частота электромеханических фильтров соответствует сигналу данного избирательного вызова. В остальных станциях дешифраторы не срабатывают.

Избирательный вызов и следующее за ним сообщение будут прослушаны на громкоговорителях только тех станций, дешифраторы которых работали.

Если учесть, что избирательных вызовов только 100, а рейдовых и транзитных судов в паромстве может быть значительно больше, то один и тот же номер может присваиваться группе однотипных судов. В этом случае после сигнала индивидуального вызова следует речевое сообщение, в котором уточняется, какая станция вызывается на связь.

Кроме фильтров для дешифрования индивидуального вызова, в блоке вызова радиостанции «Кама-С» имеется фильтр на частоту 1989 *гц* для дешифрования циркулярного или тонального вызова. При приеме сигналов, модулированных частотой 1989 *гц*, срабатывают дешифраторы всех станций. При этом на громкоговорителях всех станций будет прослушиваться тональный сигнал и следующее за ним речевое сообщение до тех пор, пока не будет отпущена тангента на станции, пославшей вызов. Дальнейшее прослушивание речевых сообщений будет происходить только на тех станциях, на которых за это время была снята микротелефонная трубка с зажимов ПДУ.

Посылка тонального вызова с судна на береговую радиостан-

цию осуществляется на дежурном дуплексном канале данной береговой станции «Кама-П» (другие суда вызываются на канале 5). Для переговоров между судами используются каналы 1—4 (симплексные), а для работы с берегом — 6—11 (дуплексные). Структурная схема радиостанции представлена на рис. 68.

Радиостанция имеет блочное исполнение. Приемопередатчик состоит из следующих блоков: выходных каскадов передатчика

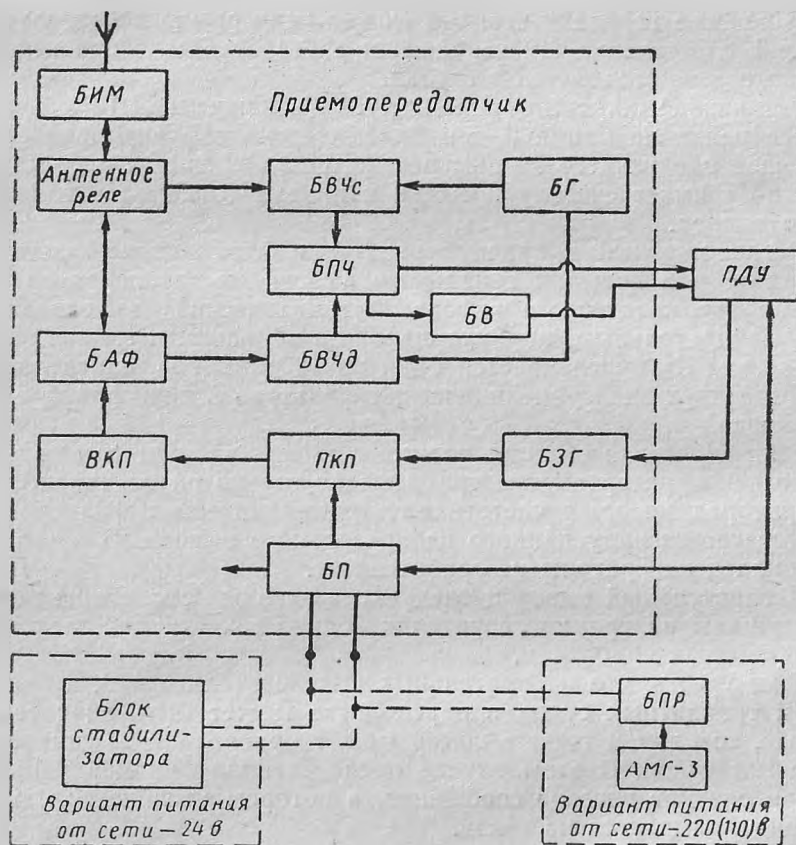


Рис. 68. Структурная схема радиостанции «Кама-С»

ВКП, предварительных каскадов передатчика ПКП, блока задающих генераторов БЗГ, блока генераторов (гетеродинов) БГ, блока промежуточной частоты БПЧ, блока высокой частоты симплексного БВЧс, блока высокой частоты дуплексного БВЧд, блока антенного фильтра БАФ, блока индикации мощности БИМ, блока вызова БВ, блока питания БП. Тракт передатчика станции содержит: подмодулятор, выполненный на печатной плате (расположен в ПДУ), модулятор и задающие генераторы (расположены в

БЗГ), усилители напряжения, усилители мощности и умножители частоты (расположены в БЗГ, ПКП, ВКП), антенный фильтр для ограничения полосы излучаемых частот и обеспечения работы приемника и передатчика на одну антенну, индикатор излучаемой передатчиком мощности БИМ.

Работа передатчика происходит следующим образом. Сигнал от микрофона попадает на подмодулятор, в котором происходит усиление или ограничение напряжения сигналов звуковой частоты в зависимости от уровня поступающего сигнала. Затем сигнал проходит через фильтр с полосой пропускания 300—3400 гц и через регулируемый делитель напряжения поступает на модулятор. На модулятор поступает, кроме напряжения звуковой частоты, еще и напряжение высокой частоты, вырабатываемое кварцевыми генераторами.

Модулятор представляет собой Т-образный мостиковый фильтр с перестраиваемыми резонансными плечами. Функцию перестраиваемых элементов выполняют емкости диодов, которые изменяются под воздействием звуковой частоты и перестраивают резонансные плечи модулятора. При одновременном поступлении на модулятор сигналов высокой частоты и звукового напряжения на его выходе получается высокочастотное напряжение, модулированное по частоте (фазе) низкочастотным сигналом. Это напряжение после усиления и многократного умножения по частоте излучается антенной в режиме передачи.

Максимальная девиация (отклонение частоты от номинального значения под воздействием низкочастотного сигнала) должна быть не более 10 кгц . Обычно регулируют девиацию на звуковой частоте 1000 гц . С помощью регулировочных элементов выставляют номинальную девиацию 5 кгц и проверяют уровни девиации в диапазоне 300—3400 гц . Одновременно контролируют форму напряжения посредством подключения к передатчику девиометра и измерителя коэффициента нелинейных искажений или осциллографа.

Излучаемая передатчиком мощность может быть проверена с помощью высокочастотного вольтметра или встроенного в станцию индикатора излучаемой мощности (блок БИМ). Индикатор мощности измеряет мощность, которая проходит в антенну (или эквивалент антенны). При обрыве или коротком замыкании в антенном фидере индикатор мощности фиксирует отсутствие излучения мощности (на ПДУ лампочка ПРД не загорается, на измерительном приборе в блоке питания стрелка будет находиться в начале шкалы). Однако схема индикации мощности может давать большие погрешности при выходе из строя элементов (ламп, диодов, переменных сопротивлений) в схеме БИМ. Рекомендуется проверить наличие излучения передатчика посредством работы на связь с другой станцией. Кроме того, в станции имеется режим самопрослушивания (на канале 5 при снятии трубки с зажимов ПДУ), который позволяет проверить исправность трактов подмодулятора, модулятора, задающих генераторов, блока проме-

межуточной частоты и усилителя низкой частоты приемника прослушиванием сигналов от своего микрофона на телефоне трубки. Кроме того, при нажатии тангенты передатчика наблюдается подавление шумов приемника при полностью открытом шумоподавителе приемника.

Приемный тракт станции представляет собой супергетеродин с тройным преобразованием частоты. Он содержит два блока высокой частоты (симплексный *ВВЧ* и дуплексный *ВВЧд*; они одинаковы по принципиальной схеме, но отличаются частотами настройки), два тракта гетеродинов (симплексный и дуплексный — блок *БГ*), один блок промежуточной частоты с шумоподавителем *БПЧ* и усилитель низкой частоты (расположен в *ПДУ*).

Так как приемники рассчитаны на прием довольно высоких частот, то на входе блоков высокой частоты применены в качестве высокодобротных полосовых фильтров объемные резонаторы.

В тракте усилителей третьей промежуточной частоты (*БПЧ*) применены фильтры сосредоточенной селекции, обеспечивающие высокую избирательность (70 *дб*) по соседним каналам приемника. В *БПЧ* применены также специфические каскады для приемных устройств с частотной модуляцией (ограничитель и частотный детектор). Назначение ограничителя заключается в том, чтобы исключить амплитудную модуляцию сигнала, которая возникает в приемном тракте благодаря помехам и собственным шумам приемника. Ограничителем служит каскад усилителя третьей промежуточной частоты, лампа которого поставлена в режим отсечки сеточного и анодного тока. В качестве частотного детектора применен дискриминатор на диодах. Блоки передатчика и приемника собраны на лампах типа 6Ж9П, 6С4П, 6Н1П, ГУ-17, ГУ-19 (усилители в передатчике) и на транзисторах типа П416А, П210А.

В связи с тем, что приемники УКВ диапазона создают при отсутствии полезного сигнала большой уровень собственных шумов, в станцию введен шумоподаватель (*ШПД*). Шумоподаватель представляет собой пороговый регулятор чувствительности станции. До тех пор, пока сигнал на входе приемника не превысит установленный регулятором *ШПД* уровень, на выходе *УНЧ* сигналы не прослушиваются. Шумоподаватель избавляет судоводителя от прослушивания шумов и тресков в приемнике при ведении дежурного приема. Регулятор шумоподавителя должен быть установлен на нижний порог срабатывания, так как увеличение порога срабатывания приводит к уменьшению дальности связи.

Сочетание шумоподавителя и системы автоматического вызова позволяет снизить утомляемость судоводителя.

§ 39. Конструкция и электропитание радиостанции

Конструктивно приемопередатчик представляет собой шкаф из листовой стали. Кожух и крышка его имеют жалюзи для вентиляции. В верхней части шкафа сделан высокочастотный разъем для подключения антенного кабеля типа РК-75-17-11 (затухание

0,03 дб/м, диаметр 25 мм), а в нижней — разъемы для подключения кабеля питания и кабелей, соединяющих приемопередатчик и ПДУ (кабели типа КНРЭТЭ-16). Внутри шкафа на поворотной раме установлены: блок выходных каскадов передатчика, блок предварительных каскадов передатчика, блок задающего генератора, блок промежуточной частоты приемников, два блока высокой частоты (симплексный и дуплексный) приемников и блок генераторов (гетеродинов).

При повороте рамы обеспечивается доступ к монтажу всех установленных на ней и на задней стенке шкафа блоков. Блоки питания радиостанции от сети напряжения 127/220 в, частотой 50 гц или напряжением постоянного тока 24 в взаимозаменяемы. В нижней части блока на кронштейнах укреплена передняя панель с измерительным прибором, держателями предохранителей, местным пультом управления и контрольными гнездами.

Блок питания радиостанции от сети постоянного тока внешне отличается от блока питания переменного тока тем, что на нем установлены литые радиаторы с транзисторами П210А и П4Б, которые используются в схемах преобразователей напряжений.

Пульт дистанционного управления выполнен в металлическом корпусе с крышкой, являющейся панелью. На ней смонтированы динамик, переключатель каналов, тумблеры, кнопки и сигнальные лампочки. На задней стенке закреплена плита с усилителем низкой частоты. Пульт крепится к вертикальной переборке судна.

Электропитание радиостанции производится от сети переменного или постоянного тока. Блок питания для сети переменного тока состоит из выпрямителей и стабилизаторов напряжения, собранных на полупроводниковых приборах, а также сглаживающих фильтров. Все выпрямители выполнены по мостовой схеме включения полупроводниковых вентилях. В блоке применены унифицированные трансформаторы и дроссели. С целью предохранения выходных и входных цепей этого блока от коротких замыканий в них включены предохранители, выведенные на переднюю панель блока. На ней сделаны гнезда для контроля напряжений, выдаваемых блоком питания, и установлен индикаторный измерительный прибор.

В блоке питания от сети переменного тока расположены коммутационные реле: «Включение радиостанции», «Переключения прием — Передача», «Переключения симплекс — Дуплекс», «Самопрослушивание» и «Прием — Связь».

Блок питания от сети постоянного тока напряжением 24 в отличается от блока питания переменного тока наличием двух преобразователей напряжения, один из которых предназначен для питания накальных цепей радиостанции и анодно-сеточных цепей приемника, другой — для питания анодно-сеточных цепей передатчика. Оба преобразователя выполнены по схеме преобразователя постоянного тока (24 в) в переменный с частотой 800—1000 гц, прямоугольной формой напряжения и последующим усилением мощности, трансформацией напряжений и выпрямлением.

Питание радиостанции от судовой сети постоянного тока 24 в из-за резких колебаний напряжения на речных судах при их разных режимах работы осуществляется через блок стабилизатора, который поддерживает на входе блока питания напряжение в пределах 22—26 в при изменении его в сети от 22 до 32 в. Блок состоит из двух однотипных стабилизаторов: одного — для питания преобразователя приемника, другого — для питания преобразователя передатчика. Стабилизация напряжения обеспечивается подключением при повышении напряжения токоограничивающих (параллельно включенных) сопротивлений посредством полупроводниковых диодов и реле.

При питании радиостанции от сети постоянного тока в комплект ее входит преобразователь АМГ-3.

§ 40. Система управления радиостанцией

Управление радиостанцией производится с пульта дистанционного управления (ПДУ). На блоке питания в приемопередатчике имеется также местный пульт, который предназначен для проверки режимов станции.

Пульт дистанционного управления (рис. 69) состоит из системы дистанционного управления, системы индикации, усилителя низкой частоты с громкоговорителем и телефоном, тракта низкой частоты передатчика. В систему дистанционного управления входят: тумблер включения радиостанции; тумблер «Прием — Связь», позволяющий переводить ее с режима дежурного приема в режим двусторонней связи; переключатель рабочих каналов «Каналы»; кнопка перехода на рабочий канал «Вызывной — Рабочий»; кнопка циркулярного вызова «Вызов»; регулятор шумоподавителя «ШПД»; контактная группа микротелефонной трубки и реле с контактными группами.

К системе индикации относятся лампочка включения радиостанции и подсветки шкалы каналов, лампочка вызовного канала, лампочка вызова (группового, избирательного или циркулярного) и лампочка индикации излучения мощности передатчика.

В тракт низкой частоты передатчика (подмодулятор) входят: микрофон микротелефонной трубки, усилитель-ограничитель девиации, фильтр низкой частоты и делитель напряжения. В тракт низкой частоты приемника в ПДУ входит усилитель низкой частоты с регулятором громкости на входе, громкоговорителем и телефоном микротелефонной трубки на выходе.

С пульта дистанционного управления включают станцию и выключают ее, переходят с дежурного приема на двустороннюю связь, включают передатчик и выключают его, переключают каналы, переходят с канала вызова на рабочий канал, регулируют громкость, шумоподаватель и яркость свечения индикаторных ламп, принимают циркулярный и избирательный вызов, посылают циркулярный вызов и автоматически переходят на канал вызова при прекращении связи.

Дистанционное переключение каналов связи обеспечивается системой коммутационных реле.

При предварительной проверке радиостанции и включении ее в работу необходимо установить правильность подключения всех высокочастотных и соединительных кабелей. На пульте управления тумблер включения радиостанции перевести в положение

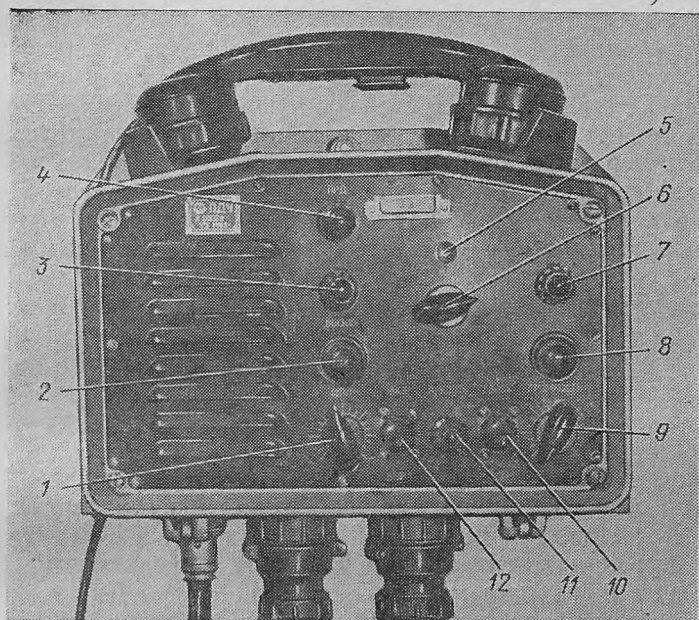


Рис. 69. Общий вид пульта дистанционного управления радиостанции «Кама-С»:

1 — ручка «шумоподаватель»; 2 — кнопка посылки циркулярного вызова «вызов»; 3 — сигнальная лампочка работы вызывного канала; 4 — сигнальная лампочка передачи с рабочего канала «прд»; 5 — лампочка подсветки шкалы переключателя каналов; 6 — переключатель «каналы»; 7 — сигнальная лампочка приема вызова «вызов»; 8 — кнопка включения рабочего канала «рабочий»; 9 — ручка «громкость»; 10 — тумблер «прием—связь»; 11 — ручка регулировки яркости подсветки шкалы переключателей каналов; 12 — тумблер включения питания «вкл.—выкл.»

«Выкл.», тумблер «Прием — Связь» — в положение «Связь», ручку «Громкость» — в крайнее правое положение, ручку «Шумоподаватель» — в крайнее левое положение, переключатель «Каналы» — в любое положение. Микротелефонную трубку вставить между зажимами, расположенными на ПДУ сверху.

Судовая радиостанция во время рейса, как правило, должна находиться в режиме дежурного приема. В этом случае тумблер включения питания устанавливается в положение «Вкл.» и станция автоматически настраивается на вызывной канал 5. При этом загораются сигнальные лампочки вызывного канала и лампочка подсветки шкалы переключателя каналов.

При снятии микротелефонной трубки с рычага в громкоговорителе слышны характерные для приемника шумы. Вращая ручку шумоподавителя вправо, нужно установить его на пороге срабатывания, что можно определить по исчезновению характерных эфирных шумов в громкоговорителе.

Срабатывание дешифратора вызова (циркулярного или избирательного) происходит только при положенной на рычаг трубке. При приеме вызова загорается сигнальная лампочка «Вызов», в громкоговорителе слышен сигнал определенного тона, после чего может последовать уточнение вызова голосом. Если необходимо, то подключают внешний акустический индикатор (ревун, звонок).

Для ответа вызывающей радиостанции (режим двусторонней связи) тумблер режимов работы переводится в положение «Связь», микротелефонная трубка снимается с рычага, и разговор ведется на канале 5. При этом в телефоне прослушивается своя речь (проверочный режим самопрослушивания). После достижения договоренности с корреспондентом о рабочем канале переходят на него, для чего переключатель каналов устанавливается на нужный номер канала и нажимается кнопка «Рабочий», индикаторная лампочка «Вызывной» гаснет. Чтобы включить передатчик, нужно каждый раз нажимать тангенту. На симплексных каналах (1—5) при включении передатчика приемник отключается, на дуплексных (6—11) они работают одновременно. О нормальной работе передатчика сигнализирует в данный момент лампочка «ПРД». Уровень громкости прослушивания абонента регулируется ручкой «Громкость». Посылка циркулярного вызова осуществляется на канале 5 путем нажатия кнопки «Вызов». По окончании двусторонней связи и укладки микротелефонной трубки между зажимами ПДУ станция автоматически перестраивается на вызывной канал 5.

Если в ближайшее время не ожидается связи с корреспондентом, то с целью экономии электроэнергии тумблер «Прием — связь» следует перевести в положение «Прием». Радиостанция выключается тумблером включения при его положении «Выкл.».

На местном пульте после подключения микротелефонной трубки и установки тумблера в положение «Р/С» можно переключать каналы, проверять основные напряжения, регулировать ШПД, включать передатчик и осуществлять прием.

Обычную связь с местного пульта проводить не рекомендуется, так как сигнал от микрофона на модулятор проходит без ограничения по уровню, что может привести к увеличению девиации свыше 10 кГц и созданию помех станциями, работающими на соседних каналах. Поэтому с местного пульта нельзя послать сигнал автоматического вызова без использования дополнительного проводника, имитирующего включение кнопки «Вызов» для подачи напряжения — 27 в на схему формирования посылки сигнала автоматического вызова.

Необходимо обратить внимание на установку регулятора уровня сигнала вызова в блоке БВ (13—К27) в положение, при кото-

ром девиация при посылке сигнала автоматического вызова была бы в пределах 5—7 кГц, при малой девиации от сигнала вызова снижается дальность связи; при девиации, превышающей 10 кГц, возникает прослушивание сигнала вызова на соседних каналах.

§ 41. УКВ радиостанция «Корабль-2»

Для обеспечения связи у судов, выходящих в длительное плавание в морские районы, на них устанавливается радиостанция «Корабль-2», так как международная морская УКВ радиотелефонная связь осуществляется в диапазоне частот 156—162 МГц.

Радиостанция «Корабль-2» — приемо-передающая с фазовой модуляцией, работает на ультракоротких волнах. Она предназначена для симплексной связи между судами и дуплексной связи с береговыми радиостанциями и с портовой (городской) телефонной сетью.

Диапазоны частот: 156,025—157,425; 160,625—160,975; 161,475—162,025 МГц. В указанных диапазонах радиостанция работает на шестнадцати фиксированных каналах (в том числе семь симплексных (6, 8, 9, 10, 12, 14, 16) и девять дуплексных (1, 8, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 27)). Мощность передатчика 10 Вт. Комплектация станции, конструкция, источники питания и большинство схемных решений аналогичны радиостанции «Кама-С». В качестве антенны используется несимметричный вертикальный вибратор с шестью противовесами.

Включение и управление радиостанцией осуществляется дистанционно с пульта управления (ПДУ). На рис. 70 представлен общий вид ПДУ последней модификации.

Управление радиостанцией осуществляется в такой последовательности. Дежурный радиоприем обеспечивается на канале 16. Для этого тумблер «Р/СТ — Вкл. — Выкл.» устанавливается в положение «Вкл.». При этом загорается лампочка подсветки шкалы с нумерацией каналов и индикаторная лампочка «Канал вызова». Далее ручка «Шумоподаватель» устанавливается в такое положение, при котором в громкоговорителе пропадают шумы. При про-

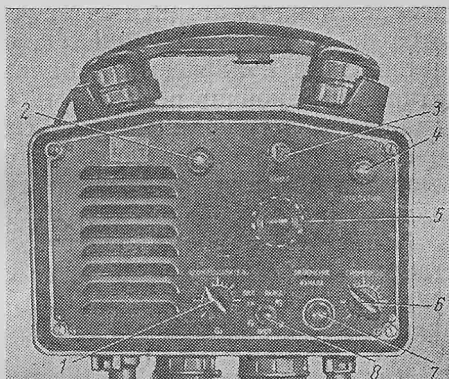


Рис. 70. Общий вид пульта дистанционного управления радиостанции «Корабль-2»:

1 — ручка «Шумоподаватель»; 2 — индикаторная лампочка контроля «Канал вызова»; 3 — смотровое окно контроля номера канала; 4 — индикаторная лампочка «Передатчик» (контроль передачи); 5 — переключатель «Канал» выбора рабочего канала; 6 — ручка «Громкость»; 7 — кнопка «Включение канала»; 8 — тумблер «Вкл. — Выкл.» включения радиостанции

слушивании передачи (вызов судна) установить ручкой «Громкость» необходимый уровень громкости.

Если требуется ответить другому судну или береговой радиостанции (или вызвать их), то необходимо снять с держателей микротелефонную трубку, нажать тангенту и говорить. При этом ведется самопрослушивание. Для того чтобы услышать ответ корреспондента, тангенту нужно отпустить.

Для перехода на один из рабочих каналов по договоренности с корреспондентом требуется переключатель «Канал» поставить на нужный номер канала (контролируется в смотровое окно под переключателем). И нажать кнопку «Включение канала». Во время ведения радиосвязи при передаче нажимается тангента и загорается индикаторная лампочка «Передатчик». Если связь ведется на симплексных каналах, то при передаче приемник отключается, а на дуплексных каналах работает одновременно с передатчиком. Закончив переговоры, микротелефонная трубка устанавливается между зажимами на ПДУ. Радиостанция автоматически переходит в состояние дежурного приема на канале 16. Для выключения станции тумблер на пульте ставится в положение «Выключено».

В настоящее время подготовлена новая модификация радиостанции «Корабль-2», основным отличием которой является увеличенное количество каналов (26), в связи с требованиями Международного регламента радиосвязи.

Глава XII

УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАДИОТЕЛЕФОННОЙ СТАНЦИЕЙ Р-609МЛ

§ 42. Основные характеристики и структурная схема радиостанции

Судовая ультракоротковолновая радиотелефонная станция Р-609МЛ («Акация») устанавливается на речных судах для ведения симплексного беспойскового радиообмена с береговыми и судовыми радиостанциями на расстоянии 30—50 км. Управление радиостанцией осуществляется дистанционно с пульта управления. Диапазон частот радиостанции от 100 до 150 Мгц (3—2 м) с кварцевой стабилизацией частоты приемника и передатчика. Радиостанция предварительно настраивается на любые четыре частоты диапазона (в соответствии с имеющимися кварцами) и обеспечивает ведение бесподстроечной связи на любом из них при высоком качестве слышимости.

Передатчик имеет мощность по диапазону не менее 6 вт. Приемник рассчитан на круглосуточную непрерывную работу, а передатчик — не более 30 мин (или в режиме 1 мин — передача 2 мин — прием в течение суток). Радиостанция получает питание от сети переменного тока напряжением 110, 127 и 220 в и посто-

янного тока напряжением 110 и 220 в. Имеется также вариант станции с питанием от сети постоянного тока 24 в. Потребляемая мощность в режиме передачи при питании от сети переменного тока составляет 400 в·а, от постоянного — 1,3 квт.

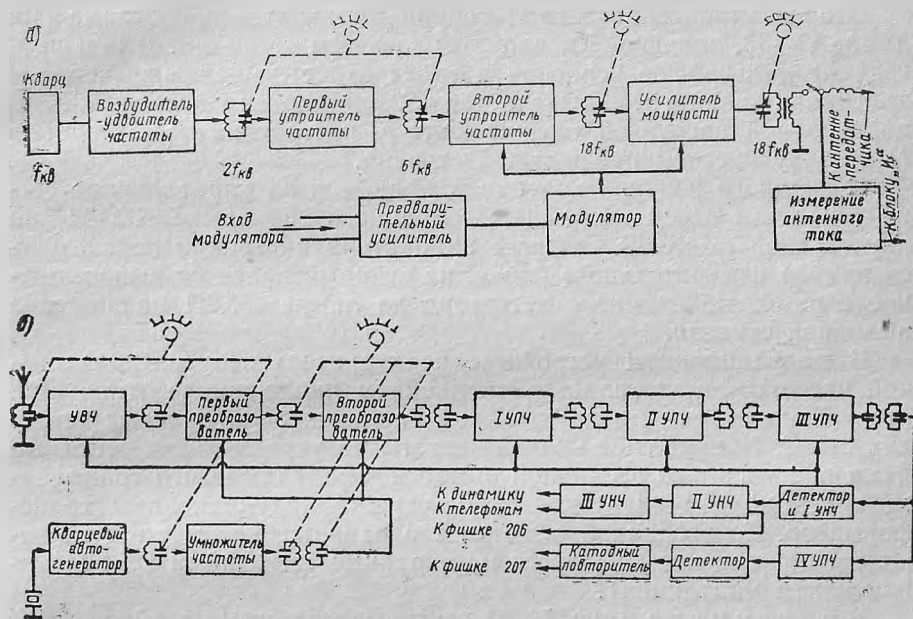


Рис. 71. Структурная схема:

а — передатчика радиостанции Р-609 МЛ; б — приемника радиостанции Р-609 МЛ

В комплект радиостанции входят: передатчик, приемник, выпрямительный блок, пульт управления, измерительный блок, микрофон и телефоны, соединительные кабели, антенна и запасные части. При питании от сети постоянного тока в него дополнительно входят преобразователи АМГ-3, ОП-120 и блок пусковых реле.

Передатчик (рис. 71, а) состоит из автогенератора-удвоителя, первого и второго утроителей частоты и усилителя мощности. Применение кварцевой стабилизации частоты требует многократного ее умножения, так как массовое изготовление кварцевых пластинок на высокие частоты связано с большими трудностями. В передатчике осуществляется восемнадцатикратное умножение частоты. В качестве органов настройки используются конденсаторы переменной емкости.

В модуляционное устройство входит предварительный усилитель низкой частоты и модулятор.

Автогенератор собран по схеме с электронной связью на лампе 6П6С. Частота его стабилизирована кварцами с рабочим диапазоном от 5,55 до 8,33 Мгц. Анодный контур настроен на вторую гармонику кварца ($2 f_{кв}$).

Колебания с удвоенной частотой поступают на первый утритель частоты, собранный на лампе 6П6С и работающий как генератор с внешним возбуждением. Анодный контур его настроен на третью гармонику частоты, поступающей на сетку, или на шестую гармонику кварца.

Второй утритель частоты собран на двухтактной схеме на лампе ГУ-32, являющейся двойным лучевым тетродом. В нем происходит дальнейшее усиление и трехкратное умножение частоты колебания кварца, т. е. выделяется восемнадцатая гармоника кварца. Анодной нагрузкой служит контур, настроенный на третью гармонику частоты предыдущей ступени.

С анодного контура колебания подаются на управляющие сетки усилителя мощности, также собранного на лампе ГУ-32 по двухтактной схеме. В качестве индикатора настройки используется прибор измерительного блока, на который подается выпрямленное с помощью диодного детектора на лампе 6ЖЗП напряжение выходной ступени.

В модуляционном устройстве предварительное усиление низкой частоты осуществляется на двойном диоде-триоде типа 6Г2. Модулятор собран по двухтактной схеме на двух лучевых тетродах 6П6С. Напряжение низкой частоты на управляющие сетки его ламп поступают со вторичной обмотки междуплампового трансформатора. Анодной нагрузкой ламп служит модуляционный трансформатор. Со вторичной обмотки это напряжение вместе с постоянным напряжением подается на экранные сетки ламп ГУ-32 (амплитудная модуляция).

В приемнике (рис. 71, б) осуществлена схема двойного преобразования частоты с одним гетеродином, которая лучше ослабляет помехи по симметричному (зеркальному) каналу, увеличивает чувствительность и обеспечивает более устойчивую его работу.

Усилитель высокой частоты УВЧ собран на пентоде 6ЖЗП с контурами, настраивающимися на частоту входящих сигналов в диапазоне 100—150 Мгц. Далее усиленный сигнал подается на управляющую сетку первого преобразователя. Одновременно на экранную сетку с умножителя гетеродина подводится напряжение частотой 44—69 Мгц. При взаимодействии напряжений этих частот в анодной цепи первого преобразователя возникает напряжение разностной частоты от 56 до 81 Мгц. На данный диапазон частот настраивается его анодный контур.

Второй преобразователь работает на пентоде 6ЖЗП. Анодной нагрузкой его является полосовой фильтр, настроенный на частоту 12 Мгц. С анодной цепи первого преобразователя на управляющую сетку лампы поступает напряжение первой промежуточной частоты (56—81 Мгц) и напряжение гетеродина (44—69 Мгц), которые всегда отличаются по частоте на 12 Мгц. В результате их взаимодействия в анодной цепи второго преобразователя получается напряжение второй промежуточной частоты 12 Мгц, т. е. эта частота равна разности частоты сигнала и двойной частоты гетеродина.

Гетеродин состоит из кварцевого генератора и умножителя частоты (на лампах 6ЖЗП). Он одновременно выполняет функции автогенератора и умножителя частоты. Конденсаторы переменной емкости анодного контура кварцевого генератора и анодного контура УВЧ находятся на одной оси и настраиваются одновременно.

Усилитель промежуточной частоты имеет три каскада на лампах 6К4 с одинаковой схемой. В каждом из каскадов анодной нагрузкой служит двухконтурный полосовой фильтр, настроенный на частоту 12 Мгц. Усиленное в трех ступенях напряжение промежуточной частоты поступает на детектор (левый диод лампы 6Г2). В результате детектирования на нагрузке диода выделяется напряжение звуковой частоты, подаваемое на сетку первого каскада усилителя низкой частоты, выполненного на триодной части этой же лампы. Правый диод лампы 6Г2 использован в каскаде автоматической регулировки усиления (АРУ). Нагрузка детектора подключена к движку переменного сопротивления, с помощью которого изменяется отрицательное напряжение на управляющих сетках ламп УВЧ и УПЧ, т. е. регулируется чувствительность приемника.

Усилитель низкой частоты имеет три каскада. В первом каскаде, как уже сказано, использована триодная часть лампы 6Г2. Второй каскад собран на лампе 6П6С. Третий каскад представляет собой двухтактный усилитель мощности, работающий на лампе 6Н7С. Анодной нагрузкой его служит выходной трансформатор, со вторичной обмотки которого напряжение подается на телефоны и динамик в пульте управления.

§ 43. Конструкция и электропитание радиостанции

Радиостанция выполнена в виде блоков, соединенных посредством экранированных кабелей с фиксирующимися разъемами (фишками). Надежность работы радиостанции в условиях вибрации на судне достигается соответствующей конструкцией и монтажом узлов, а также применением для отдельных блоков амортизационных рам на резиновых амортизаторах.

Передатчик и приемник размещаются на специальной установочной раме (передатчик над приемником). На ней же укрепляется на шарнирах измерительный блок. Лицевая сторона передней панели защищена от механических повреждений металлическим кожухом. Шасси передатчика разделено экраном на две части: высокочастотную и низкочастотную. Передатчик заключен в стальной кожух. Приемник имеет аналогичную конструкцию.

Пульт управления радиостанцией расположен в металлическом корпусе со съемным дном и наклонной передней панелью. Все элементы дистанционного управления и органы индикации сосредоточены на передней и наклонной панелях пульта. Внутри последнего на съемной панели расположены дроссели, трансформатор, реле и др.

Выпрямительный блок собран в металлическом каркасе. На лицевой стороне передней панели установлены фишки для под-

ключения соединительных кабелей, переключатель питания и предохранители. Внутри кожуха размещены: силовой трансформатор, селеновые выпрямители, дроссель, реле и др. Для охлаждения деталей кожух имеет с боков жалюзи, а сверху большие отверстия. Выпрямительный блок, так же как и другие блоки радиостанции, укреплен на раме с амортизаторами.

Антенное устройство состоит из симметричного полуволнового вибратора или дискоконусной антенны. Измерительным блоком для настройки и контроля токов и напряжений в цепях радиостанции служит стрелочный магнитоэлектрический прибор с двумя шкалами, проградуированными в вольтах и в миллиамперах. На лицевой части панели измерительного блока имеются клеммы, позволяющие использовать прибор в качестве вольтметра постоянного тока со шкалой на 50 и 500 в, а также пробника для обнаружения повреждений.

Электропитание станции. Передатчик и приемник, независимо от варианта питания судовой сети, комплектуются выпрямительным блоком, в который входят четыре селеновых выпрямителя. Первый выпрямитель дежурный. Он вырабатывает напряжение +26 в для питания пускового реле, включающего блок. Выпрямитель собран по мостовой схеме с отдельным силовым трансформатором. Трансформатор блока имеет четыре вторичные обмотки, обеспечивающие работу остальных трех выпрямителей. Четвертая обмотка служит для питания накала ламп передатчика и приемника переменным током.

Выпрямитель сеточного напряжения вырабатывает напряжение —105 в для создания смещения на управляющих сетках передатчика. Он собран по двухполупериодной схеме с фильтром и стабилизатором напряжения.

Высоковольтный выпрямитель вырабатывает напряжение —180 в в режиме приема и +315 в в режиме передачи, которое идет на питание анодных и экранных цепей приемника и передатчика. Выпрямитель собран по мостовой схеме, переключение которой на различные напряжения производится специальным реле.

Выпрямитель низкого напряжения вырабатывает напряжение +26 в для питания цепей автоматики передатчика и приемника, микрофонных и сигнальных цепей пульта управления. В режиме дежурного приема цепи накала передатчика подключаются к половине накальной обмотки трансформатора. Всего в выпрямителе четыре реле, поддерживающие необходимый режим питания ламп приемника и передатчика при дежурном приеме или работе на двусторонней связи. При питании станции от сети постоянного тока напряжением 110 и 220 в напряжение на выпрямитель подается с преобразователей: в режиме дежурного приема с ОП-120, в режиме двусторонней связи с АМГ-3. Пуск преобразователей производится пусковыми реле, расположенными в специальном блоке (блок пусковых реле). В варианте станции с питанием от сети постоянного тока 24 в используются умформеры У-18 в режиме дежурного приема и УР-150 при режиме двусторонней связи.

§ 44. Система управления радиостанцией

Управление радиостанцией производится с дистанционного пульта управления. Передатчиком и приемником в режимах настройки можно управлять непосредственно с передних панелей.

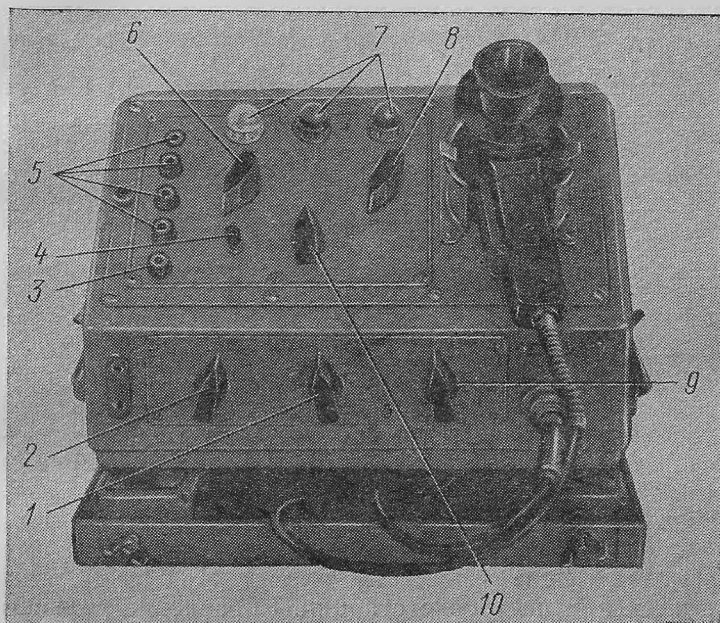


Рис. 72. Пульт дистанционного управления радиостанцией Р-609МЛ:

1 — переключатель «Дежурн. прием. — Двустор. связь»; 2 — переключатель «Контр. эфира — Откл. прием»; 3 — кнопка «Сброс» канала; 4 — кнопка «Вызов»; 5 — кнопки включения рабочих каналов; 5 и 8 — регуляторы громкости «ВПС» и «Оператор»; 7 — индикаторные лампочки контроля «вызов», «Двусторонняя связь» и «Передача» 9 — переключатель «Вкл. — Выкл.»; 10 — переключатель «ВПС — Рация — Внешн. модул.»

Пульт управления (рис. 72) состоит из элементов дистанционного управления, органов индикации и электроакустических приборов — микрофона, телефонов и динамика. К элементам дистанционного управления относятся: переключатель «Вкл. — Выкл.», переключатель «Дежурн. прием — Двустор. связь», переключатель «ВПС — Рация — Внешн. модул.» (в условиях речного флота всегда находится в положении «Рация»), кнопки механизма переключения каналов и регуляторы громкости.

К элементам дистанционного управления относятся реле с контактными группами. Переключатель «Контр. эфира — Откл. прием» и кнопка «Вызов» при работе станции не используются, поэтому могут находиться в любом положении. Органами индикации являются сигнальные лампочки «Вызов», «Двусторонняя связь» и «Передача».

С пульта управления производят: включение радиостанции; переключение ее с одного канала на другой; выбор режима (двусторонняя связь или режим дежурного приема); ведение двусторонней симплексной радиосвязи; регулировку громкости приема.

Дистанционное переключение каналов связи обеспечивается системой автоматики, основными элементами которой являются: пульс-мотор, линейный механизм, переключатель кварцев и кнопочный механизм. Первые три элемента расположены в передатчике и приемнике, а последний — в пульте управления. Система работает следующим образом. При нажатии на одну из кнопок кнопочного механизма включается пусковая цепь пульс-мотора. Во время вращения пульс-мотор кулачками перемещает линейки механизма настройки каналов. Продвинув линейку, соответствующую включенному каналу, пульс-мотор прекращает вращаться, так как цепь пуска размыкается кулачком, упирающимся в контактную группу выключателя. Линейный механизм связан с переключателем кварцев, с помощью которого подсоединяется соответствующий кварц в схеме при переходе с одного канала на другой. Оси переменных конденсаторов связаны гибкими муфтами с осями линейного механизма. При повороте его осей вращаются и оси конденсаторов, настраивая колебательные контуры приемника и передатчика.

Приемник и передатчик имеют самостоятельные механизмы для перестройки каналов, управляемые по отдельным пусковым цепям с пульта общими кнопками. Кнопки «Сброс» служат для сброса линеек при настройке станции. Управление радиостанцией не сложно и осуществляется вахтенным начальником. Включение радиостанции производится переключателем на выпрямителе: переключатель «Рация» на пульт управления переводится в положение «Вкл.» и переключателем «Дежурный прием» и «Двустор. связь» устанавливается требуемый режим. Нажатием одной из кнопок 1—4 выбирается необходимый канал связи. При предварительной проверке радиостанции и ее настройке необходимо соблюдать следующий порядок. Перед включением радиостанции нужно проверить электрическое соединение всех блоков, надежность укрепления и соединения блоков с шиной заземления: установить перемычки в соответствии со схемой и имеющимися на аппаратуре указаниями (для вновь смонтированной станции или бывшей на ремонте).

Включение питания осуществляется установкой переключателя питания на выпрямительном блоке в положение «Включено». При питании от сети постоянного тока переключатель на блоке пусковых реле должен быть переведен из положения «Выключено» в одно из крайних положений: «Правая» и «Левая». В этом случае переменное напряжение 127 в поступит на дежурный выпрямитель, на выходе которого будет выпрямленное напряжение 26 в.

Для осуществления дежурного приема переключатель на пульте «Дежурн. прием — Двустор. связь» устанавливается в положе-

ние «Дежурн. прием». На приемник подаются все необходимые напряжения, а выход его подключается к телефонам пульта управления. Нажатием на одну из кнопок 1—4 выбирается канал связи и регулятором громкости «Оператор» устанавливается необходимая громкость приема на телефоны пульта управления.

Для осуществления двусторонней связи переключатель рода работы «ВПС — Рация — Внешн. модул.» должен находиться в положении «Рация». Переключатель «Дежурн. прием — Двустор. связь» установить в положение «Двустор. связь». При этом загорится сигнальная лампа «Двустор. связь» (зеленая), после чего нажатием кнопки включить нужный канал. При нажатии тангенты (передача) загорается сигнальная лампа (красная) и на передатчик подаются все напряжения питания.

Кроме проверки радиостанции на двустороннюю связь, следует также проверить ее настройку (производится только периодически согласно правилам технической эксплуатации). Перед настройкой нужно вставить кварцы в специальные гнезда «1», «2», «3», «4», соответствующие заданным волнам связи. Кварцы для передатчика имеют гравировку «А», а для приемника — «Б». На кварцах выгравирована рабочая частота в мегагерцах (с учетом восемнадцатикратного умножения в передатчике и умножения и преобразования в приемнике).

Передатчик рекомендуется настраивать в таком порядке. Подключают кабели измерительного блока к передатчику, нажимают кнопку «Сброс» на передней панели передатчика, освобождают три контргайки ручек настройки, повернув их на один оборот против часовой стрелки; переводят переключатель на измерительном блоке в положение «Пер.»; нажимают кнопку «1» на измерительном блоке и устанавливают ориентировочно ручки на настраиваемую волну. С помощью переключателя измерительного блока «Накал пер.», «Смещен пер.», «Анод пер.» проверяют режим работы передатчика (накальное сеточное и анодное напряжения должны быть в пределах цветных секторов). Переключатель прибора переводят в положение «Устроитель» и устанавливают его первую ручку (слева) по максимуму показаний. Проверяют примерное совпадение риски с градуировкой шкалы. Устанавливают переключатель в положение «Выход пер.» и вторую ручку настройки по максимуму отклонения стрелки прибора индикатора.

Для более точной настройки передатчика переключатель должен находиться в положении «Ток сетки», а две первые ручки передатчика на панели (слева) настроены по минимуму показаний прибора. Переводят переключатель в положение «Антенна» и настраивают третью ручку по максимальному значению показаний прибора. Проверяют примерное совпадение риски с градуировкой шкалы. Нажимают кнопку «2» (см. рис. 72) и настраивают канал таким же способом (аналогично настраивают и каналы «3» и «4»). После настройки передатчика нажимают кнопку «Сброс» и сбрасывают линейки механизма, фиксируют все три ручки и затягивают их контргайки. Устанавливают переключатель на изме-

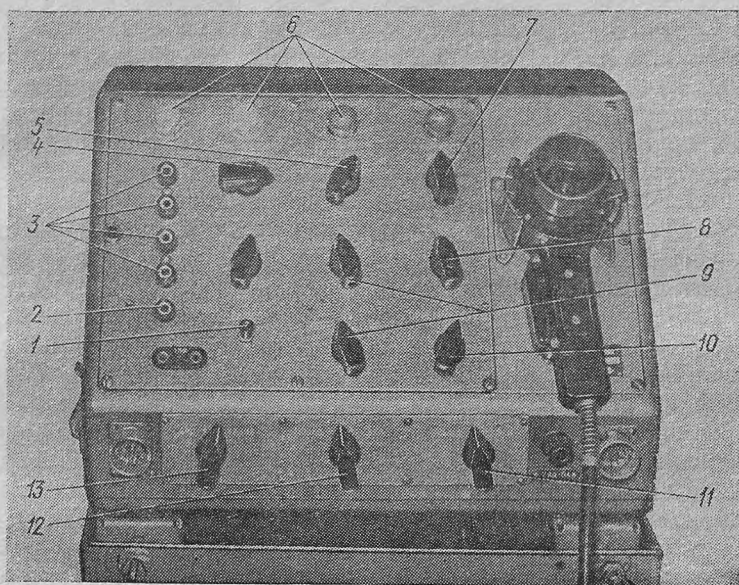


Рис. 73. Пульт дистанционного управления радиостанцией Р-609МЛ (вариант 24 в постоянного тока):

1 — кнопка «Вызов»; 2 — кнопка «Сброс» канала; 3 — кнопки включения рабочих каналов; 4 — регулятор громкости «Приглушение»; 5 — переключатель «Одна станция — одна приглушена — Две станции»; 6 — индикаторные лампочки контроля «Каналы», «Вызов», «Умформер», «Передача»; 7 — регулятор «Громкость»; 8 — «Вкл. — Выкл.» динамика; 9 — переключатели «УКВ—ВПС—КВ» и «УКВ—ПУ—КВ»; 10 — переключатель «Прием — Передача»; 11 — тумблер включения умформера «Вкл. — Выкл.»; 12 — переключатель ради «Вкл. — Выкл.»; 13 — переключатель «ВПС — рация»

рительном блоке в положение «Прием» и отключают измерительные кабели от передатчика.

Настройку приемника необходимо выполнять в следующем порядке. Подключают кабели измерительного блока к приемнику, нажимают кнопку «Сброс» на передней панели приемника, освобождают контргайки ручки настройки, повернув их на один оборот против часовой стрелки; проверяют напряжения в следующих положениях измерительного блока: «Накал пр.», «Анод. пр.», «Смещ. пр.». Переводят стрелку регулятора «Чувств.» в положение «10», нажимают кнопку «1» и устанавливают ориентировочно ручки передней панели на настраиваемую волну. Установив переключатель на измерительном блоке в положение «Кварц», вращают левую рукоятку настройки до наибольшего показания прибора. Вращением правой рукоятки добиваются наибольшего уровня шумов в телефонах, подключенных к измерительному прибору, затем, подстроив левой ручкой максимум шумов, нажимают кнопку сброс, нажимают на блоке «И» кнопку «2» и настраивают второй канал 2 таким же способом (аналогично настраивают каналы 3 и 4). Далее нажатием кнопки «Сброс» сбрасывают линейки механизмов и фиксируют ручки. Затем станцию проверяют на прием и передачу.

Пульт управления радиостанции в варианте с питанием постоянного тока 24 в (рис. 73) имеет дополнительные ручки и переключатели управления, которые постоянно должны находиться в следующих положениях. Переключатели: «УКВ—ВПС—КВ», «УКВ—ПУ—КВ» (в положении УКВ), переключатель «Одна станция — Одна станция, вторая с приглушением — Две станции» (в положении «Одна станция»), динамик «Выкл. — Вкл.» (в положении «Выключено», предполагается, что он установлен в другой станции); переключатель «Каналы» (в положении «ПУ»); кнопка «Вызов» не используется.

В остальном порядок подготовки, настройки и управления радиостанцией аналогичен, как при других вариантах питания. Только вместо предварительного включения питания на выпрямительном блоке или в блоке пусковых реле в данной станции питание включается непосредственно на пульте управления переключателем «Умформер», который ставится в положение «Вкл.». При этом загорается зеленая сигнальная лампа «Умформер». Переход с дежурного приема на передачу осуществляется нажатием тангенты микрофона. Переключатель «Прием — Передача» в положении «Передача» не ставится, так как это нужно делать только в условиях использования ларингофонов.

§ 45. Система управления радиостанцией Р-800РФ

Судовая УКВ — радиотелефонная станция Р-800РФ используется, как и радиостанция Р-609МЛ для связи с флотом и береговыми радиостанциями. Основные данные (диапазон частот, мощность и электрическая схема передатчика) те же, что и радиостанции Р-609МЛ, поэтому в данном параграфе будут освещены только отличительные данные. Структурная схема приемника также аналогична схеме приемника последней, однако она имеет некоторые отличительные особенности. В приемнике используются более экономичные пентоды типа 6Ж1П, а не 6Ж3П, как в радиостанции Р-609МЛ. Усилитель низкой частоты двухкаскадный — выходной каскад (на лампе 6П6С) и предварительный усилитель (триодная часть лампы 6Г2). В приемнике имеется электронный шумоподавител, представляющий собой специальное устройство, которое при отсутствии несущей частоты корреспондента автоматически запирает выход приемника и автоматически открывает, когда она появляется. Шумоподавител избавляет судоводителя при ведении дежурного приема от прослушивания шумов и тресков, сильно утомляющих его. Шумоподавител состоит из генератора с самовозбуждением и двух диодных детекторов. Радиостанция комплектуется антенной типа «крыло» или дискоконусной (см. § 26).

Для питания станции от сети переменного тока 127 или 220 в все напряжения к передатчику и приемнику подаются выпрямительным устройством ВР. Оно состоит из трех выпрямителей, имеющих общий силовой трансформатор. Выпрямитель для

питания анодно-экранных цепей выполнен по мостовой схеме на полупроводниковых диодах типа Д205. Он обеспечивает напряжение $+310$ в при токе 280 ма в режиме передачи и $+275$ в при токе до 50 ма в режиме приема. Выпрямитель для питания сеточных цепей выполнен по мостовой схеме на полупроводниковых диодах типа Д226 и создает напряжение -120 в при токе до 8 ма в режиме передачи и -105 в при токе до $6,5$ ма в режиме приема. Выпрямитель для питания цепей накала радиоламп и автоматики собран по двухполупериодной схеме на диодах типа Д242А и выдает напряжение $+27$ в при токе до 8 а для питания накала и цепей автоматики, а также $2-6$ в для питания микрофона.

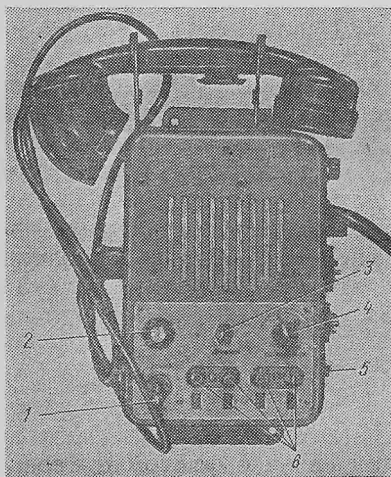


Рис. 74. Пульт управления радиостанцией Р-800РФ:

1 — тумблер включения питания; 2 — индикаторная лампочка контроля подачи питания; 3 — тумблер включения динамика; 4 — регулятор громкости; 5 — кнопка сброса канала; 6 — кнопки рабочих каналов

Коммутация напряжений в режимах «Прием» и «Передача» осуществляется изменением коэффициента трансформации силового трансформатора путем переключения витков вторичных обмоток его. Коммутация производится реле Р-1, находящимся в пульте управления.

При питании от сети напряжением 115 в, частотой 400 гц и сети постоянного тока напряжением 27 в применяется выпрямительное устройство типа «В», обеспечивающее такие же напряжения, как и выпрямительное устройство ВР. Оно состоит из двух выпрямителей, собранных на селеновых вентиллях.

При судовой сети постоянного тока напряжением 27 в переменное напряжение 115 в частотой 400 гц подается на выпрямитель с выхода преобразователя типа МА-100М. Преобразователь вырабатывает напряжение $115 \pm 5\%$ при напряжении судовой сети $27 \pm 10\%$.

Управление радиостанцией производится дистанционно с пульта управления. Передатчиком и приемником в режимах настройки можно управлять непосредственно с их передних панелей.

Пульт управления (рис. 74) состоит из элементов дистанционного управления, органов индикации и электроакустических приборов (динамика и микротелефонной трубки).

К элементам дистанционного управления относятся: тумблер включения напряжения питания, кнопки механизма переключения каналов, регулятор громкости, а также реле управления питанием при переключении радиостанции в режим «Передача».

С пульта управления включают радиостанцию, переключают ее с одного канала на другой, выбирают режим работы (двусторонняя связь или дежурный прием), осуществляют двустороннюю симплексную радиосвязь и регулируют громкость приема.

Дистанционное переключение каналов связи обеспечивается такой же системой автоматики, как и в радиостанции Р-609МЛ.

В период эксплуатации радиостанции для вхождения в связь судоводителю нужно только включить ее, т. е. установить тумблер «Питание» на пульте управления в положение «Включено». При этом загорается индикаторная лампочка. Затем кнопкой включают нужный рабочий канал связи. Переход с приема на передачу осуществляется нажатием тангенты на микротелефонной трубке, а если требуется, то специальным тумблером включается динамик. Подготовка радиостанции к работе, настройка передатчика и приемника производятся так же, как и в радиостанции Р-609.

Глава XIII

УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОМАНДНО-ВЕЩАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

§ 46. Структурная схема, конструкция и электропитание командно-вещательной установки «Унжа»

Командно-вещательная установка (КВУ) «Унжа» предназначена для обеспечения судов речного флота следующими видами громкоговорящей связи: симплексной связи из ходовой рубки раздельно и циркулярно с носом, кормой, машинным отделением и передачей команд на верхнюю палубу и по каютам; трансляцию вещания в перечисленные служебные и жилые помещения, одновременную подачу команд в одни помещения, а трансляцию вещания — в другие; поочередную передачу вещания с собственного приемника с коротковолновой приставкой или без нее и с отдельного проигрывателя или магнитофона.

Для обеспечения раздельной или одновременной передачи команд и вещания по различным линиям в КВУ применено два отдельных усилительных тракта с использованием в каждом тракте двух усилителей — предварительного (микрофонного) и выходного; первый микрофонный называется усилителем команд, а второй — усилителем вещания. Выходные соответственно усилитель палубный и усилитель каютный. Каждый выходной усилитель обеспечивает выходную мощность 10 в·а, при выходном напряжении 30 в. Потребляемая мощность КВУ при питании от сети переменного тока 75 в·а, а при сети постоянного тока 110 или 220 в и 100 вт.

В комплект командно-вещательной установки входят следующие блоки и приборы: усилительно-коммутационный блок УКБ-У (для морских судов может комплектоваться коротковолновой при-

ставкой), трансляционная приставка ТП, выпрямитель В-1,5 при питании от сети переменного тока; сигнальные щитки СЩ-1; СЩ-2 и СЩ-3; микрофон МФ-11 с кнопкой и микрофон МФ-12; громкоговоритель ГР-1 (для наружной установки); ГР-8 (для закрытых помещений, встраиваемый в переборку); ГР-9 (для закрытых помещений), преобразователи напряжения ПН-1 или ПН-2 (при питании от сети постоянного тока), линейный щиток ЛЩ-У, соединительный ящик С2-32, вспомогательное и запасное имущество.

Структурная схема КВУ «Унжа» представлена на рис. 75. Принцип работы установки при осуществлении симплексной громкого-

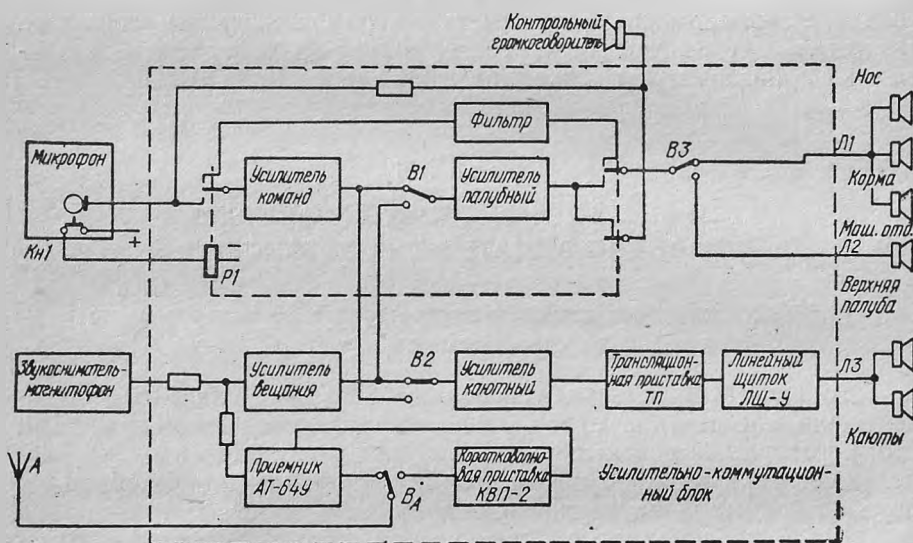


Рис. 75. Структурная схема командно-вещательной установки «Унжа»

ворящей связи заключается в поочередном ведении приема и передачи с использованием одного и того же усилителя для линейного громкоговорителя или микрофона.

В «спокойном положении» схема обеспечивает прием в ходовой рубке с любого громкоговорителя, установленного на носу, в корме и в машинном отделении (линия Л1). При ведении передачи из рубки нажимается кнопка Кн-1 микрофона, срабатывает реле Р1 и все указанные громкоговорители подключаются на выход палубного усилителя, а микрофон — на вход усилителя команд. Вместо громкоговорителей линии Л1 при помощи переключения В3 может включиться Л2 и обеспечить подачу команд на верхнюю палубу. Переключателем В2 осуществляется передача команд по каютам (линия Л3), так как при этом каютный усилитель подключается на выход командного усилителя. Передача вещания по разным линиям обеспечивается подключением на выход усили-

теля вещания палубного или каютных усилителей с помощью переключателей В1 и В2. Антенна подключается к приемнику или КВ — приставке переключателем В4.

КВУ «Унжа» обычно комплектуется трансляционной приставкой ТП-3, предназначенной для увеличения выходной мощности на каютных линиях. Выходная мощность приставки составляет 25 в.а. Фильтр служит для согласования входа усилителей команд с палубной линией при приеме с Л2.

Основным прибором КВУ является усилительно-коммутационный блок УКБ-У, в схему которого входят микрофонные усилители (команд и вещания), выходные усилители типа КУ-10-1 (палубный и каютный), радиоприемник АТ-64У, коротковолновая приставка КВП-2 (по отдельному заказу), элементы сигнализации, коммутации, контроля, защиты и регулировки.

Электрическая схема микрофонного усилителя включает три каскада усиления, из которых первый собран на транзисторе П13Б, второй и третий на транзисторе П15А. Ограничитель амплитуд собран на двух диодах Д2Е. Схема усилителя КУ-10-1 состоит из двух каскадов; предварительного на триоде П214Г и выходного, собранного по двухтактной схеме на двух триодах П217.

Радиоприемник АТ-64У выполнен по супергетеродинной схеме, состоит из восьми каскадов на шести транзисторах П401, МП-41 и трех диодах Д-233. Диапазон приемника 150—408 кгц и 525—1605 кгц. Для приема в диапазоне коротких волн (13, 16, 19, 25, 31, 41 и 49 м) служит коротковолновая приставка, состоящая из преобразователя частоты и отдельного гетеродина, выполненных на транзисторах П403. В ней также применен стабилизатор напряжения на диоде Д809.

В целом усилительно-коммутационный блок УКБ-У — это отдельный прибор (рис. 76), состоящий из корпуса, шасси и панели. На панели и шасси укреплены органы управления, сигнализации, контроля, защиты, радиоприемник и коротковолновая приставка.

Основным элементом трансляционной приставки является усилитель ТУ-25, имеющий один каскад, собранный по двухтактной схеме с общим коллектором на двух транзисторах П-217В. Для предотвращения выхода из строя усилителя при неправильном включении полярности источника питания служит защитный диод Д226Б и реле. От перенапряжения его предохраняет специальная схема со стабилизатором Д-809, транзистором П-25 и другими элементами. Конструктивно приставка ТП-3 является самостоятельным прибором, состоящим из корпуса и панели с шасси. На панели расположены органы защиты, сигнализации и усилитель ТУ-25.

К электроакустическим приборам, обеспечивающим работу командно-вещательной установки, относятся микрофоны и динамики. Основным элементом микрофонов МФ-11 и МФ-12 является электромагнитный дифференциальный шумостойкий капсюль типа ДЭМШ-1А (см. § 21). Микрофоны состоят из капсюля

ДЭМШ-1А, помещенного в ручке из прессматериала. Микрофон МФ-11 имеет кнопку, нажимаемую при передаче.

На наружных постах судна микрофоны помещают в защитный ящик, выполненный из силумина, с открывающейся крышкой, снабженной ручкой для закрывания.

Для воспроизведения передач и команд в КВУ применяются громкоговорители ГР-1 (на открытых местах и машинном отделении), типа ГР-8 и ГР-9 (в закрытых помещениях).

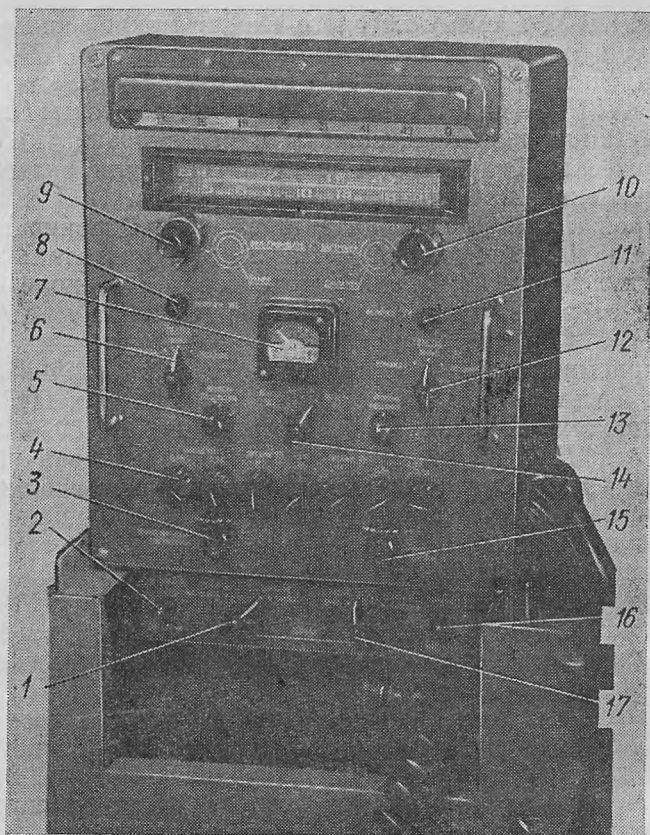


Рис. 76. Общий вид усилительно-коммутационного блока командно-вещательной установки «Упжа»:

1 — переключатель «Линии, палуба» — «Нос, корма — Маш. отд. — Циркуляр. — В. палуба»; 2, 16 — индикаторные лампочки «Вызывает нос, корма» и «Вызывает маш. отд.»; 3 — гнездо «Звукосниматель, магнитофон»; 4 — предохранители (сеть); 5 — ручка «Яркость подсветки»; 6 — переключатель «Палуба» — «Команда — Выкл. — Вещание»; 7 — стрелочный вольтметр контроля выходного напряжения усилителя и напряжения питания; 8 — индикаторная лампочка «Включен УП»; 9 — ручка «Вкл. — Громкость»; 10 — рукоятка «Диапазон — Настройка»; 11 — индикаторная лампочка «Включен УК»; 12 — переключатель «Каюты» — «Команда — Выкл. — Вещание»; 13 — ручка «Уровень вещания»; 14 — переключатель вольтметра «Контроль» — «Выход УП — Напр. пит. — Выход УК»; 15 — гнездо «Контроль — Телефон»; 17 — переключатель «Линии, каюты» — «Выкл. — Служебн. — Циркуляр — Пассажир».

Щитки СЩ-1, СЩ-2 и СЩ-3 сигнализируют световым сигналом о возможности передачи громкоговорителем ГР-1, работающим в режиме микрофона и вызова главного абонента (рубка). Сигнальный щиток СЩ-2, кроме лампочки «Веди передачу» и кнопки «Вызов» (на щитке СЩ-1), имеет тумблер «Передача» на два положения: «Громкоговоритель» и «Микрофон». Щиток СЩ-2 находится в машинном отделении. Щиток СЩ-3 используется для получения светового сигнала о возможности ведения передачи громкоговорителем или микрофоном МФ-12, а также для вызова ходовой рубки с открытого поста.

Источники питания КВУ «Унжа» выпрямитель В-1,5 при нормальных напряжениях питающей сети 110/127/220 в обеспечивает напряжение 24 ± 1 в при токе нагрузки 0,75 а. Он собран по мостиковой схеме на диодах Д242Б. Выпрямитель выполнен в брызгозащищенном силуминовом корпусе. На панели расположены органы управления и защиты.

Преобразователи напряжения ПН-1 и ПН-2 при номинальных напряжениях питающей сети 110 в (ПН-1) и 220 в (ПН-2) постоянного тока обеспечивают выходное напряжение его 24 ± 1 в при токе нагрузки 0,75 а. Потребляемая мощность от сети постоянного тока при токе нагрузки 1,6 а не более 60 вт. Каждый преобразователь состоит из инвентора, управляющего генератора, выпрямителя со сглаживающим фильтром и элементом коммутации, защиты и подавления помех. Инвертор собран на тиристорах, в которых применяются управляемые диоды КУ201К. Электрическая схема работы преобразователя рассмотрена в § 24. Преобразователь конструктивно выполнен в виде отдельного блока в силуминном корпусе.

В установке «Унжа» предусмотрены элементы защиты: плавкие предохранители — для защиты установки от выхода из строя при коротких замыканиях и перегрузках в цепях питания; диоды — для защиты триодов усилителей, приемника и коротковолновой приставки от выхода из строя при неправильном включении полярности источника питания; специальная защита с использованием диода, транзистора и сопротивлений — для защиты выходных каскадов каютного и палубного усилителей от выхода из строя при повышенном напряжении питания (до 32 в).

§ 47. Система управления командно-вещательной установки «Унжа»

Подготовку установки «Унжа» к работе следует начинать с источников питания. При питании ее от сети переменного тока необходимо проверить положение переключателя напряжения сети «110 в — 127 в — 220 в» на панели выпрямителя В-1,5. На заводе он устанавливается в положение «220 в». Нужно проверить также правильность подключения кабелей ко всем блокам установки. После этого тумблер питания «Сеть — Выкл.» на панели выпрямителя или преобразователя напряжения ПН установить в поло-

жение «Сеть». Контроль напряжения питания осуществляется с помощью вольтметра на панели УКБ-У при установке переключателя «Контроль» в положение «Напр. пит.» (см. рис. 76). Вольтметр должен показывать напряжение 20,5—32 в (стрелка его должна находится в зеленом секторе шкалы).

При подготовке установки «Унжа» для ведения командной связи из ходовой рубки с вахтенными постами необходимо на панели УКБ-У ручку «Яркость подсветки» установить в крайнее правое положение, переключатель «Палуба» — в положение «Команда» (загорается лампочка «Включен УП»), переключатель «Контроль» — в положение «Выход УП»), а переключатель «Линии — Палуба» — в положение «Циркуляр». При этом на сигнальных щитках СЩ-1, СЩ-2 или СЩ-3 должны загореться лампочки «Веди передачу», разрешающие ведение передачи в ходовую рубку. Затем нужно открыть защитный ящик и вынуть микрофон МФ-11, нажать кнопку на нем и подать команду на нос, в корму и машинное отделение. Громкость передачи должна быть такой, чтобы стрелка вольтметра не выходила за пределы красного сектора шкалы.

При раздельной симплексной связи рубки с вахтенными постами переключатель «Линии — Палуба» нужно переставить соответственно в положение «Нос — Корма» или «Маш. отд.», а при подаче команд на верхнюю палубу переключатель «Линии — Палуба» — в положение «В. палуба».

Во время подачи команд по служебным и пассажирским каютам переключатель «Каюты» должен быть установлен в положение «Команда» (загораются лампочки «Включен УК») и «Включено» на приставке ТП-3 и линейном щитке ЛЩ-4, переключатель «Линии — Каюты» — в положение «Циркуляр», переключатель «Контроль» — в положение «Выход УК». После этого надо нажать кнопку на микрофоне МФ-11 и подать команду по каютам.

При подготовке установки «Унжа» для ведения радиовещания по каютам следует переключатель «Каюты» перевести в положение «Вещание» (загораются лампочки «Включен УК» на УКБ-У и «Включено» на приставке ТП и щитке ЛЩ-4); переключатель «Контроль» — в положение «Выход УК» или в гнездо «Контроль — Телефон» вставить штепсель телефонной гарнитуры, включить радиоприемник АТ-64 ручкой «Громкость» (загорается лампочка освещения шкалы приемника); переключатели диапазонов установить в положение нужного диапазона.

При работе с коротковолновой приставкой КВП-2 нажимают кнопку одного из диапазонов коротких волн, а переключатель диапазонов радиоприемника переводят в положение «СВ», ручкой «Настройка» настраиваются на нужную станцию; устанавливают необходимую громкость и тембр передачи ручками «Громкость» и «Тембр», вынимают штепсель телефонной гарнитуры из гнезда «Контроль — Телефон». Для подачи радиовещания по каютам следует переключатель «Контроль» повернуть в положение «Выход УК», переключатель «Линии — Каюты» — в нужное положение.

ние, а переключатели В1 и В3 на линейном щитке ЛЩ-4 в положение «Линии». Регулятор «Уровень вещания» по показателю вольтметра устанавливается в положение, при котором стрелка последнего не выходит за пределы красного сектора шкалы.

Вызов судоводителя, находящегося в ходовой рубке, с вахтенных постов производится нажатием кнопки «Вызов» на сигнальных щитках СЩ. При этом на УКБ-У должны загореться лампочки «Вызывает нос корма» или «Вызывает маш. отд.» и звонит звонок. Установка выключается переводом переключателей «Палуба» и «Каюты» в положение «Выкл.».

§ 48. Командно-вещательная установка «Березка»

Командно-вещательная установка КВУ «Березка» представляет собой унифицированную систему судовой громкоговорящей связи и трансляции. Она устанавливается на крупных грузовых и пассажирских судах речного флота.

КВУ позволяет осуществлять дуплексную громкоговорящую связь между коммутаторами, находящимися в служебных и технических помещениях судна; трансляцию команд и широковещательных передач через трансляционную приставку, одностороннюю громкоговорящую связь с другими судами и берегом. КВУ выполнена в виде отдельных, соединенных между собой блоков. В состав КВУ могут входить следующие приборы: коммутаторы связи типа К-1, К-3, К-5, К-10 и К-20; трансляционные приставки типа ТП-1, ТП-2 и ТП-3; циркулярные аппараты АЦ-1 и АЦ-3; электромегафонная группа; радиоприемник; источники питания.

Коммутатор К-1 используется для связи в одном направлении и состоит из микрофонного усилителя (МУ), дифференциальной системы, командного усилителя и системы управления. Микрофонный усилитель состоит из трех каскадов усиления и ограничения амплитуд, выполненных на транзисторах П13Б, П13А и диодах Д2Е. Дифференциальная система служит для обеспечения дуплексной парной и циркулярной связи по двум проводам. Командный усилитель КУ-10 выходной мощностью 10 вт состоит из двух каскадов на транзисторах П203 и П4Б (двухтактная схема).

Коммутаторы К-3, К-5, К-10 и К-20 предназначены для связи с тремя, пятью и т. д. абонентами и состоят из микрофонного и командного усилителей, дифференциальных систем по числу абонентов и панели управления с числом ключей по количеству абонентов.

В состав коммутаторов входит выпрямитель В-1, состоящий из двух выпрямителей, собранных по мостиковой схеме на диодах Д7Д (один на 12 в, другой на 24 в).

Коммутаторы комплектуются приборами световой сигнализации ПСС-1 для подачи сильного светового сигнала вызова в шумных помещениях. При заказе КВУ предусматривается вариант коммутаторов К-1 и т. д. в брызгозащищенном исполнении. В состав схемы в зависимости от потребности может входить несколько

ко различных коммутаторов с выпрямителями, микрофонами и громкоговорителями.

Трансляционная приставка ТП-2 применяется для передачи команд с любого коммутатора по трем трансляционным линиям, а также ведения широкоэшелонных передач с местного микрофона, радиоприемника, проигрывателя, магнитофона или линии. Она служит для усиления сигналов, поступающих от коммутаторов, приемника или микрофона.

Схема трансляции с приставкой ТП-2 обеспечивает возможность принудительного вещания по трехпроводной линии.

В схему приставки входят: микрофонный усилитель, трансляционные усилители ТУ-3 и ТУ-25, панель реле и выпрямитель В-3,5. Схема микрофонного усилителя аналогична схеме усилителей коммутаторов. Усилитель ТУ-3 мощностью 3 вт служит для предварительного усиления сигнала и собран из двух каскадов на транзисторах П4Б (второй каскад по двухтактной схеме). Нагрузкой каскада является первичная обмотка выходного трансформатора, а со вторичной обмотки его напряжение подается на вход усилителя ТУ-25. Выходная мощность усилителя 25 вт. Он имеет один двухтактный каскад на триодах П4Б. Нагрузкой каскада является выходной трансформатор, со вторичной обмотки которого сигнал поступает на громкоговоритель линии. Выпрямитель В-3,5, обеспечивающий напряжение 24 в при токе 3,5 а, собран по мостиковой схеме на диодах Д304.

Трансляционная приставка ТП-1 применяется для тех же целей, что и приставка ТП-2, но при необходимости использования более мощных усилителей. Она обеспечивает трансляции по четырем линиям. В схему приставки ТП-1 входят: панель питания, блоки линейных усилителей, панель широкоэшелонных передач, выпрямитель В7, радиоприемник «Волна К-1», панель аварийного переключателя усилителей. К приставке присоединяются внешние трансляционные усилители, а также при необходимости командные коммутаторы и внешние источники широкоэшелонного вещания (магнитофон, микрофон и др.). Панель питания служит для включения питания, защиты цепей переменного тока и для питания цепей автоматики и сигнализации. Блок линейных усилителей предназначен для предварительного усиления сигнала до мощности 25 вт и состоит из усилителей ТУ-3 и ТУ-25. В комплексе приставки ТП-1 имеются четыре рабочих блока линейных усилителей (по количеству транслиний) и один резервный.

Панель широкоэшелонных передач служит для выбора вида передачи и подключения линий. Выпрямитель В-7 питает блоки линейных усилителей и вырабатывает напряжение 24 в при токе нагрузки до 7 а. Панель аварийного переключения усилителей предназначена для переключения внешних усилителей, проверки напряжения сигнала в линиях и замены неисправных внешних усилителей.

Внешние трансляционные усилители ТУ-50 и ТУ-100 состоят из двух или четырех усилителей ТУ-25, выходы которых запарал-

лелены для получения выходной мощности 50 или 100 *вт*. Усилитель ТУ-50 питается от выпрямителя В-3,5, а усилитель ТУ-100 — от выпрямителя В-7.

Электромегафонная группа обеспечивает одностороннюю громкоговорящую связь с судами и берегом по одному из двух мегафонов с любого из пяти пультов управления. Схема обеспечивает преимущество передач с пульта управления, включенного первым. Имеется возможность дистанционного вращения мегафонов с пульта управления. Аппаратура питается от сети переменного тока 127 или 220 *в*. В состав электромегафонной группы входят: пульт управления мегафонами, мегафонный усилитель мощностью 50 *вт*, мегафон МГ-50 с механизмом вращения. Мегафонный усилитель состоит из микрофонного усилителя, усилителя ТУ-3, двух усилителей ТУ-25 и выпрямителя В-3,5.

Мегафон МГ-50 представляет собой динамический громкоговоритель мощностью 50 *вт* с поворотным устройством и сельсином-датчиком для указания положения мегафона.

Глава XIV

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВЫХ РАДИОСТАНЦИЙ

§ 49. Техническая эксплуатация судовых средств радиосвязи

Надежностью радиоаппаратуры (ее элементов) называется ее свойство обеспечивать нормальное выполнение функций в течение определенного интервала времени в заданных условиях эксплуатации. Показателем надежности служит количественная мера наиболее характерных свойств для данной радиоаппаратуры.

Работоспособность — это состояние радиоаппаратуры, при котором она в данный момент времени соответствует всем требованиям, предъявляемым к основным параметрам, характеризующим нормальное выполнение заданных функций той или иной радиоаппаратурой.

Ремонтопригодность выражается в ее приспособленности к проведению технического обслуживания и ремонтов, т. е. к предупреждению, обнаружению и устранению неисправностей.

Надежность судовой радиоаппаратуры, как и другого электро-технического устройства, обеспечивается качественным изготовлением и поддерживается технической эксплуатацией. Наряду с повышением надежности в период изготовления и монтажа радиоаппаратуры надежность может быть также значительно повышена при соблюдении правил управления радиоаппаратурой, технической эксплуатации, профилактических осмотров и ремонтов ее.

Техническая эксплуатация судового радиооборудования регламентируется «Правилами технической эксплуатации и безопасности обслуживания средств радиосвязи и электрорадионавигации на речных судах», введенных в действие в 1966 г. приказом министра речного флота.

Техническое обслуживание судовых радиостанций включает в себя комплекс мероприятий, направленных на обеспечение в период навигации постоянной готовности их к действию и безотказной высококачественной работы в процессе эксплуатации. Эти мероприятия состоят из технических осмотров, проверок и профилактических работ, проводимых судовыми радистами (членами судового экипажа, обслуживающего радиостанции), а также радиоспециалистами электрорадионавигационных камер и радиомастерских.

Целью технических осмотров и проверок является определение объема требуемых профилактических работ и ремонта.

При внешнем техническом осмотре проверяют состояние и исправность: кожухов и дверок, блокировок, каркасов, окраски, крепления и амортизации, контактов внешних штепсельных разъемов, предохранителей, антенных устройств и фидеров, щеток, щеткодержателей и коллекторов.

При внутреннем техническом осмотре проверяют состояние и исправность: монтажных проводов и их креплений, механической прочности паяк; деталей узлов и блоков схемы; контактных поверхностей, штепсельных и ножевых разъемов; зубчатых шарнирных, ленточных, механических проводов органов настройки; непроволочных сопротивлений, конденсаторов, трансформаторов (по вытеканию изоляционной массы), плавких вставок и предохранителей на аппаратуре; уровень и плотность электролита в аккумуляторах.

Во время технических осмотров, выполняемых при включенной аппаратуре, проверяют соответствие показаний всех измерительных приборов номинальным значениям, установку номинальных режимов электропитания аппаратуры; контролируют исправность ламп и полупроводниковых приборов во всех каскадах; проверяют напряжения аккумуляторов под нагрузкой и батарей, работу аппаратуры в телефонном и телеграфном режиме, каютных громкоговорителей и регуляторов громкости по всем трансляционным линиям.

При профилактических работах устраняют неисправности, выявленные во время осмотров и проверок аппаратуры; очищают аппаратуру и внешние каркасы блоков от пыли и окислов; протирают стекла, удаляют пыль с деталей монтажа и внутренних узлов; очищают контакты переключателей реле, рубильников, пусковых реостатов, антенные изоляторы и вводы, щетки, щеткодержатели, коллекторы и кольца преобразователей и умформеров, заменяют смазку подшипников; смазывают трущиеся поверхности; заменяют неисправные детали; очищают аккумуляторы; доливают электролит; заряжают аварийные аккумуляторы.

Объем и периодичность осмотров и профилактики указываются в «Правилах технической эксплуатации и безопасности обслуживания средств радиосвязи и электрорадионавигации на речных судах».

В ежедневные контрольно-профилактические работы входит следующий минимум операций: удаление пыли с наружных частей аппаратуры; проверка исправности соединения кабелей, подтягивание фишек, проверка надежности заземления аппаратуры, крепления и амортизации ее; проверка связи с береговыми радиостанциями; проверка исправности антенны, крепления соединительного кабеля, чистка изоляторов, подстройка передатчиков по контрольным встроенным приборам.

В процессе технической эксплуатации радиотелефонной аппаратуры следует обращать особое внимание на дистанционное управление радиостанцией.

После длительного перерыва в работе радиостанции необходимо включить ее на прием и просушить в течение 15—30 мин.

Все работы по профилактике аппаратуры (кроме ежедневной) записываются в соответствующий формуляр.

§ 50. Техническая эксплуатация источников электропитания

Технические условия на аппаратуру радиосвязи предусматривают работоспособность станции при изменении питающего напряжения на 10%. При понижении напряжения значительно снижается мощность передатчика и чувствительность приемника, а при его повышении сокращается срок службы ламп, и могут выйти из строя полупроводниковые приборы. Особенно важно поддержание нормального напряжения бортовой сети для радиостанции Р-800РФ (вариант станции на постоянном токе 27 в).

Как известно, номинальным напряжением для многих судов речного флота является 24 в. Испытаниями установлено, что сколько-нибудь значительной разницы в слышимости при уменьшении напряжения бортовой сети с 27 до 24 в не было. Дальнейшее снижение напряжения до 23—22 в уже заметно сказывается на слышимости, а дальность связи сокращается. Поэтому следует добиваться, чтобы фактическая емкость и напряжение аккумуляторов соответствовали номинальным.

При обслуживании аккумуляторных батарей надо строго соблюдать заводские инструкции по эксплуатации. Необходимо поддерживать требуемые величины зарядного и разрядного тока, минимального напряжения, плотность и температуру электролита.

Для аккумуляторов, находящихся в повседневной эксплуатации, нормальная зарядка составляет 6 ч при токе, равном одной четвертой части емкости аккумулятора. Для зарядки новых аккумуляторов через каждые 10 циклов производится усиленная зарядка в течение 12 ч, причем первые 6 ч зарядка ведется нормальным током, а следующие 6 ч — током, равным половине

нормального. Надо иметь в виду, что систематическая недозарядка аккумулятора вредно отражается на его работе, поэтому аккумулятор лучше перезарядить, чем недозарядить. Работы по уходу за аккумуляторными батареями можно производить только после предварительной вентиляции аккумуляторного помещения. Во избежание взрыва запрещается применять открытый огонь. Аккумуляторные батареи должны быть установлены на изоляторах (стеклянных или эбонитовых) и надежно закреплены. Батарейные ящики и блоки аккумуляторов надо содержать сухими и чистыми, с них следует систематически удалять пыль, брызги электролита, а с поверхностей клемм и междуэлектродных соединений — окислы. Чистить и осматривать батареи, а также доливать в них электролит нужно не реже одного раза в месяц. Для предохранения от коррозии неокрашенные металлические детали (соединительные планки, болты и т. д.) покрывают тонким слоем технического вазелина. Резиновые кольца пробок смазывать вазелином запрещается.

Обнаруженную на сосудах ржавчину удаляют с помощью тряпки, смоченной в керосине, а очищенное место покрывают битумным лаком. Применять при этом металлические инструменты, наждачную или стеклянную бумагу запрещается. Электролит следует заливать только через чистую стеклянную, эбонитовую или фарфоровую воронку. Металлические воронки использовать не рекомендуется, так как это может привести к короткому замыканию аккумулятора. Уровень электролита должен быть выше пластин в щелочных аккумуляторах на 5—12 мм, в кислотных — на 12—15 мм.

Приготовленный электролит нужно хранить в герметически закрытых металлических или стеклянных сосудах. При контрольном заряде и формовке аккумуляторных батарей отверстия для заливки электролита должны быть открыты. Плотность электролита проверяют при полностью заряженной аккумуляторной батарее не реже одного раза в месяц. Попавший на аккумуляторную батарею электролит удаляют тряпкой, смоченной 10%-ным раствором нашатырного спирта или соды и насухо протирают.

Контакты аккумуляторных батарей должны быть туго поджаты. При работе гаечными ключами или другими металлическими инструментами надо следить за тем, чтобы не произошло короткого замыкания между полюсом и корпусом аккумуляторной батареи. Запрещается проверять заряд батареи «на искру» замыканием полюсов металлическими предметами.

Электролит готовят из дистиллированной или дождевой воды, процеженной через полотно. Раствор щелочи надо готовить в чистой чугунной посуде. Использовать для этого стеклянную посуду не рекомендуется, так как при сильном нагреве стекло может лопнуть. Запрещается применять керамиковую, оцинкованную, луженую, алюминиевую, медную, освинцованную и эмалированную посуду, а также посуду из-под электролита для кислотных аккумуляторов.

Для щелочных аккумуляторных батарей применяется калиеволитиевый электролит (раствор едкого калия в дистиллированной воде плотностью 1,19—1,21 при 20° С с добавкой в него 20 г моногидрита лития на 1 л раствора). Для приготовления электролита следует на 3 л воды брать 1 кг едкого калия.

В посуду с дистиллированной водой надо вливать щелочь (для щелочных) или кислоту (для кислотных), а не наоборот. Не разрешается пользоваться одними и теми же ареометрами, мензурками, резиновыми грушами для щелочных и кислотных аккумуляторных батарей.

Во время межнавигационного ремонта аккумуляторные батареи с целью выявления их годности к дальнейшей эксплуатации подвергают контрольно-измерительным испытаниям. Аккумуляторные батареи, вырабатывающие менее 85% емкости по току, подлежат ремонту или замене.

§ 51. Техника безопасности при обслуживании судовых средств радиосвязи

Техника безопасности судового радио- и электрооборудования регламентируется двумя основными документами — «Правилами технической эксплуатации и безопасности обслуживания средств радиосвязи и электрорадионавигации на речных судах» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации и ремонте электрооборудования речного флота».

Ответственность за выполнение правил по технике безопасности на судах возлагается на капитана.

К обслуживанию судовых средств радиосвязи допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и имеющие удостоверение на право их обслуживания.

Основные требования по безопасности обслуживания судовых средств радиосвязи. Все неизолированные токоведущие части оборудования необходимо ограждать надежно заземленными кожухами, исключаящими возможность случайного прикосновения к ним обслуживающего персонала. Нетокведущие части и корпуса оборудования должны быть заземлены или занулены с целью защиты людей от опасного напряжения при пробое изоляции.

Профилактические и ремонтные работы по радиооборудованию можно выполнять лишь при отключенном фидере судовой питающей сети, с разрешения капитана или вахтенного начальника. Открывать крышки аппаратуры, если не отключено питание, запрещается.

Вскрывать аппаратуру и выполнять работы в блоках под напряжением разрешается в исключительных случаях. При этом работы производятся двумя лицами, одно из которых должно контролировать действия другого. Работать нужно в резиновых диэлектрических галошах (или под ногами должен быть резиновый коврик), резиновых диэлектрических перчатках, головном уборе и в одежде со спущенными и плотно затянутыми у запя-

стью рукавами. Инструмент должен иметь рукоятки из изолированного материала.

Прежде чем приступить к внутреннему осмотру или профилактике радиооборудования, надо не только отключить источники тока, но и разрядить на землю конденсаторы в цепях высокого напряжения. Конденсаторы и их фильтры разряжают заземленным проводником с рукояткой из изолирующего материала.

Одним из важных требований техники безопасности является надежное заземление. Поэтому нужно следить, чтобы заземляющая шина была всегда соединена с корпусом судна и корпусом радиостанции. Корпуса отдельных блоков радиостанции также должны быть надежно соединены между собой.

В рулевой рубке и радиорубке должно быть аварийное освещение. Если применяются переносные электрические лампы и электрифицированный инструмент, то разрешается напряжение не выше 36 в.

Радисты (члены судовой команды, обслуживающие радиоаппаратуру) должны помнить, что запрещается: проверять пальцами наличие напряжения в питающей сети и на зажимах машин; закорачивать высоковольтные конденсаторы на корпус для их разрядки металлическими неизолированными предметами; снимать и закорачивать блокировочные контакты; касаться токоведущих шин и деталей; снимать предупреждающие предохранительные надписи; присоединять или отсоединять провода во время работы электрических машин в свободной одежде; садиться на работающие машины и класть на них посторонние предметы.

При обслуживании антенно-мачтовых сооружений антенные вводы следует располагать на высоте не ниже 1,8 м над палубой, они должны иметь специальные ограждения. Участки снижения антенн, проходящие в непосредственной близости от рабочих мест, ограждать металлическими сетками, уменьшающими напряженность поля. Должна быть обеспечена невозможность включения радиостанции на передачу в тот момент, когда радист или другой член судовой команды занят спуском (подъемом) мачты с антенной при проходе под мостом.

Одним из основных элементов техники безопасности является исправность защитных заземлений.

Для проверки надежности защитных заземлений следует помнить их устройство.

Защитные заземления. Заземления блоков радиоаппаратуры и агрегатов питания осуществляются перемычками из гибкого бронзового канатика, который соединяет корпус прибора с общей шиной заземления. Величина переходного сопротивления защитного заземления не должна превышать 4 ом. Шина заземления соединяется с корпусом или с палубой плитками заземления.

Если при заземлении корпуса радиостанции нарушается работа судового электрооборудования или происходит короткое замыкание судовой сети, корпус радиостанции следует изолировать от корпуса судна.

При монтаже радиостанций нужно обращать внимание на согласование судовой сети постоянного тока (двухпроводная или однопроводная) со схемой питания радиостанции. В радиостанциях типа «Линда-М», Р-800, Р-609 при питании от сети постоянного тока напряжением 24 и 12 в минус в схеме питания заземлен, поэтому корпус радиостанции должен быть обязательно изолирован от корпуса судна. Поэтому ни в коем случае нельзя допускать изменения полярности бортовой сети судна (в результате повреждения изоляции или по другим причинам), закорачивания плюса бортовой сети на корпус судна. Это приводит к короткому замыканию. Кроме того, при изменении полярности бортовой сети преобразователь МА-100М (в Р-800) может выйти из строя. В радиостанциях типа Р-807 и Р-805 при питании от судовой сети постоянного тока корпус их должен быть заземлен.

Основные противопожарные мероприятия. Обтирочные материалы (тряпки, пряжу, паклю) следует хранить в железных закрытых ящиках, а керосин и масло (в небольших количествах), необходимые для промывки и смазки подшипников, — в прочных бидонах. Чистить аппаратуру и электрические машины бензином или спиртом при включении питания или при температуре их нагрева выше 50°С запрещается. Тушение «горящих» силовых установок необходимо производить при выключенном напряжении. Огнетушителями — пеногонными и водой пользоваться лишь для тушения обесточенного оборудования. Применять песок при тушении электрических машин и приборов, имеющих движущие части, не разрешается. Горящее масло в установках, находящихся под напряжением, следует тушить сухим песком, порошкообразными огнетушителями и др. При угрозе пожара в аккумуляторном помещении надо удалить из него все предохранители, разомкнуть выключатели, а при необходимости разрезать соединения между некоторыми банками. Для тушения пожара в аккумуляторном помещении можно использовать воду. Электрическое освещение в помещении, где тушат пожар, нужно поддерживать всеми доступными средствами.

Глава XV

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА СУДОВЫХ РАДИОСТАНЦИЙ

§ 52. Организация ремонта судовых радиостанций

В зависимости от технического состояния аппаратуры, срока ее эксплуатации и объема работ ремонт подразделяется на текущий и средний (капитальный).

При текущем ремонте устраняются неисправности, не требующие разборки ответственных элементов радиоаппаратуры (допускается только ее выемка из кожуха и замена вышедших из строя деталей), или замена блоками.

Текущий ремонт может производиться главным образом в период навигации (навигационный ремонт) и в период судоремонта (межнавигационный). В пароходствах основной базой по проведению навигационного ремонта являются электрорадионавигационные камеры (ЭРНК), в которые входят специализированные участки, в том числе по ремонту аппаратуры радиосвязи и радиовещания. ЭРНК может послать радиоспециалиста на судно с необходимыми деталями или запасными блоками. Наличие УКВ радиостанции в ЭРНК позволяет быстро связаться с любым судном и доставить нужные блоки. Устранение повреждения после определения неисправности требует значительно меньшего времени, если на судне имеется комплект запасных деталей и радиоламп (ЗИП) в размере, предусмотренном Правилами Речного Регистра. При значительном объеме ремонта блок заменяется целиком, а неисправный направляется в ЭРНК на ремонт. Текущий ремонт при наличии простейших неисправностей, выявленных в процессе работы радиостанции, должен выполняться на судне судовым радистом или членом судового экипажа, обслуживающим радиостанцию.

Межнавигационный ремонт аппаратуры производится владельцами флота непосредственно на судоремонтных предприятиях под контролем специалистов ЭРНК. Особо сложные ремонты выполняются непосредственно ЭРНК по договору с владельцем флота. На судоремонтных предприятиях организованы радиомастерские, возглавляемые радиомастерами или механиками-наставниками по судовому радиооборудованию.

Крупные поломки судового радиооборудования по вине обслуживающего персонала квалифицируются как аварии или аварийные происшествия в зависимости от материального ущерба, о чем составляется соответствующий акт с участием представителей судовых инспекций.

Средний ремонт предусматривает выполнение работ, связанных с частичной разборкой аппаратуры и отдельных блоков; устранением повреждений одного или нескольких узлов или блоков; заменой неисправных деталей, или части монтажа; восстановлением электрических параметров; перемоткой трансформаторов, дросселей и колебательных контуров. Средний ремонт, как правило, производится один раз в 4—5 лет. При таком ремонте широко используются поставляемые заводами-изготовителями комплекты запасных блоков и деталей.

Основная задача всех видов ремонта — устранение выявленных неисправностей аппаратуры, полное восстановление ее эксплуатационно-технических параметров, обеспечение надежности. Если стоимость ремонта аппаратуры превышает 50% ее стоимости на день сдачи в ремонт, то она подлежит списанию.

В межнавигационный ремонт аппаратуру сдают вместе с ее формуляром. До постановки судна в ремонт судовой радист, радиомеханики ремонтно-эксплуатационных баз и судоремонтных заводов обязаны на основании «Единых ремонтных ве-

домостей судового оборудования радиосвязи и радионавигации» составить ведомость с указанием всех неисправностей, которые необходимо устранить в период ремонта. Испытания судовых средств радиосвязи с целью выявления дефектов и отклонений основных параметров аппаратуры от норм выполняются в соответствии с «Правилами сдачи речных судов в ремонт и приема их из ремонта». При составлении ведомости ремонта учитываются результаты испытаний, записи о неисправностях в эксплуатационных журналах и формулярах, замечания линейных радиомехаников и личные замечания судового радиста.

После устранения всех неисправностей аппаратуру проверяют и регулируют (подбирают детали, отвечающие требуемым нормам, устанавливают режим работ ламп согласно заводским данным, настраивают контуры и другие элементы схемы, проверяют электрические характеристики аппаратуры, составляют протокол испытаний). После регулировки винты настроечных конденсаторов, сердечников катушек заливают краской.

По окончании ремонта судового радиооборудования выполняется полный комплекс сдаточных работ на стенде с участием специалистов узлов связи и радионавигации.

При сдаче флота в эксплуатацию проводятся швартовные и ходовые испытания в объеме, соответствующем регулировочно-сдаточным работам для вновь устанавливаемой на суда аппаратуры. Во время испытаний все источники питания аппаратуры должны находиться в рабочем состоянии.

Швартовные и ходовые испытания судовых средств радиосвязи производят в соответствии с «Правилами сдачи речных судов в ремонт и приема их из ремонта». Из ремонта оборудование радиосвязи принимают представители пароходств, узлов связи и радионавигации и капитан с судовым радистом. Во время приема радиооборудования нефтеналивных судов присутствует представитель ВОХРа. Принимать из ремонта радиооборудование следует в соответствии с Правилами Речного Регистра РСФСР, а для судов, выходящих в море и не относящихся к разряду «М» Речного Регистра,— с Правилами Регистра СССР.

При приеме следует проверить комплектацию ЗИПа радиостанции.

Перед постановкой судна на зимний отстой радиооборудование подвергают консервации (длительному хранению). Для этого вся аппаратура должна быть проверена в действии. Консервации подлежит только исправное или полностью укомплектованное оборудование. Неисправные узлы и блоки сдают в ремонт или заменяют. При подготовке аппаратуры к консервации следует освободить и установить в нулевое положение ручки, кнопки, переключатели, тщательно просушить аппаратуру, блоки и узлы ее (в помещениях с повышенной влажностью) с помощью электронагревательных приборов. При транспортировке блоки радиостанции должны быть завернуты в бумагу и уложены в ящик со стружкой для исключения перемещений.

Работники судоремонтного предприятия вместе с судовым радистом (судоводителем) при консервации средств радиосвязи обязаны: отключить и изолировать концы кабелей межблочного монтажа от снимаемых блоков аппаратуры; вынуть предохранители и лампы из приборов; снять с судна и хранить в отапливаемых помещениях с температурой 10—30° С оборудование радиосвязи и электрорадионавигации, имеющее ограничения по температуре и влажности. Контактные, переключатели и реле рекомендуется обернуть парафинированной бумагой и завязать так, чтобы не нарушить и не повредить монтаж схемы аппаратуры.

При консервации аппаратуры составляется акт, который подписывают капитан судна и представитель завода. В нем перечисляются: оставленная на судне исправная аппаратура, опломбированные блоки, а также аппаратура, сданная на хранение и в ремонт. Законсервированную аппаратуру необходимо периодически осматривать.

§ 53. Технология ремонта судовых радиостанций

Неисправности судовой радиоаппаратуры подразделяются на явные, которые обнаруживают при внешнем осмотре детали, и скрытые, которые обнаруживают только при последовательной проверке качества схемы и рабочих режимов блока.

При ремонте независимо от его категории должно быть обеспечено соответствие технических параметров аппаратуры их номинальным значениям. Проверка этих параметров аппаратуры и ее деталей, установление и устранение повреждений, замена деталей агрегатным и блочным методами должны производиться в соответствии с технологией ремонта, разрабатываемой для каждого вида аппаратуры с учетом условий его выполнения.

Причинами неисправности радиоаппаратуры являются неправильная ее эксплуатация, несвоевременное и некачественное проведение профилактических работ или старение деталей. Все неисправности разделяют на механические и электрические. Первые (поломка изоляторов и других деталей, износ шестерен и т. д.) можно обнаружить легко. Электрические неисправности могут устраняться более длительный период, причем больше половины времени занимает их отыскание.

Неисправности электрического характера нарушают режимы работы устройства в целом или его отдельных блоков. Причинами их могут быть: короткое замыкание или обрыв вследствие механических повреждений в цепях, что приводит к перегрузке деталей схемы и их выходу из строя; коррозия и нарушение контактных соединений; старение деталей при их длительной службе и некачественной пайке; выход из строя радиоламп; повреждение изоляции и т. д.

Небольшая часть электрических неисправностей (явных) может быть обнаружена при внешнем осмотре: радиодетали и их изоляция темнеют и обугливаются (при многократных перегруз-

ках деталей от короткого замыкания), контактные соединения оплавляются или завариваются.

При устранении электрических неисправностей рекомендуется производить технический осмотр с целью выявления внешних дефектов, повреждений монтажа, неисправных радиоламп и деталей. При отыскании неисправностей необходимо избегать снятия блоков, разборки отдельных частей аппаратуры и нарушения зафиксированного положения настроечных элементов. Любая разборка аппаратуры может вызвать появление новой неисправности в дополнение к имеющейся.

Общая методика отыскания неисправностей заключается в том, чтобы путем электрических измерений и логических рассуждений исключить из рассмотрения все исправные узлы аппаратуры. После этого поиск неисправностей можно вести на конкретном небольшом участке схемы.

Прежде чем рекомендовать на отдельных примерах порядок отыскания повреждений, следует напомнить, что надо хорошо уметь пользоваться простейшей контрольно-измерительной аппаратурой и в первую очередь ампервольтметром и испытателем ламп. При проверке работы того или иного блока иногда кажется невозможным доступ к желаемой точке схемы без снятия этого блока. Но если учесть, что большинство узловых точек находится на электродах радиоламп, то можно отказаться от операции разборки, так как в любом случае довольно просто подключиться к ножке лампы, не обнажая монтаж схемы прибора. Для контроля напряжения на электродах ламп в запасном имуществе некоторых приборов прилагаются переходные панельки, которые имеют отводы от каждого гнезда. Переходную панельку можно изготовить из цоколя радиолампы соответствующего типа.

На примере судовой радиостанции покажем последовательность отыскания неисправностей. Радиостанция состоит из приемника, передатчика, блока питания, телефонов (или динамика), микрофона, телеграфного ключа, антенны, кабелей. Эти элементы связаны разъемными соединениями. Сначала надо найти неисправную часть радиостанции.

Если радиостанция не работает, нужно проверить, включено ли питание, в норме ли напряжение, плотно ли завернуты фишки кабелей, правильно ли установлены все переключатели и регуляторы.

После этого подвергают контролю элементы, которые используют в качестве индикаторов для проверки работы приемника или передатчика (антенный прибор в передатчике, телефоны в приемнике). Затем проверяют блоки и кабели питания, обеспечивающие работу приемника и передатчика, после чего — отдельные детали. Если имеются явные признаки повреждения определенного элемента, то можно указанной последовательности не придерживаться. Далее определяют поврежденный узел или каскад в неисправном элементе (части), а в них — дефектную цепь (детали). После этого находят повреждение в неисправной цепи. Проверку

производят наиболее распространенным методом контрольного комплекта (или стендового) для данной аппаратуры. В электро-радионавигационной камере (радиомастерской завода, РЭБ) необходимо иметь исправные комплекты всех типов ремонтируемой радиоаппаратуры, а также комплекты радиоламп и съемных деталей. Неисправный блок радиостанции иногда заменяют аналогичным из контрольного комплекта. Такой метод ремонта иногда называют блочным (агрегатным).

Повреждения можно находить методом электрических цепей. Цепи состоят из различных деталей (сопротивлений, конденсаторов, катушек индуктивности, телефонов), источников тока, проводников, коммутирующих устройств (переключателей, реле), предохранителей, разъемных контактов в панелях, колодках и т. д. Они могут иметь ответвления, с помощью которых соединяются с другими цепями и с корпусом аппарата.

К характерным неисправностям цепей относятся: обрыв, короткое замыкание цепи на корпус или с другой цепью. Выход из строя деталей цепи, плохой контакт в соединениях, непостоянное замыкание можно установить омметром. Весьма удобно проверять цепи питания измерением напряжений в отдельных их точках с помощью вольтметра.

Из-за резких колебаний напряжения и частоты в судовой сети (особенно у валогенераторов переменного тока) сгорают плавкие предохранители в отдельных цепях схем радиоаппаратуры, а иногда даже выходят из строя детали. При работе радиоустройств необходимо внимательно следить за напряжением судовой сети и при отклонении его более чем на $\pm 10\%$ выключать аппаратуру.

При замене неисправных радиоламп следует иметь в виду, что, хотя аппаратура работоспособна с любой лампой, удовлетворяющей ГОСТу, разброс величин межэлектродных емкостей, крутизна характеристики тока эмиссии и т. д. приводят к некоторой расстройке контуров. Особенно опасно и нежелательно это явление в каскадах блока высокой и промежуточной частоты приемника, а также в каскадах, где имеются сопряженные контуры. Поэтому неисправную лампу желательно заменять исправной с примерно равными межэлектродными емкостями и другими параметрами. Для этого при комплектации ЗИПа рекомендуется проверить лампы на данной радиостанции и убедиться в их идентичности путем сравнения чувствительности приемника и отдачи передатчика. Приведем некоторые часто встречающиеся повреждения, которые могут быть быстро устранены судовыми радистами.

Радиостанция «Иртыш»: характер повреждения — уход частоты передатчика на 2—3 кГц; причина — сгорел барретор 0,24Б-12-18 в ламповом блоке передатчика; устранение — замена барретора из ЗИПа;

характер повреждения — не работает механизм автоматической перестройки каналов передатчика; причина — выключилось электропитание в момент работы механизма автоматики; устранение — отдать крепления блока Б-2, немного выдвинуть его из ра-

мы, так чтобы открылись контакты ножевого разъема, замкнуть контакт О—В на корпус и, когда мотор механизма автоматически начнет работать, разомкнуть контакт.

Радиоприемник УС-9: характер повреждения — нет шумов, приемник не работает; причина — вышла из строя одна из радиоламп; устранение — вскрыть приемник, заменить поочередно в каждой группе последовательно соединенные по накалу отдельные лампы.

Радиоприемник «Волна-К»: характер повреждения — на последних поддиапазонах (начиная с 5) приемник не работает; причина — не работает второй преобразователь частоты; устранение — вскрыть крышку контактов В-2 и В-3 и почистить контакты; заменить лампы 6А2П и 6К4П.

Командновещательная установка «Березка»: характер повреждения — не работает один из постов двусторонней громкоговорящей связи; причина — прогорела фишка питания выпрямителя поста или отказал один из блоков коммутатора К-1 (ДС, МУ или КУ-10); устранение — проверить исправность фишек; неисправные заменить из ЗИПа или поменять блоки ДС, МУ и КУ-10 из другого работающего поста, при обнаружении неисправного заменить его из ЗИПа;

характер повреждения — не работает циркулярная передача и двусторонняя громкоговорящая связь из ходовой рубки. Замена микрофона и блоков ДС, МУ и КУ-10 в центральном коммутаторе ничего не дает; причина — замыкает один из микрофонов на крыльях мостика; устранение — отключить от центрального коммутатора коробку запараллеливания микрофонов КЗМ и включить вместо нее микрофон. Если передача будет нормальной, найти, какой микрофон или линия замыкает.

§ 54. Характерные неисправности и ремонт радиодеталей

Анализ отказов основных типов судовых радиостанций показывает, что более 50% неисправностей приходится на долю радиоламп; около 18% повреждений происходит из-за выхода из строя резисторов (в основном постоянных непроволочных); 12% отказов связано с выходом из строя конденсаторов и 10% — трансформаторов и переключателей.

Радиолампы. Основными неисправностями в радиолампах являются обрыв (перегорание) нити накала и подводящих проводов, замыкание электродов между собой, потеря эмиссии и наличие газа в лампе. Лампы проверяют на специальном приборе, называемом испытателем ламп. При его отсутствии нужно поочередно заменить лампы в проверяемой аппаратуре исправными. Повреждение нити накала или замыкание электродов между собой можно обнаружить омметром или пробником. Если нить накала цела или электроды замкнуты, стрелка приборов должна отклониться. Данную проверку на ножках лампы нужно производить от накала до анода в том порядке, в каком электроды расположены в лампе.

Лампы с металлическими баллонами следует проверять и на замыкание между электродами и баллоном, вывод от которого подводится к первой ножке лампы. Потерю эмиссии лампы можно определить и без испытателя ламп измерением режима ее работы. Анодный ток лампы, потерявшей эмиссию, значительно меньше нормального (при сохранении номинальных сеточных напряжений). Его можно измерять миллиамперметром, включенным последовательно в анодную цепь лампы, или высокоомным вольтметром, присоединенным параллельно сопротивлению нагрузки анодной цепи. Вольтметр показывает величину падения напряжения на нагрузочном сопротивлении, а зная ее, легко найти и значение анодного тока. О потере эмиссии лампы свидетельствует также и отсутствие падения напряжения на анодной нагрузке.

В ламповых панельках иногда возникают скрытые повреждения. Например, в панельках, собранных на двух штампованных гетинаксовых платах, происходит замыкание или пробой между соседними гнездами из-за близкого расположения лепестков в гетинаксовых платах. Панельки проверяют ламповым цоколем, для чего штырьки его соединяют между собой через один. К полученным двум группам штырьков подключают сеть с осветительной лампочкой. Покачивая цоколь в ламповой панельке, наблюдают за лампочкой. Если она загорается, значит в панельке имеют место короткие замыкания.

Конденсаторы. В электролитических конденсаторах возможны следующие повреждения: потеря емкости, пробой и утечка тока. Потеря емкости происходит при длительной работе конденсатора в результате высыхания электролита или разрушения выводов. Она может быть вызвана и продолжительным пребыванием конденсатора на морозе. Если конденсатор установлен в фильтре, то характерным признаком потери емкости является фон переменного тока в приемнике или усилителе. Проверять величину емкости следует только измерительными мостами или другими специальными приборами.

Пробой конденсатора приводит к выходу из строя радиоаппаратуры, так как прекращается поступление анодного напряжения от выпрямителя. Причиной пробоя может быть перенапряжение (хотя бы кратковременное) на конденсаторе.

Омметр или пробник, которыми проверяют пробитый конденсатор, покажут короткое замыкание или малое сопротивление.

При утечке тока в электролитическом конденсаторе повышается его расход, т. е. понижается напряжение на выходе выпрямителя. Утечку можно определить миллиамперметром, для чего один конец конденсатора отключают от схемы и в образовавшийся разрыв цепи включают миллиамперметр. Если конденсатор имеет повышенную утечку тока, то миллиамперметр покажет повышенный его расход (порядка 5—10 *ма*). Электролитические конденсаторы с большой утечкой при работе сильно нагреваются.

В бумажных, слюдяных и керамических конденсаторах возможны те же неисправности, что и в электролитических, т. е. про-

бой, утечка тока и потеря емкости. Проверку на пробой производят так же, как и в электролитических конденсаторах. Утечку тока устанавливают мегомметром. Сопротивление исправного конденсатора должно быть не более 100 Мом. Конденсатор, сопротивление которого составляет 10—15 Мом, не пригоден к работе. Утечка тока у бумажных, слюдяных и керамических конденсаторов происходит вследствие плохой изоляции между обкладками из-за проникновения влаги в конденсатор.

Резисторы. Гарантированная величина сопротивления постоянных непроволочных резисторов в результате перегрева может значительно отклоняться. Сгоревший непроволочный резистор можно определить по наличию темного пояса или потемнению краски.

В переменных резисторах встречаются как механические, так и электрические повреждения: неисправны упоры, ослаблены или загрязнены трущиеся контакты, разрушен (стерся или сгорел) проводящий слой.

Трансформаторы. Работа радиоустройств с питанием от сети переменного тока часто нарушается из-за неисправностей силовых трансформаторов. Как правило, это следствие перегрева обмоток трансформатора при повышении напряжения в сети или чрезмерно большом потреблении тока (короткое замыкание в цепи анодного питания или в цепи накала ламп). Длительный перегрев обмоток нарушает изоляцию проводов и приводит к короткому замыканию части обмоток. Возможны также замыкания обмоток между собой и на корпус, обрыв (нарушение контакта) внутри их или у выводных концов.

У выходных и междудуламповых трансформаторов замыкание в обмотках происходит реже. В них чаще всего наблюдается обрыв провода внутри обмоток из-за проникновения влаги. В местах нарушения изоляции она окисляет провода, что и приводит к обрыву обмоток.

Пластины сердечника трансформатора должны быть плотно стянуты болтами. Дроссели и трансформаторы, как говорят, «поят» или «гудят» вследствие вибрации плохо стянутых пластин сердечника. Если после затяжки болтов вибрация пластин сердечника продолжается, рекомендуется погрузить дроссель или трансформатор в расплавленный парафин, который заполняет промежутки между пластинами и не дает им возможности вибрировать.

Чтобы проверить, есть ли короткие замыкания в обмотках трансформатора, необходимо в сеть последовательно с первичной его обмоткой включить электрическую лампу мощностью, в 3—4 раза меньшей мощности трансформатора. При исправном трансформаторе лампа должна гореть примерно в «четверть накала». Если он замкнут накоротко, то она будет гореть почти полным накалом.

Обмотки трансформаторов и дросселей низкой частоты для предохранения от влаги, коррозии и пробоя пропитывают церези-

ном или воском. Часто для этого применяют смесь из воска (70%) и канифоли (30%).

Катушки подвижных систем громкоговорителей. В динамических громкоговорителях наиболее часто происходит обрыв и сгорание катушки и разрыв диффузора. При отсутствии запасной подвижной системы на судне ее можно отремонтировать.

Для исправления диффузор в месте разрыва нужно тщательно разгладить и промазать тонким слоем столярного клея, затем его покрывают сухой марлей. При разрыве гофрированной части диффузора поступают так же, только при этом надо следить за тем, чтобы марля облегла гофр. Если диффузор порван очень сильно, то места разрыва прошивают крест-накрест ниткой. Концы марли, прилипшей к диффузору, осторожно обрезают.

Установку подвижной системы громкоговорителя на место ее центровку производят в таком порядке. Внутрь звуковой катушки вставляют четыре длинные полосы бумаги шириной 4—6 мм. Полоски равномерно размещают по окружности катушки. Катушку вместе с полосками вставляют в магнитный зазор (полоски устраняют трение каркаса о стержень). После того как система будет свободно установлена на место, приклеивают внешние поля диффузора к держателю и закрепляют винтом центрирующую шайбу. Осторожно вынимают полосы и, легко нажимая на диффузор, проверяют, не задевает ли звуковая катушка стенки магнитного зазора. В случае необходимости центровку подвижной системы выполняют повторно.

§ 55. Ремонт кабельных сетей

Для соединения блоков радиоаппаратуры в цепях с рабочим напряжением до 700 в применяются специальные морские кабели марок КНРП, КНРЭ, КНРТЭ, КНРЭТЭ, НРШМ и КОВЭ. Буквы в марке кабеля означают: К — кабель, Н — негорючий, Р — резиновый, П — панцирный, Э — экранированный (буква Э в середине указывает на экранирование отдельных жил, а в конце — на экранирование всего кабеля), М — морской, В — виниловый, О — олеfinный, Ш — шланговый.

Наибольшее распространение для монтажа линии питания радиооборудования получил трехжильный кабель марки КНРП (рис. 77).

Для защиты радиоаппаратуры от промышленных помех, членов судовых команд — от возможного поражения током в силовые кабели, даже имеющие металлическую оболочку, необходимо тщательно заземлять.

Применяют два вида заземления кабелей — линейное и концевое. Первое заземление выполняется по кабельной трассе в местах крепления кабелей в универсальных конструкциях и скобах, второе — в местах ввода кабелей в аппаратуру.

Наиболее характерное повреждение кабельных сетей — повреждение сопротивления их изоляции. В каждом месте присоединения

ния кабелей к аппаратуре и приборам возникают токи утечки, протекающие от токоведущих жил по наружной поверхности кабелей, а также от клемм аппаратуры по поверхности изолирующих деталей к корпусу судна. Чем больше таких мест, тем ниже сопротивление изоляции. Токи утечки тем больше, чем больше влаги и грязи скапливается вблизи обнаженных токоведущих жил кабелей и клемм оборудования. Если сопротивление изоляции уменьшилось в проводах разной полярности (или разных фаз), то может произойти пробой изоляции и короткое замыкание между этими проводами и корпусом в двух местах. Кроме того, при малом сопротивлении изоляции повышается опасность поражения

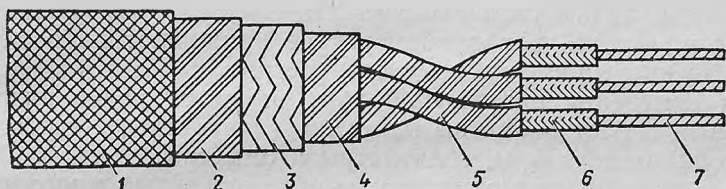


Рис. 77. Трехжильный кабель марки КНРЭ:

- 1 — оплетка (экран); 2 — обмотка из прорезиненной тканевой ленты;
 3 — шланг из резины; 4 — обмотка из прорезиненной тканевой ленты;
 5 — обмотка из прорезиненной тканевой ленты; 6 — изоляция из резины;
 7 — жилы из медных отожженных проволок

обслуживающего персонала электрическим током. Принято, что максимально допустимый безопасный для человека ток равен $0,01\text{ а}$ и сопротивление человеческого тела равно 1000 ом . Поэтому при напряжении сети 220 в сопротивление изоляции должно быть не менее $20\,000\text{ ом}$, иначе человек может погибнуть. Практически, при хорошем уходе за кабельными сетями сопротивление изоляции отдельных фидеров бывает значительно выше (порядка $2\text{—}5\text{ Мом}$).

§ 56. Измерительные приборы для ремонта и технической эксплуатации судовых радиостанций

Во время технической эксплуатации и ремонта судовых радиостанций наиболее часто применяют приборы для измерения напряжения, сопротивления и реже тока. Главным образом приходится измерять напряжения постоянного и переменного тока низкой и реже высокой частоты.

В радиостанциях приходится измерять напряжения на участках схем с большим сопротивлением. Обычные вольтметры со сравнительно небольшим внутренним сопротивлением в таких случаях оказываются непригодными. Подключение вольтметра, сопротивление которого близко по величине к сопротивлению данного участка цепи, резко нарушает общий режим схемы. Вольтметр при этом будет показывать не то напряжение, которое имеется в ра-

бочих условиях на данном участке схемы (например, на том или ином электроде лампы), а заниженное.

Чтобы получить правильные показания, собственное сопротивление вольтметра должно в 10—20 раз превышать сопротивление участка цепи, параллельно которому он подключается. Необходимо применять чувствительные приборы, требующие небольшого тока для полного отклонения стрелки.

Наибольшее значение внутреннего сопротивления, которым должен обладать вольтметр, используемый при ремонте радиоаппаратуры, равно 1 000 ом/в , что соответствует чувствительности прибора в 1 ма . Вольтметры с таким сопротивлением относятся к приборам среднего качества. Хорошие приборы должны иметь сопротивление 20 000 ом/в и более. Поэтому для измерения постоянных напряжений в радиоаппаратуре применяют либо магнитоэлектрические, либо ламповые вольтметры.

Для измерения напряжений при ремонте радиоаппаратуры также используют авометры или ампервольтметры, в состав которых входят амперметры, вольтметры и омметры.

К таким приборам относятся комбинированные многопредельные измерительные приборы (тестеры и авометры) типа Ц-435, Ц-52, Ц-55, Ц-57 и АВО-5М, позволяющие также измерять величину сопротивления и емкости.

Для измерения больших величин сопротивлений (например, для проверки изоляции кабелей) используется мегомметр типа М1101, позволяющий измерять сопротивления до 500 Мом (при вращении рукоятки генератора со скоростью 10 об/мин вырабатывается напряжение около 500 в).

При ремонте аппаратуры, особенно радиоприемников, измеряют переменные напряжения низких и высоких частот. Измерение переменных напряжений низких частот чаще всего производится вольтметрами с купроксными выпрямителями, а напряжений высоких частот — с ламповыми. Для отсчета величины измеряемого напряжения при этом обычно используются приборы магнитоэлектрической системы. Купроксные вольтметры для измерения переменного напряжения звуковой частоты на выходе радиоприемников и усилителей называются иногда измерителями выхода. К ним относится вольтметр переменного тока ВЗ-10А. Он предназначен для измерения напряжений сигнала и шумов на выходе радиоприемных устройств при их проверке и регулировке, пределы измерений от 50 мв до 300 в . Частотный диапазон 50 гц — 20 кгц .

Ранее выпускались аналогичные вольтметры типа ИВ-4 и ИВ-5.

Милливольтметр ВЗ-13 (ранее ВЗ-2А) предназначен для измерения эффективного значения напряжения переменного тока с синусоидальной формой и пределами измерения от 3 мв до 300 в в частотном диапазоне от 20 гц до 1 Мгц .

Ламповый вольтметр ВК7-9 предназначен для измерения напряжений постоянного и переменного тока, а также сопротивлений.

Пределы измерения напряжения при включении в цепь постоянного и переменного тока — от 200 мв до 1 кв; диапазон частот 20 гц — 700 Мгц. Диапазон измеряемых сопротивлений — от 1 ом до 100 Мом.

До 1968 г. серийно выпускались аналогичные вольтметры типа ВК7-4, В-7, В7-2 и ВКС-7. В двух последних пределы измерения обеспечивались с помощью делителей напряжений типа ДНЕ-7 и ДНЕ-2.

При ремонте радиоаппаратуры применяют генераторы сигналов высокой и низкой частоты. К низкочастотным ступеням радиоаппаратуры подводятся напряжения от генераторов звуковых частот, а к высокочастотным и преобразовательным ступеням — напряжения от генераторов высоких частот, которые имитируют сигналы от радиостанции, проходящие через исследуемые ступени.

Звуковой генератор ГЗ-18 предназначен для получения синусоидальных напряжений переменного тока низкой частоты, необходимых при регулировке низкочастотных ступеней радиоаппаратуры. Диапазон частот от 20 до 20 000 гц. Номинальная выходная мощность генератора равна 1 вт, а максимальная 3 вт. Выходное сопротивление генератора рассчитано на согласованные нагрузки 6, 50, 200, 600 и 5000 ом.

Ранее для этих целей промышленностью выпускались звуковые генераторы ГЗ-4 и ГЗ-10.

Генератор стандартных сигналов Г4-18 применяется при регулировке и калибровке радиоприемной аппаратуры связи как источник высокочастотных электрических колебаний. Диапазон частот 100 кгц — 35 Мгц. Выходное калиброванное напряжение измеряется в пределах 0,1 в до 0,1 мкв на нагрузке 75 ом; калиброванный выход 0,1—1 в с выходным сопротивлением 100 ом; максимальный выход 2 в при непрерывной генерации. Внутренняя амплитудная модуляция с частотами 400 и 1000 гц; внешняя с частотами 50 гц — 15 кгц. Применяются также генераторы стандартных сигналов более ранних выпусков (ГЧ-1 и ГСС-6).

Генератор стандартных сигналов ГЧ-44 применяется при настройке УКВ радиостанций. Диапазон частот 10—400 Мгц. Выходное напряжение 0,1 Мкв — 0,1 в с выходным сопротивлением 75 ом. Применяются также генераторы ГЗ-8, ГМВ и ГСС-17.

Во время ремонта радиоаппаратуры необходимо проверять годность ламп, что облегчает определение неисправности.

В настоящее время промышленностью выпускается малогабаритный испытатель ламп универсальный Л1-3 (Л1-2), который может измерять основные электрические параметры радиоламп. Применяется также испытатель МИЛУ-1 ранних выпусков.

Для быстрого определения годности маломощных плоскостных транзисторов и измерения их некоторых параметров применяется испытатель плоскостных триодов Л2-1.

**ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ
ПРИЕМУ НА СЛУХ И ПЕРЕДАЧЕ НА КЛЮЧЕ****§ 57. Изучение приема на слух телеграфных радиосигналов**

Наряду с широким внедрением на речном флоте радиотелефонной связи, в условиях плавания по озерам, устьях рек и прибрежного морского плавания в качестве радиосвязи продолжает использоваться телеграфная связь. Поэтому изучение приема на слух и передачи на ключе телеграфных радиосигналов является одним из важных разделов подготовки судового радиста речного флота. Изучение приема и передачи телеграфных сигналов, хотя дело и трудное, но вполне посильное.

Обозначение букв, цифр и знаков препинания в виде телеграфной азбуки приведено в табл. 8. Каждой букве, цифре и знаку препинания присвоена определенная комбинация из точек и тире. Причем длительность тире равна длительности передачи трех точек. Длительность паузы между посылками в букве или цифре равна длительности точки, паузы между буквами — трех точек и длительность паузы между словом — шесть точек.

Освоение приема на слух необходимо начинать с освоения знаков телеграфной азбуки. При приеме знаков радист должен слышать и выделить нужный сигнал (букву). Принятый сигнал, являясь внешним раздражителем, воздействует на нервные центры головного мозга, в результате чего в его коре происходит сложный процесс, заканчивающийся рефлексивным движением руки радиста, записывающей сигнал.

На начальной стадии обучения затрачивается много энергии на осмысливание и запись букв, а по мере приобретения навыка запись требует все меньшего внимания, а сам процесс переходит в автоматический. Для того чтобы обучающийся не отвлекался на осмысливание принимаемых знаков, а все внимание уделял слуховым ощущениям, рекомендуется в первый период обучения передавать кодированные сочетания. Нельзя стремиться подсчитывать количество точек и тире в переданном знаке, а необходимо осваивать целостное восприятие букв. Для такого восприятия необходимо между буквами делать паузы до 2—3 сек, а между словами 6—8 сек.

По мере закрепления навыка приема звуковых сочетаний телеграфной азбуки скорость передачи можно повышать, сокращая паузы между буквами. В начальной стадии обучения занятия надо проводить ежедневно (в крайнем случае через день), так как даже при двух-, трехдневных перерывах между тренировками можно забыть усвоенные ранее знаки. При приеме рекомендуется научиться записывать текст неторопливо, не останавливая внимания на неуверенно принятых или пропущенных знаках. Стремление исправить неправильно принятые или дополнить пропущенные знаки ведет, как правило, к пропуску последующих знаков. Запись

Телеграфные знаки	Буквы		Телеграфные знаки	Цифры
	русские	латинские		
—	а	a	— — — — —	1
— . . .	б	b	. . . — — —	2
— — — —	в	w	. . . — — —	3
— — — .	г	g		4
— . .	д	d		5
.	е	e	— — — . . .	6
. . . —	ж	v	— — — . . .	7
— — — .	з	z	— — — — —	8
. .	и	i		9
— . —	к	k		0
. . . .	л	l		
— — —	м	m		
— .	н	n		
— — — —	о	o	— — — . . .	
. . . —	п	p	— — — . . .	
— . .	р	r	. . . — — —	
. . . .	с	s	— — — . . .	
—	т	t	. . . — — —	
. . —	у	u	— — — . . .	
. . . .	ф	f	— — — . . .	
. . . .	х	h	— — — . . .	
— — — .	ц	c	. . . — — —	
— — — —	ч	нет		
— — — —	ш	нет		
— — — .	щ	q		
. . . .	э	нет	— — — . . .	
. . — —	ю	нет		
— — — —	я	нет		
— . . —	ь	x	— — — . . .	
. . — —	ы	y	— — — . . .	
. . — —	й	j		

Телеграфные знаки	Значение
.	Точка
— — — . . .	Запятая
— — — . . .	Точка с запятой
— — — . . .	Двоеточие
. . . — — —	Вопросительный знак
— — — . . .	Восклицательный знак
. . . — — —	Кавычки
— — — . . .	Скобки
— — — . . .	Апостроф
.	Тире
— — — . . .	Дробная черта
.	Номер
.	Конец сообщения (ра- диограммы)
.	Конец обмена
.	Знак раздела
.	Знак «ждать»
— — — . . .	Начало передачи
.	Знак ошибки
.	Знак повторения
— — — . . .	Приглашение к пере- даче
.	Знак «понял»

следует вести, не отрывая карандаша от бумаги, чтобы все знаки в группе были записаны слитно, как при обычном письме.

В специальной литературе по обучению радиообмену рекомендуются следующие примерные упражнения для тренировки в приеме на слух.

Упражнение 1 — буквы Т, У, Н, О (ТНОТН, НУТУН, ТУНОТ, УННОУ, ТОНУТ, УНТОН и аналогичные сочетания); **упражнение 2** — буквы И, Р, Е и предыдущие (УТРОН, ЕННИР, РЕУТО, УТЕРН, РЕТУР, РОУНО и аналогичные сочетания); **упражнение**

ния 3—4 — буквы С, В, А, М, Г и предыдущие (МИСТИ, СТРУН, ГУТСО, САВГО, ВЕМОР, ГАМОР и аналогичные сочетания); упражнения 5—6 — буквы П, З, Д, Ы и предыдущие (ДЫМРО, СПОДЫ, РУДЫЕ, ПОМПЫ, ДЕСНА, ВЫСЕЗ и аналогичные сочетания); упражнения 7—8 — буквы К, Л, Б, Ж и предыдущие (ОСЛАБ, БАРЖЕ, ИСКУБ, ВЕЖДЫ, ДЖЕНЬ, ОРБОЛ и аналогичные сочетания); упражнения 9—10 — буквы Х, Ю, Щ, Э и предыдущие (ИЛЭУЩ, ТРЮБЭ, ХЕЛСЮ, ЛИМИЩ, ХЫБОС, ВЭЩИК и аналогичные сочетания); упражнения 11—12 — буквы Я, Ц, Ш, И и предыдущие (ЯРЮЩУ, ШАМАИ, ЦУРЯК, ЦОЩАИ, ЯЦЭЛП, УШСЭЙ и аналогичные сочетания); упражнения 13—14 — буквы Ч, Ъ, Ф и предыдущие (ПОЛЬЧ, ФИЛЭЙ, КЛЮЧЬ, ИФТАЧ, ЧАФКУ, САЙЧЬ и аналогичные сочетания); упражнение 15 — на осмысленные слова (ВИШНЯ, ЗАКОН, ПАКЛЯ, ВЕСНА, МЕШОК, ПИАЛА, ТЕСАК и любые пятибуквенные слова); упражнение 16 — слова из разных количеств букв (ЭКВАТОР, ВИЛЬНЮС, БРАШПИЛЬ, ПЕЛЕНГАТОР, БАК и любые слова); упражнение 17 — цифры 1, 2, 7, 3, 9 (71791, 19973, 31312, 21712, 93771, 12993 и аналогичные сочетания); упражнение 18 — цифры 0, 8, 6, 4, 5 (60854, 56084, 48460, 88644, 08045, 54806 и аналогичные сочетания); упражнение 19 — все цифры (24368, 60754, 38012, 23687, 57984, 71450); упражнение 20 — смешанный текст (ЧШМ93, ЦДМ78, 87ЦЭФ, ЧЗГ98, 7ПЦХ8, ФЗГЧЧ); упражнения 21—22 — знаки препинания. Упражнения 23—24 — смешанный текст с цифрами и знаками препинания.

Прорабатывая рекомендуемые упражнения, необходимо постепенно повышать скорость приема, проводить тренировочные упражнения по приему на слух в условиях слабой слышимости и сильных помех. Очень важно пробовать вести прием работающих радиостанций с эфира и далее проводить его систематически.

§ 58. Изучение передачи на ключе телеграфных радиосигналов

Обучение передаче на ключе методически рекомендуется начать после освоения большинства букв приемом на слух. Эта рекомендация основана на том, что при приеме важно осваивать целостность буквы, а при передаче надо подсчитывать тире и точки под ритмический стук ключа.

Практикой установлено, что большая часть искажений возникает не в процессе приема, а при передаче, за счет неровной, неритмичной передачи и быстрого утомления руки. Необходимо прежде всего научиться правильно держать ключ. Он обхватывается за головку тремя пальцами — большим, указательным и средним (рис. 78). Сжимать пальцами головку ни в коем случае нельзя, держать ее нужно свободно, но так, чтобы пальцы не скользили по ней при работе и не производили ударов по головке ключа. На рис. 78, в показано наиболее типичное неправильное положение пальцев. Они лежат в выемке головки ключа, сжимая ее, отсюда невозможность быстрого манипулирования. Кисть руки опу-

щена вниз, передача производится не за счет прогиба руки в лучезапястном суставе, а движением пальцев.

Квалифицированные радисты в целях повышения скорости радиообмена используют двусторонний ключ. Передача на нем осуществляется движением кисти руки из стороны в сторону. Работа на таком ключе осуществляется попеременным нажатием рукоятки ключа на правый и левый контакты.

Для хорошей и четкой передачи на ключе необходимо, чтобы радист правильно сидел за рабочим местом. Во время работы он должен держать корпус и голову прямо, плечи развернутыми, правую руку согнутой в локтевом суставе под прямым углом так, чтобы она являлась как бы продолжением рычага телеграфного ключа. Локоть руки должен быть удален от корпуса примерно на

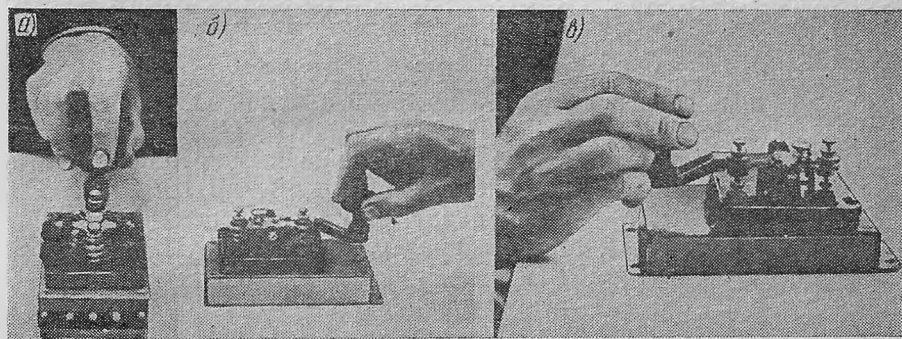


Рис. 78. Положение руки радиста при передаче на ключе:
а и б — правильное; в — неправильное

ширину ладони. Нажатие и отжатие ключа производятся путем небольшого прогиба лучезапястного сустава кисти руки. Движения кисти руки должны быть плавными и ритмичными, прогиб лучезапястного сустава вниз при нажатии — настолько небольшим, чтобы не получилось «зависания» кисти руки. Ни в коем случае нельзя допускать, чтобы нажатие или отжатие ключа производилось за счет движения пальцев или всей руки в целом.

При тренировочных упражнениях нужно следить за регулировкой ключа — установкой расстояния между верхним и нижним его контактами. В начале тренировок это расстояние должно быть большим (1,5—2 мм), а в дальнейшем сокращается и регулируется каждым радистом по своей руке. Регулировка ключа состоит в изменении натяжения пружины и размаха ключа.

Обучение передаче телеграфной азбуки следует начинать с передачи точек. Продолжительность нажатий и отжатий точек при первоначальном обучении должна быть примерно равна одной секунде (одна секунда — нажатие, одна секунда — отжатие). По мере освоения передачи точек следует практиковать передачу упражнений, состоящих из трех, четырех и пяти точек. После того

как будет достигнута ритмичная передача точек, можно перейти к обучению передачи тире.

При передаче тире нужно в течение трех секунд держать ключ нажатым. После этого надо переходить к передаче знаков, состоящих из нескольких тире. Необходимо также освоить уверенный (без пауз) переход от передачи ряда тире к передаче ряда точек, и наоборот.

На этом заканчиваются подготовительные упражнения. После них следует приступить к передаче знаков телеграфной азбуки, строго выдерживая соотношения длительности точек и тире, а также интервалы.

При разучивании знаков телеграфной азбуки надлежит руководствоваться книгой Б. Е. Китаевича «Радиообмен»¹. В ней приводятся следующие упражнения. 1) — цифра 4 и буквы Х, Б, Ж, С (ЧБХЖС, БХСЖ4, ЧЖХСБ, СХЖХБ, ХСХС4, 4ЖЖ4С и аналогичные сочетания); 2) — цифра 5 и буквы Д, У, И, Н, А и предыдущие (5ДУИН, БЖНА4, 5ИУД5, ЖБИНА, АСЖ4Б, 45ХДБ и аналогичные сочетания); 3) — цифра 6 и буквы О, Ч, И, Г, В и предыдущие (6054Д, ЧИУХ6, ИАЧИГ, 564ЖБ, 4БЖХС, НАЖБС и аналогичные сочетания); 4) — повторение и закрепление материала предыдущих упражнений (ДОЖБХ, ЧИГДО, 54564, ЖВСХИ, ИНАЧИ, ХДНАГ и аналогичные сочетания); 5) — цифры 9, 1 и буквы К, Ц, Ы, Щ и предыдущие (ОЧИКЦ, ЖБКЦЫ, СХСКЫ, 11995, ВЙЧЫЩ и аналогичные сочетания); 6) — цифры 2, 8 и буквы Ш, М, Т, Е и предыдущие (28ШМЕ, ШМТКА, 456ЫИ, КЦЫДВ, БОДКМ, 49218); 7) — цифры 3, 7, 0 и буквы Ю, Б, П и предыдущие (ЖСОЮВ, ЦКЫШТ, 68377, КЦЫЮБ, ЧИГЮ6, ВЬЮГА и аналогичные сочетания); 8) — буквы З, Ф, Э, Р, Я, Л и предыдущие (ЗФЯЖС, ЯЛЭЮЩ, 79019, САФШР, ХИНЭЯ, РДХЮШ и аналогичные сочетания); 9) — повторение и закрепление передачи всех букв и цифр (ЬЕМТЩ, 48735, ЩЕОЧГ, ЭЛРХЯ, 63342, ЩЕШМЕ и аналогичные сочетания); 10 и 11) — знаки препинания.

После освоения передачи телеграфной азбуки можно перейти к постепенному наращиванию скорости передачи до 35—40 знаков в минуту и увеличению текстов передачи от 50 до 200 групп. Обучение технике приема на слух и передаче на ключе занимает сравнительно много времени, требует повседневной тренировки и должно проводиться в строгом соответствии с учебным планом.

§ 59. Генераторы звуковой частоты для тренировочных занятий

Для занятий по приему на слух, передаче на ключе и учебному радиообмену необходимо иметь звуковой генератор с частотой сигнала 300—1000 гц небольшой мощности (менее 1 вт). Имеется ряд типов генераторов с использованием электронных, неоновых ламп и транзисторов. Приведенная на рис. 79 схема мультивибра-

¹ Б. Е. Китаевич. Радиообмен. Л., «Морской транспорт», 1959.

тора на транзисторах рекомендуется радистам для проверки качества своей работы на ключе. Телефон *Тлф* может иметь сопротивление 65—2200 *ом*. Резисторы УЛМ-0,125 могут быть заменены любым другим типом, как и переменный резистор R_1 типа СПО-0,15, равный 15 *ком*. В качестве источника питания можно использовать батарейку карманного фонаря или даже судовые аккумуляторы с напряжением 24 *в*. В этом случае необходимо составить делитель из двух резисторов ВС-0,5 величиной 2 *ком* и 510 *ом*. Падение напряжения на последнем резисторе используется для питания мультивибратора. Частота генератора лежит в пределах 400—2000 *гц* и регулируется переменным резистором R_1 . Конденсаторы C_1 и C_2 могут быть любого типа. Схема не критична к разбросу параметров транзисторов и проста в изготовлении. Телеграфный ключ используется от передатчика и переключается тумблером. Все элементы схемы (кроме источника питания) можно легко разместить в корпусе ключа.

Контроль своей работы можно проверить и при помощи зуммера.

Зуммер, или, как его еще называют, «пищик», можно сделать из любого электрического звонка, за исключением некоторых звонков переменного тока, не имеющих размыкающего контакта. Приспособление звонка

для зуммера заключается в замене якоря звонка с молоточком на более легкий якорек из пластинки трансформаторного железа. Последний обеспечивает достаточно большое количество колебаний в секунду, нужное для получения высокого музыкального тона. Зуммер работает от батареи напряжением 3—4 *в*. Телефон (или громкоговоритель) и ключ присоединяются к зуммеру. Ключ разрывает цепь питания, а телефон включается параллельно размыкающему контакту. Однако зуммер бывает неустойчив в работе, так как у него часто обгорает контакт и меняется регулировка, что приводит к изменению высоты тона.

В целях обеспечения качественной радиотелеграфной работы изготавливается промышленностью и применяется на судах морского плавания электронный манипуляционный ключ типа ЭКМ-2. Он состоит из блока формирования и двустороннего манипуляционного ключа КДМ-2. Скорость безынерционной работы электронного ключа при стандартном соотношении длительностей тире, точек и пауз плавно перекрывается в пределах от 60 до 250 знаков в минуту. Контроль собственной работы радиста производится с помощью встроенного генератора низкой частоты, имеющего выход на головные телефоны. Предусмотрена возмож-

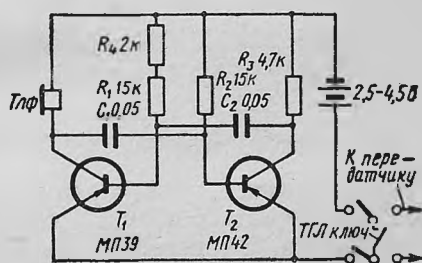


Рис. 79. Схема мультивибратора (звуковой генератор)

ность прослушивания сигналов радиоприемника на эти же телефоны без каких-либо переключений. Питание схемы электронного ключа осуществляется либо от сети переменного тока 127 и 220 в, 50 гц, либо от агрегатов питания судовых передатчиков напряжением 115 в, 427 гц.

Блок формирования посылок смонтирован в штампованном корпусе и укрепляется на вертикальной переборке вблизи рабочего места оператора.

На лицевой стороне блока расположены органы управления тумблер включения в работу, рукоятки регулировки скорости, регулировки тона звукового генератора, индикатор включения питания и гнезда включения телефонов и выхода приемника.

Глава XVII

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРАВИЛ РАДИОСВЯЗИ НА РЕЧНОМ ФЛОТЕ

§ 60. Организация радиосвязи на речном флоте

Для речного транспорта нашей страны характерна большая линейная протяженность путей, составляющая свыше ста тысяч километров. В бассейнах расположено большое количество портов, пристаней, промышленных предприятий и работают тысячи судов самоходного и несамоходного флота. Поэтому успешная работа судов речного транспорта немыслима без четкой и бесперебойной связи. На речном транспорте применяются два вида диспетчерской связи — проводная связь и радиосвязь. Для связи берега с судами и судов между собой используется только радиосвязь. Она обеспечивает безопасность плавания по внутренним водным путям и оперативно-диспетчерское руководство флотом.

На речном транспорте находит применение также радиотелефонная и радиотелеграфная связь.

Радиотелефонная связь обеспечивает более высокую оперативность обмена, так как отсутствуют промежуточные звенья — судовые и береговые радиооператоры. Широкое внедрение указанной системы с последовательным совершенствованием судовых радиостанций позволило на ряде судов исключить должность судового радиста и повысить экономию средств на флоте. Обслуживание радиостанций на таких судах производится судоводителем.

Радиотелеграфная связь используется для диспетчерской и аварийной связи с судами, выходящими в море, устьевые участки рек, крупные озера, и как аварийная при плавании по водохранилищам.

Широкое применение радиосвязи и ограничение количества каналов, которые могли бы работать без взаимных помех, а так

же ряд других обстоятельств, привели к необходимости регламентирования радиосвязи, т. е. к разработке таких правил, которые обеспечили бы ее нормальное действие не только в пределах одной страны, но и во всем мире.

Международные правила разрабатываются Международным союзом электросвязи. Действует «Регламент радиосвязи», разработанный в Женеве в 1959 г. на Международной конференции по радиосвязи.

В СССР регламентирование радиосвязи осуществляется Государственной инспекцией электросвязи Министерства связи СССР, которая выдает разрешения на строительство и эксплуатацию радиостанций, распределяет частоту и позывные сигналы. Через свои технические центры инспекция проводит контроль за стабильность радиочастот, шириной полосы излучения и соблюдением Правил радиосвязи.

На речном транспорте радиосвязь, кроме того, регламентируется Правилами радиосвязи речного флота.

Надзор за техническим состоянием судовых радиостанций осуществляет Речной Регистр РСФСР или по его поручению узлы связи и радионавигации пароходств.

Освидетельствование судовой радиостанции при приеме в эксплуатацию производится представителями инспекции электросвязи, а также инспекциями Речного Регистра РСФСР, а при выходе судна в море — Регистром СССР.

Системой судовой радиосвязи называется взаимодействие судовых и береговых радиостанций и береговых каналов связи (радиорелейных и проводных), обеспечивающих передачу, прием, обработку и распределение различных видов информации между судами, а также между судами и их береговыми абонентами.

Радиосетью называется схема связи, включающая группу судовых и береговых радиостанций (три и более) и обеспечивающая обмен между ними при использовании общих частот. Радиосети могут поддерживать связь между судами и береговыми пунктами, только между судами или между несколькими береговыми пунктами для ретрансляции обмена судов с требуемым диспетчерским пунктом.

Развитие речного флота, изменение условий плавания (создание водохранилищ на многих реках) потребовали разработки новых структурных схем организации судовой радиосвязи. Был создан ряд специальных радиосетей для: наблюдения за сигналами срочности и бедствия, передачи прогнозов погоды и штормовых предупреждений, передачи диспетчерской информации, обмена между судами, обработки частной корреспонденции.

Эксплуатационные требования к судовой радиосвязи определяются условиями плавания, структурой диспетчерского руководства, количеством флота в бассейне и конкретными направлениями судопотоков, объемом диспетчерской информации, географическими условиями бассейна.

Оперативность системы судовой радиосвязи — одно из главных эксплуатационных требований. Ее характеризуют следующие факторы: устойчивость работы (способность аппаратуры обеспечить обмен информацией на всем протяжении эксплуатационного участка независимо от времени суток); возможность быстрого входа в связь (использование бесподстроечных и беспоскоковых станций с фиксированными частотами): высокое качество принимаемого сигнала, которое зависит от мощности передатчика, помехозащищенности, чувствительности приемника и правильного выбора рабочей частоты; надежность действия аппаратуры, простота и удобство управления радиостанцией; наличие приемников, включенных на резервных частотах связи.

Четкая организация судовой радиосвязи зависит от правильного применения частотного диапазона.

Опыт работы радиосвязи в устьях северных и восточных рек показывает, что коротковолновая связь в этих районах неустойчива из-за частых ионосферных возмущений, вызываемых повышенной солнечной активностью, которые могут продолжаться несколько суток. В таких случаях для радиосвязи следует использовать средневолновый диапазон.

На основании обобщения опыта работы радиосвязи в различных речных бассейнах были сделаны следующие выводы: связь с судами и их береговыми корреспондентами наиболее эффективна в зоне диспетчерского участка; дальняя радиотелеграфная и радиотелефонная связь с главной диспетчерской паромоходства (бассейнового управления пути) хотя и является эпизодической, но должна гарантироваться.

Исходя из этого, судовая радиосвязь подразделяется на зональную и дальнюю. Выбор вида связи зависит от конкретных условий работы флота в данном бассейне, однако преимущественно используется зональная радиосвязь.

По способу обмена сообщениями различают следующие виды радиотелеграфной и радиотелефонной связи:

с и м п л е к с н а я — односторонняя работа, при которой передача осуществляется попеременно в каждом из направлений;

д у п л е к с н а я — двусторонняя радиосвязь, при которой передача осуществляется одновременно в обоих направлениях;

п о л у д у п л е к с н а я — когда радиосвязь осуществляется попеременно в каждом из направлений с возможностью перебить работу корреспондента во время передачи;

ц и р к у л я р н а я — одновременная передача нескольким корреспондентам одинаковых по тексту сообщений с последующим подтверждением их приема.

Основой системы судовой радиосвязи являются судовые и зональные радиостанции, обслуживающие диспетчеров эксплуатационных участков (технических участков БУПов). На их базе создаются радиосети, через которые передается информация для диспетчерского управления флотом и обеспечения безопасности плавания.

В речных бассейнах рекомендованы для использования следующие схемы радиосвязи:

линейная, при которой две радиостанции осуществляют связь только между собой;

радиальная, при которой несколько радиостанций имеют прямую связь только с одной центральной, обмен радиостанций между собой может осуществляться только через центральную станцию;

узловая (локальная), при которой каждая из нескольких радиостанций, объединенных в узел, имеет равноправную связь с любой из остальных радиостанций узла;

радиально-узловая, при которой главные радиостанции, объединенные в узел, замыкают на себя радиосвязи с подчиненными радиостанциями, работающими по радиальной системе. В качестве примера радиально-узловой связи можно привести диспетчерскую связь некоторых пароходств, при которой судовые радиостанции, работающие по радиальной системе, осуществляют радиосвязь с береговыми радиостанциями диспетчерских участков, а те в свою очередь по узловой системе связаны с радиостанцией пароходства (главного диспетчера).

Анализ радиотелефонной связи с флотом в ряде бассейнов показал, что до 80% состоявшихся радиопереговоров осуществляется судами с зональными радиостанциями на расстоянии до 40—50 км. Учитывая это, наиболее перспективной системой, широко внедренной в Волжско-Камско-Донском и Северо-Западном бассейнах, является система зональной ультракоротковолновой связи с судами, обеспечивающая высокое качество связи и простоту обслуживания радиотелефонов судоводителями. Эта система предусматривает также возможность включения береговых ультракоротковолновых радиостанций в проводные и радиорелейные линии связи, вследствие чего ее называют радиопроводной.

Радиопроводная система судовой радиосвязи с использованием ультракоротковолновых радиостанций «Кама-С» и «Кама-П» позволяет поддерживать качественную связь между судами, а также радиопроводную связь с абонентами местной и дальней телефонной сети.

Во всех речных бассейнах радиопроводная связь приобретает первостепенное значение в качестве оперативной диспетчерской связи. Однако широкое внедрение УКВ радиосвязи не может заменить КВ и СВ радиосвязь. В соответствии с действующими Правилами Речного Регистра РСФСР по оборудованию судов внутреннего плавания устройствами радиосвязи и электрорадионавигации, в целях обеспечения безопасности плавания, наличие средств коротковолновой и средневолновой радиосвязи на ряде категорий судов обязательно.

В соответствии с этими правилами все пассажирские суда разряда М и О (группы 1 и 3), грузовые 300 рег. т и более, буксиры, толкачи 300 л. с. и более (группы 2 и 3) должны иметь радио-

станцию коротких и промежуточных волн. Кроме того, пассажирские суда класса «М» должны иметь аварийную радиотелеграфную станцию средних волн, обеспеченную аварийными источниками питания (независимыми от судовой сети).

В восточных бассейнах указанные радиостанции, наряду с задачами по безопасности плавания, обеспечивают обработку диспетчерской и служебной корреспонденции.

Комплексное использование всех средств радиосвязи требует наряду с созданием УКВ радиопроводных систем одновременно совершенствовать коротковолновую и средневолновую связь.

§ 61. Правила радиосвязи речного флота

В соответствии с правилами радиосвязи на судах, оборудованных радиостанциями, должны быть следующие документы: разрешение на право эксплуатации; свидетельство Речного Регистра; дипломы или свидетельства о квалификации радиста (судоводителя), обслуживающего радиостанцию; правила радиосвязи; схемы и инструкции по техническому обслуживанию радиостанции; заполненные формуляры на установленное оборудование; вахтенный журнал; указание по организации судовой радиосвязи на навигацию; правила технической эксплуатации и безопасности обслуживания средств радиосвязи и электрорадионавигации на речных судах.

При выдаче разрешения на эксплуатацию радиостанции ей присваивается позывной сигнал, состоящий из трех или четырех букв. В радиотелефонном режиме этим позывным сигналом может служить название судна или название берегового пункта установки (например, теплоход «Инженер Пташников», Куйбышев, 3-й шлюз).

Радиостанции используют для радиосвязи только частоты, указанные в разрешении на их эксплуатацию. Частоты 500 и 2182 *кГц* — международные и используются для вызовов, ответов на вызовы, передачи сигналов бедствия, срочности, а также для обмена радиотелеграммами о бедствии. Радиообмен, кроме указанного, на этих частотах и в их защитных полосах 490—510 и 2170—2194 *кГц* запрещается.

На ультракоротковолновой радиостанции «Кама-С» вызывной частотой служит частота 300, 20 *МГц*.

При работе на судовых и береговых радиостанциях запрещается: передавать сведения, не предназначенные для служебного радиообмена; разглашать случайно принятые сообщения; работать на не разрешенных частотах, с нарушением действующих норм стабильности, ширины полос излучения и гармонических и паразитных излучений; использовать неприсвоенные позывные сигналы; вести обмен с неразрешенным корреспондентом; работать неразрешенным типом излучения; вести связь на частотах вызова и бедствия 500; 2182 *кГц* и 300, 20 *МГц*; вести частные и некодированные переговоры, увеличивать мощность радиопередатчиков

сверх указанной в разрешениях на их эксплуатацию; изменять схемы и перемонтаж оборудования без согласия Управления связи и радионавигации МРФ; изменять формы документации. Допуск на радиостанции посторонним лицам запрещается.

Радиотелефонные станции на судах речного флота могут обслуживать лица из числа командного состава, имеющие специальную подготовку, а также диплом или свидетельство, полученные в соответствии с действующим в Министерстве речного флота порядком.

Судовой радиоспециалист (при обслуживании радиотелеграфной станции) или член судовой команды (при обслуживании радиотелефонной станции) обязан выполнять распоряжения технического персонала узлов связи и радионавигации пароходств по вопросам эксплуатации радиостанции. Судовые (также и береговые) радиостанции должны обеспечивать наблюдение за возможными сигналами бедствия и срочности, телеграфные или телефонные переговоры, своевременную передачу, прием и доставку радиogramм корреспондентам, передачу повесток со стороны береговой радиостанции зоны, в которой находится судно, отвечать на вызовы, соблюдая установленную очередность. Капитан судна обязан строго соблюдать явку радиостанции на связь в установленные сроки. Отсутствие корреспонденции не может быть причиной неявки на связь по расписанию. Лица, обслуживающие радиостанцию, должны строго соблюдать правила технической эксплуатации, техники безопасности, содержать в образцовом состоянии аппаратуру и помещение радиостанции. Аппаратура должна быть готова к действию в любой момент. Включать радиостанцию на связь без проверки ее исправности запрещается. Повреждение радиостанции не снимает с лица, обслуживающего ее, ответственности за своевременность передачи информации.

Штормовые предупреждения на судах, оборудованных радиотелефонными станциями, принимают вахтенные начальники и записывают их в вахтенный журнал. На судах, где радиостанции обслуживают радиооператоры, предупреждение записывают в журнал приема предупреждения и прогнозов погоды, после чего должны о них докладывать вахтенному начальнику и под расписку. На судовых (береговых) радиостанциях для проверки часов необходимо принимать сигналы точного времени не реже одного раза в сутки.

Порядок вызова и обмена при радиотелеграфной связи. Перед вызовом необходимо убедиться, что вызываемая радиостанция ни с кем не работает.

Вызов производится сообщением позывного вызываемой станции (не более трех раз), букв «ДЕ» (один раз), своего позывного (не более трех раз), и буквы К — приглашение к ответу (один раз). Вызов может быть повторен через 2 мин и при необходимости повторяться через каждые 5 мин.

Ответ на вызов сообщается в том же порядке, что и вызов, только свой позывной передается один раз. Радиостанция перехо-

дит к обмену, получив от корреспондента согласие на прием. Разрешается без получения согласия (непрохождение и др. причины) передать срочную корреспонденцию, с последующим получением подтверждения (квитанции) о приеме, без чего радиogramмы не считаются переданными. При получении согласия на передачу радиogramмы, она передается по следующей форме: служебный заголовок, знак раздела, адрес радиogramмы, знак раздела, текст радиogramмы, знак раздела и подпись. После окончания передачи каждой радиogramмы дается знак окончания радиogramмы (ЕЦ), а после передачи всех радиogramм — знак «ЕЦ», свой позывной и буква К. При необходимости перед позывным дается согласие на прием радиogramм от корреспондента.

Радиот, передающий корреспонденцию, обязан для проставления в служебном заголовке правильно подсчитать количество слов в принятых радиogramмах, а принимающий обязан сличить фактическое количество слов с цифрой, указанной в заголовке. При передаче радиogramм трудные (малознакомые) слова и цифры передаются дважды. Перед повторением дается знак «ИИ».

При передаче многоадресной радиogramмы адрес должен быть передан так, как он значится на бланке радиogramмы, т. е. с перечислением в каждой передаче всех адресов.

Если при приеме радиogramмы, в случае необходимости ее повторения полностью или частично, передается кодовое сокращение «РПТ». После окончания связи радиостанция дает знак конца работы «СК», за которым передается ее позывной сигнал.

Форму и порядок вызова при радиотелефонной связи покажем на примере теплохода «Щорс», который вызывает порт Ярославль.

Вызов: «Ярославль», я теплоход «Щорс» (два раза), как слышно? Прием.

Ответ порта Ярославль: теплоход «Щорс», я «Ярославль» (два раза), слышу хорошо, прием.

Вызов для переговоров: «Ярославль», я теплоход «Щорс», вызовите пассажирского диспетчера, прием.

Ответ порта Ярославль: теплоход «Щорс», я «Ярославль» вызываю пассажирского диспетчера, будьте на приеме, теплоход «Щорс», я «Ярославль» соединяю с пассажирским диспетчером, говорите.

Окончание обмена: «Ярославль», я теплоход «Щорс», конец. Теплоход «Щорс», я «Ярославль», конец.

При плохих условиях приема трудные слова произносят по буквам.

Содержание радиотелефонных переговоров кратко должно быть записано в вахтенном журнале радиостанции.

Сигнал бедствия при радиотелеграфной работе состоит из группы «СОС», передаваемой в виде одного знака, в котором тире должны передаваться особенно тщательно, чтобы их можно было ясно отличить от точек. Вызов бедствия состоит из сигнала

бедствия «СОС», повторяемого три раза, букв «ДЕ» и трехкратного повторения позывного радиостанции судна, терпящего бедствие.

Сигнал бедствия в радиотелефонии состоит из слова «Бедствие» и применяется судом для извещения о том, что оно находится под угрозой серьезной опасности и просит оказать помощь. Сигнал «Бедствие» повторяется три раза вместе с названием судна, терпящего бедствие.

Вызов бедствия пользуется абсолютной первоочередностью перед другими передачами. Радиостанции, услышавшие его, должны немедленно прекратить передачу, мешающую обмену радиogramмами о бедствии, и вести наблюдения на частоте, на которой был услышан вызов бедствия.

Порядок обработки радиogramм. На каждой судовой радиостанции ведется вахтенный журнал. В этот журнал, наряду с записями о времени связи, частоте, слышимости и перерывах связи, вносятся: записи об открытии и закрытии радиовахт, приеме и сдаче радиовахт (на аварийно-спасательных и других судах, имеющих в штате более одного радиста), о количестве принятых и переданных телеграмм и общем количестве слов, начало каждых суток, принятые и переданные сигналы бедствия и срочности с полным текстом сообщений, важные навигационные и метеорологические сообщения и предупреждения, все вызовы и ответы на вызовы, номера переданных и принятых радиogramм с указанием количества слов в них; замеченные нарушения правил радиосвязи другими радиостанциями, данные о помехах приему, все замечания о неисправностях и проверках аппаратуры и источников питания.

При обозначении времени приема, передачи и вручения радиogramм на всех радиостанциях пользуются только московским временем.

При регистрации радиogramм, принятых от подателя, перед адресом проставляется служебный заголовок, состоящий из названия судна, кассового номера радиogramмы, числа действительных слов, даты и времени подачи (дата дается дробью — число и месяц, время в часах и минутах дается четырехзначным числом без раздела).

При подсчете слов в радиogramмах служебный заголовок и отметка срочности не учитываются.

В системе Министерства речного флота РСФСР приняты следующие категории и отметки срочности — вне категории, внеочередная, правительственная, весьма срочная, срочная, обыкновенная.

Все вызовы и сообщения о бедствии обрабатываются раньше других телеграмм.

Частные телеграммы принимаются от пассажиров и членов судового экипажа по тарифам Министерства связи СССР. Оформление радиogramм от подателя производится квитанциями, которые нумеруются и выдаются на суда, как бланки строгого

учета. При оформлении частной телеграммы радист обязан на ее подлиннике после подписи подателя поставить номер квитанции и передать его в конце текста телеграммы. Порядковые номера частным радиogramмам присваиваются отдельно от служебных (нумерация месячная).

Сохранность радиотелеграфной документации (радиogramм, вахтенных журналов) должна обеспечиваться в течение установленных сроков (радиogramм — 4 месяца, вахтенного журнала — 1 год).

Судовые радисты и члены судовой команды, допущенные к работе на судовой радиостанции, обязаны хорошо знать и строго соблюдать Правила радиосвязи речного флота. За их выполнение в парокходствах отвечают пункты технического и оперативного контроля, а также общественные радиоконтролеры, назначаемые из числа лучших береговых и судовых радиооператоров.

§ 62. Особенности организации и правил радиосвязи при плавании в море

Международное регулирование радиосвязи на море осуществляется Регламентом радиосвязи, а также Конвенцией по охране человеческой жизни на море. Действует Конвенция 1960 г., в нее включен перечень обязательного радиооборудования, устанавливаемого на судах, в зависимости от типа и района плавания, а также приводятся требования о продолжительности радиовахт.

Организация радиослужбы на море предусматривает три службы:

служба радионаблюдения, производящая наблюдение за вызовами береговых и судовых радиостанций для установления связи между станциями, принадлежащими разным странам, ведомствам и организациям, а также для безопасности мореплавания и сохранности человеческой жизни на море;

служба радиосвязи, обеспечивающая взаимную работу береговых и судовых станций на базе постоянных линий связи, открытых для обмена корреспонденций;

служба радиоосведомления и определения, передающая различного рода сведения, предназначенные для оказания помощи мореплавателям в сложных метеорологических и навигационных условиях, а также помогающая определять местоположение судна при потере ориентировки.

Суда смешанного плавания река-море Министерства речного флота РСФСР имеют два разрешения на право эксплуатации судовой радиостанции: в речных условиях плавания с одним набором частот и в морских условиях — с другим набором. При выходе в море суда смешанного плавания обслуживаются службами радионаблюдения и радиоосведомления, принадлежащими Министерству морского флота СССР или другим иностранным государствам в зависимости от местонахождения судна.

Служба радиосвязи организуется пароходством, к которому приписаны данные суда смешанного плавания, через радиостанции пароходства или Центрального узла связи и радионавигации.

При стоянке судов в морских портах начальник судовой радиостанции осуществляет прослушивание работы и прием циркулярных сообщений с последующей датой квитанции в ближайший сеанс связи после выхода судна из порта.

В отдельных случаях по договоренности служба радиосвязи может быть осуществлена через береговые радиостанции Министерства морского флота СССР или международный телеграф «Телекс».

Наблюдает за радиооборудованием судов смешанного плавания Регистр СССР.

Схема организации связи береговой радиостанции с морскими судами изменяется в зависимости от удаленности их от берега. В радиусе 40—60 км береговая станция поддерживает связь с судами на подходе к порту, на рейде и в самом порту с помощью ультракоротковолновых радиотелефонов.

На большом расстоянии связь с судами осуществляется на промежуточных и средних волнах, причем протяженность связи достигает величины суточного перехода судна — 800 км и более.

Крупные порты поддерживают связь с судами, совершающими также дальнее и заграничное плавание. В этом случае радиус действия береговой радиостанции достигает 10—15 тыс. км. Связь между береговыми и судовыми радиостанциями возможна только в том случае, если известно, в какое время береговая или судовая станция производит обмен корреспонденции, когда и на каких волнах она ведет наблюдение за вызовами других станций и отвечает на них. Для обеспечения взаимной связи станции должны работать по расписанию.

Судовые радиотелеграфные станции разделяются на три категории: станции, непрерывно работающие 24 ч. Они обозначаются в международном справочнике индексом Н-24; станции, осуществляющие ограниченную службу в течение 8 или 16 ч в сутки, — соответственно индексами Н-8 и Н-16; станции, режим которых не регламентирован, — индексом НХ.

Организация связи на морском флоте, порядок работы судовых и береговых радиостанций, использование средств морской радиосвязи, порядок обработки радиogramм и действия оперативно-технического персонала определяются Правилами радиосвязи морского флота, введенными в действие в 1963 г. В этих правилах особое внимание уделяется сигналам бедствия и срочности. Из всех срочных сигналов в морской радиослужбе важнейшим является сигнал бедствия, который подается судном, находящимся под угрозой гибели или очень серьезной опасности и нуждающимся в немедленной помощи. На судне сигнал бедствия передается только по распоряжению капитана или лица, исполняющего его обязанности. Радиооператор во время бедствия должен твердо придерживаться порядка, установленного Правилами

радиосвязи морской подвижной службы. Он остается на своем посту до последнего момента и покидает судно вместе с капитаном, захватив с собой вахтенный журнал радиостанции и другую важную документацию.

В целях обеспечения безопасности мореплавания и охраны человеческой жизни на море, все станции морской радиослужбы, осуществляющие наблюдение и обмен корреспонденцией на частотах в диапазоне 405—535 *кГц*, прекращают работу два раза в течение каждого часа — от 15 до 18-й и от 45 до 48-й *мин* и обеспечивают наблюдение на международной частоте бедствия 500 *кГц*. В эти промежутки времени, называемые «периодами молчания», всякие передачи в полосе 484—515 *кГц*, за исключением сигналов бедствия, срочности и безопасности, прекращаются. В морской радиотелефонной службе передача сигнала бедствия производится на частоте 2182 *кГц*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баркан В. Ф., Жданов В. П. Радиоприемные устройства. М., «Советское радио», 1967, 496 с.
- Белоцерковский Г. Б. Основы радиотехники и антенны. Ч. II. Антенны. М., «Советское радио», 1969, 328 с.
- Бодиловский В. Г. Электровакуумные и полупроводниковые приборы в устройствах автоматики, телемеханики и связи. М., «Транспорт», 1969, 423 с.
- Браммер Ю. А., Малинский В. Д., Пашук И. Н. Радиотехника. М., «Высшая школа», 1969, 536 с.
- Вайц Д. М. Монтаж судовой радиотехнической аппаратуры. Л., «Судостроение», 1964, 170 с.
- Жеребцов И. П. Радиотехника. М., Связьиздат, 1958, 495 с.
- Китаевич Б. Е. Радиообмен. Л., «Морской транспорт», 1959, 195 с.
- Ковальчук В. С. Судовая радиоэлектроника. М., «Транспорт», 1966, 344 с.
- Макиенко С. И. и Поспелов И. И. Ультракотковолновая радиосвязь на речном транспорте. М., «Транспорт», 1971, 96 с.
- МРФ. Правила технической эксплуатации и безопасности обслуживания средств радиосвязи и электрорадионавигации на речных судах. М., «Транспорт», 1967, 123 с.
- Писарев В. А. Радиооборудование морских судов. М., «Транспорт», 1968, 224 с.
- Рогинский И. Ю. Детали миниатюрной радиоаппаратуры. Л., «Энергия», 1971, 121 с.
- Трошанов Н. А. Электропитание судовых радиоустройств. М., «Транспорт», 1971, 248 с.
- Хлебников Н. Н. Электронные приборы. М., «Связь», 1966, 616 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Глава I. Основные понятия из радиотехники	3
§ 1. Общие сведения о радиотехнических средствах связи	3
§ 2. Электрические колебания и колебательные контуры	4
§ 3. Вынужденные колебания в связанных контурах	10
§ 4. Открытый колебательный контур и излучение радиоволн	11
§ 5. Распространение радиоволн	15
Глава II. Принцип действия и устройство вакуумных и полупроводниковых электронных приборов	19
§ 6. Диоды	19
§ 7. Триоды	22
§ 8. Многосеточные лампы	25
§ 9. Электроннолучевые и газоразрядные приборы	30
§ 10. Полупроводниковые электронные приборы	33
Глава III. Основные принципы устройства радиопередатчиков и радиоприемников	39
§ 11. Генераторы с внешним возбуждением, используемые в радиопередатчиках	39
§ 12. Автогенераторы, используемые в радиопередатчиках	42
§ 13. Стабилизация частоты автогенератора	44
§ 14. Управление колебаниями в генераторах	46
§ 15. Основные принципы устройства радиоприемников	50
§ 16. Входные цепи и усилители высокой частоты	53
§ 17. Преобразование и детектирование высокой частоты	54
§ 18. Усилители низкой частоты	57
§ 19. Вспомогательные устройства в радиоприемниках	61
Глава IV. Устройство радиодеталей и электроакустических приборов	62
§ 20. Устройство радиодеталей	62
§ 21. Устройство микрофонов	67
§ 22. Устройство громкоговорителей	68

Глава XIII. Устройство и система управления командно-вещательных установок	143
§ 46. Структурная схема, конструкция и электропитание командно-вещательной установки «Унжа»	143
§ 47. Система управления командно-вещательной установки «Унжа»	147
§ 48. Командно-вещательная установка «Березка»	149
Глава XIV. Основные положения технической эксплуатации судовых радиостанций	151
§ 49. Техническая эксплуатация судовых средств радиосвязи	151
§ 50. Техническая эксплуатация источников электропитания	153
§ 51. Техника безопасности при обслуживании судовых средств радиосвязи	155
Глава XV. Основные положения по организации и технологии ремонта судовых радиостанций	157
§ 52. Организация ремонта судовых радиостанций	157
§ 53. Технология ремонта судовых радиостанций	160
§ 54. Характерные неисправности и ремонт радиодеталей	163
§ 55. Ремонт кабельных сетей	166
§ 56. Измерительные приборы для ремонта и технической эксплуатации судовых радиостанций	167
Глава XVI. Основные рекомендации по методике обучения приему на слух, и передаче на ключе	170
§ 57. Изучение приема на слух телеграфных радиосигналов	170
§ 58. Изучение передачи на ключе телеграфных радиосигналов	172
§ 59. Генераторы звуковой частоты для тренировочных занятий	174
Глава XVII. Основные положения организации и правил радиосвязи на речном флоте	176
§ 60. Организация радиосвязи на речном флоте	176
§ 61. Правила радиосвязи речного флота	180
§ 62. Особенности организации и правил радиосвязи при плавании в море	184
Список литературы	187

Вадим Павлович Константинов

СУДОВОЙ РАДИСТ РЕЧНОГО ФЛОТА

Редактор Г. А. Герасимов

Обложка художника А. С. Завьялова

Технический редактор Е. А. Тихонова

Корректоры: Р. М. Могилá, М. Г. Плоткина

Сдано в набор 20/X 1972 г. Подписано к печати 6/III 1973 г. Бумага 60×90¹/₁₆, типографская № 2. Печатных листов 12,0, учетно-изд. л. 13,91. Тираж 10 000 экз. Т 03452. Изд. 1-1-3/13 № 4755. Зак. № 6302. Цена 42 коп.

Издательство «Транспорт», Москва, Басманный тупик, 6а.

Типография им. Смирнова Смоленского облуправления издательств, полиграфии и книжной торговли, пр. Гагарина, 2

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА
МИНИСТРОВ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗДАТЕЛЬСТВ,
ПОЛИГРАФИИ И КНИЖНОЙ ТОРГОВЛИ**

Издательство „Транспорт“

ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ КНИГИ:

Бегунков А. И., Иванов В. И. Автоматизация речных судов (справочное пособие). 1970. 215 с. Ц. 79 к.

Генин А. Б., Гендель С. Г. Применение смазочных масел на речных теплоходах. 1968. 84 с. Ц. 27 к.

Хандов З. А. Судовые двигатели внутреннего сгорания (теория). Изд. 2-е, дополненное, 1969. 304 с. Ц. 1 р. 05 к.

Гуревич И. М. и др. Технология судоремонта. Под общ. ред. Н. К. Лопырева. 1970. 376 с. Ц. 1 р. 08 к.

Давыдов В. В., Маттес Н. В. Динамические расчеты прочностных судовых конструкций. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. 1965. 318 с. Ц. 86 к.

Аристов Ю. К. Ремонт оборудования дноуглубительных снарядов. Учебное пособие для институтов водного транспорта. 1966. 207 с. Ц. 59 к.

Леонтьевский Е. С. Справочник механика и моториста теплохода. Изд. 3-е, переработанное и дополненное 1971 г. 431 с. Ц. 1 р. 91 к.

Чиняев И. А. Насосные установки танкеров и плавучих нефтестанций. Учебное пособие для институтов водного транспорта. 1968. 112 с. Ц. 45 к.

Ткаченко И. Г., Малышев Е. И. Механизация ремонта электрооборудования речных судов. 1971. 160 с. Ц. 51 к.

Продажа производится отделениями издательства «Транспорт» при управлениях железных дорог и центральным магазином «Транспортная книга» (Москва).

Заказать литературу можно также в отделе книжной торговли издательства (103092, Москва, К-92, Сретенка, 27/29).

По желанию заказчиков литература высылается по почте наложенным платежом.