

БИБЛИОТЕКА ПО РАДИОТЕХНИКЕ

Ю. ТРИКОЗ

РЕМОНТ И НАЛАЖИВАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКОВ

В брошюре рассматриваются способы и порядок ремонта и налаживания радиоприемников при условии пользования контрольно-измерительными приборами, которые могут быть у большинства радиолюбителей.

Приведенные в брошюре сведения по ремонту и электрической регулировке радиовещательных приемников (на примерах промышленных образцов) помогут широкому кругу радиолюбителей-конструкторов радиовещательных приемников получить от своих конструкций наилучшие результаты.

Брошюра рассчитана на широкий круг радиолюбителей и может быть полезной также для мастеров ремонтных мастерских.

ИЗДАТЕЛЬСТВО

«БЕЛАРУСЬ»

МИНСК

1967

БИБЛИОТЕЧКА ПО РАДИОТЕХНИКЕ

Ю. ТРИКОЗ

**РЕМОНТ
И НАЛАЖИВАНИЕ
РАДИОПРИЕМНИКОВ**

УДК 621.396.62—004.67

6Ф2.12

Т67

3-4-5

285-66

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы резко возрос выпуск массовых радиовещательных приемников, начиная от простых аппаратов и кончая сложными многодиапазонными устройствами с повышенной избирательностью и стереофоническим воспроизведением.

Современный радиовещательный приемник — это сложное устройство, включающее большое количество радиоламп, полупроводниковых приборов, конденсаторов, резисторов, различных трансформаторов и т. д.

В процессе эксплуатации радиолампы и другие детали радиоприемников, отработывая свой срок службы, становятся непригодными и требуют замены. Многие радиослушатели — владельцы радиоприемников — не в состоянии самостоятельно устранить неисправности даже такого вида. Однако большая армия радиолюбителей, которые хорошо знают устройство и конструкцию приемника, могут сами обнаружить и устранить даже сложные неисправности.

Радиолюбительство охватывает теперь все более широкие круги населения. Наиболее квалифицированная

группа радиолюбителей строит радиоприемники по своим схемам и по своим конструкциям. Значительная же часть радиолюбителей начинает самостоятельную работу по созданию собственных радиоприемников по описаниям, помещенным в радиолюбительских журналах. Однако при изготовлении приемника радиолюбитель почти всегда вносит некоторые изменения в его конструкцию, а подчас и в схему.

Наилучшие результаты от своих приемников радиолюбители могут получить только при правильной организации работы как по монтажу, налаживанию и регулировке радиоприемников, так и по отысканию и устранению в них неисправностей.

Цель брошюры — ознакомить радиолюбителей со способами и порядком налаживания, электрической регулировки и ремонта радиовещательных приемников при использовании таких контрольно-измерительных приборов, которые могут быть приобретены большинством радиолюбителей.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Радиовещательные приемники по своим качествам характеризуются целым рядом показателей (параметров): диапазоном принимаемых частот, чувствительностью, избирательностью, полосой пропускания частот, номинальными выходной мощностью или выходным напряжением.

Важнейшими из них являются чувствительность и избирательность.

Чувствительностью приемника называют его способность принимать слабые сигналы, т. е. сигналы дальних и маломощных радиостанций. Чувствительность приемни-

ка тем выше, чем меньшее напряжение требуется подводить ко входу приемника для обеспечения его нормальной работы. Чувствительность оценивается в микровольтах (*мкв*), при этом чем лучше чувствительность приемника, тем меньшим числом микровольт она выражается.

Под избирательностью понимают способность приемника ослаблять действие сигналов соседних радиостанций, т. е. избирательность показывает, насколько хорошо можно отстроиться от мешающих радиостанций при приеме какой-либо одной станции.

Избирательность радиоприемника в основном определяется качеством и количеством настраиваемых колебательных контуров, но зависит также и от детектора и усилителя низкой частоты.

С увеличением избирательности улучшается отстройка от мешающих радиостанций, но приемники с высокой избирательностью обладают обычно сравнительно узкой полосой пропускания частот. А радиоприемник с узкой полосой пропускания не может обеспечить высокое качество воспроизведения, так как он «срезает» некоторые частоты радиопередач, и воспроизведение их получается неестественным.

В современных приемниках часто применяют ручную регулировку ширины полосы пропускания частот, так называемую переменную избирательность. Однако налаживание таких приемников сравнительно сложно и под силу лишь радиолюбителям с большим опытом.

Широкая полоса пропускания частот еще не определяет полностью высокого качества воспроизведения передач. Кроме ширины полосы пропускания частот важно обеспечить равномерное воспроизведение всех частот, лежащих в полосе пропускания. Качество воспроизведения определяется усилителем радиочастоты, усилителем низкой частоты радиоприемника, динамическими громко-

говорителями и ящиком. Акустическая часть радиоприемника может вносить в передачу существенные искажения.

Акустическую неравномерность в полосе воспроизведения частот часто компенсируют с помощью искусственного срезания или, наоборот, подчеркивания некоторых частот при прохождении сигнала через электрическую часть приемника.

Однако в ряде случаев равномерная широкая полоса воспроизведения частот не обеспечивает наилучшего воспроизведения. Так, например, прием речевых передач становится более разборчивым, когда срезаются в определенных пределах как наиболее низкие, так и наиболее высокие частоты. И наоборот, при приеме передач симфонического оркестра требуется широкая полоса пропускания частот.

В некоторых современных радиовещательных приемниках имеется возможность с помощью специального регулятора изменять равномерность полосы воспроизведения частот и тем самым устанавливать желаемый тембр звучания передачи.

В высококачественных приемниках предусматривается отдельная регулировка усиления на самых низких и самых высоких звуковых частотах.

Так как человеческое ухо воспринимает средние звуковые частоты (порядка 1 000—3 000 гц) лучше, чем крайние частоты звукового спектра, то для придания звучанию большей естественности в радиовещательных приемниках часто применяют регуляторы громкости с так называемой тонкомпенсацией. Они одновременно с регулировкой громкости обеспечивают наилучшее воспроизведение низких и высоких частот.

Качество воспроизведения передач определяется также степенью так называемых нелинейных искажений, ко-

торые возникают как вследствие нелинейности характеристик электронных ламп, так и влияния некоторых других нелинейных элементов в цепях радиоприемника.

Для уменьшения нелинейных искажений нужно правильно выбрать режимы работы элементов радиоприемника. Кроме того, для той же цели в высококачественных радиоприемниках применяется так называемая отрицательная обратная связь.

Правильная организация и проведение всей работы по монтажу, налаживанию и ремонту радиоприемника поможет радиолюбителю добиться от приемника хороших качественных показателей.

ИНСТРУМЕНТЫ И МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РЕМОНТА РАДИОПРИЕМНИКОВ

При ремонте радиоприемников, как и при самостоятельной сборке, монтаже и налаживании, необходимы следующие инструменты: несколько различных хорошо заточенных отверток как для маленьких, так и больших винтов разных длин; острые бокорезы; пассатижи, короткий и длинный пинцеты, напильники, небольшие настольные или ручные тисочки, молоточек, паяльник электрический на 35—60 вт; ножницы, круглое прямое шило, отвертка из изоляционного материала для регулировки сердечников катушек индуктивности. Желательно иметь торцовые ключи М3, М4, М5, М6.

Из материалов необходимо иметь: припой, например оловянный припой ПОС-40, состоящий из 40% олова и 60% свинца (лучше всего гарпиус — оловянную трубку, содержащую внутри канифоль), канифоль, медный эмалевый и монтажные провода разных сечений и цветов,

изолированные высокоомные провода разных сечений для ремонта и изготовления проволочных резисторов, кембрик, винты, гайки, шайбы, монтажные лепестки различных размеров, набор номиналов резисторов, конденсаторов постоянной емкости, в том числе и электролитических, и, наконец, исправные радиолампы, транзисторы, полупроводниковые диоды нужных для ремонта или налаживания радиоприемника типов.

ПОДБОР И ПРОВЕРКА ДЕТАЛЕЙ РАДИОПРИЕМНИКА

Перед установкой в схему тщательной проверке подлежат все детали. Проверка их, занимая сравнительно немного времени, обеспечивает и облегчает процесс ремонта, налаживания и регулировки радиоприемника.

В первую очередь необходимо произвести тщательный внешний осмотр деталей. При этом обычно удастся обнаружить такие дефекты, как обрывы выводных концов трансформаторов и дросселей, замыкание пластин переменных конденсаторов, механические повреждения керамических подстроечных конденсаторов, переключателей диапазонов и т. д.

Конечно, внешний осмотр не обеспечивает полной гарантии исправности детали.

Успешный ремонт и налаживание радиоприемника во многом зависят от того, насколько точно заменяемые в процессе ремонта или установленные при самостоятельном монтаже детали соответствуют указанным на схеме радиоприемника величинам. Радиолюбитель должен хорошо представлять себе назначение и роль каждой детали, входящей в схему приемника. Это поможет ему при подборе деталей в случае необходимости допускать иногда некоторые отступления от точного соответствия прин-

ципальной схеме. Однако, как правило, такие отступления надо допускать лишь в самых крайних случаях.

Постоянные резисторы. При подборе постоянных резисторов необходимо учитывать не только величины сопротивлений резисторов, но и мощность рассеяния в ваттах, на которую они рассчитаны. В настоящее время в радиолюбительской практике получили распространение непроволочные резисторы мощностей 0,25; 0,5; 1 и 2 *вт*.

Величина мощности, рассеиваемой данным резистором, определяется по следующей формуле:

$$P = I^2 \cdot R,$$

где P — мощность, *вт*;

I — постоянная составляющая тока, протекающего через резистор, *а* ($1 \text{ а} = 1\,000 \text{ ма}$);

R — сопротивление, *ом*.

При отсутствии резистора требуемой мощности можно взять два или несколько резисторов меньших мощностей и соединить их между собой параллельно или последовательно с таким расчетом, чтобы их общее сопротивление оказалось равным заменяемому, а общая мощность не ниже требуемой.

Все резисторы перед установкой в схему желательно проверить с помощью омметра. Если омметра нет, то после установления величин сопротивлений резисторов по надписям необходимо проверить резисторы на отсутствие обрыва путем прослушивания щелчков в наушниках при замыканиях последовательной цепи, состоящей из батарейки карманного фонарика, проверяемого резистора и головного телефона.

При подборе резисторов, находящихся в участках схемы, определяющих режим работы некоторых элементов приемника, например цепи питания экранных сеток, цепи катодов ламп, не следует допускать отклонений от вели-

чин, указанных в принципиальной схеме. Некоторые отклонения допустимы, например, для величин сопротивлений резисторов, находящихся в цепях фильтров АРУ (автоматической регулировки усиления), в цепях, составляющих анодные нагрузки предыдущих и утечки сеток последующих ступеней усиления низкой частоты, и т. д. В цепях обратной связи допускать отклонения от номиналов, указанных в принципиальных схемах, при подборе резисторов не рекомендуется.

Конденсаторы постоянной емкости. Подбор конденсаторов перед установкой в схему производится по их маркировке. При этом мало знать электрическую величину конденсатора, необходимо также принимать во внимание нужные рабочие напряжения, которые конденсаторы должны выдерживать.

Проверка конденсаторов в радиолюбительской практике производится только на отсутствие пробоя или обрыва. Такую проверку легко произвести соответственно с помощью омметра или с помощью цепи из последовательно включенных испытуемого конденсатора, карманной батарейки и головных телефонов. Если конденсатор исправен, то в наушниках будет прослушиваться щелчок только при первом замыкании цепи. Если конденсатор имеет обрыв, то щелчка не будет слышно даже при первом замыкании. В цепи с пробитым конденсатором будут прослушиваться щелчки постоянной громкости при любом числе замыкания.

Проверку электролитических конденсаторов на отсутствие пробоя или обрыва можно осуществить с помощью омметра. Если электролитический конденсатор исправен, то в начальный момент подключения его к омметру стрелка прибора резко отклоняется, а затем медленно движется обратно. При этом должна соблюдаться правильная полярность подключения конденсатора. Чтобы

избежать ошибки, проверку надо произвести повторно, предварительно поменяв полярность подключения конденсатора в цепь. Если электролитический конденсатор имеет обрыв, то при подключении его к омметру стрелка прибора почти не отклоняется. При наличии пробоя или большой утечки электролитического конденсатора стрелка омметра, подключенного к такому конденсатору, устанавливается в положение, соответствующее весьма малому сопротивлению. Заведомо не пробитый электролитический конденсатор можно также проверить на отсутствие обрыва, зарядив его от источника постоянного тока (напряжение которого не превышает допустимого для данного конденсатора) и проверив затем наличие заряда конденсатора с помощью телефонов либо миллиамперметра. Если конденсатор исправен, то при подключении к нему телефонов будет слышен щелчок, а при подключении миллиамперметра стрелка покажет появление тока.

При отсутствии необходимых для замены или первоначальной установки конденсаторов требуемых номинальных величин соответственно схеме приемника следует наиболее строго подходить к выбору конденсаторов, входящих в колебательные контуры. Отклонения от номиналов в этих случаях сильно отражаются на градуировке шкалы настройки приемника, перекрытии диапазонов, общем усилении, качестве воспроизведения и т. п.

Постоянные конденсаторы, применяемые в колебательных контурах, должны быть хорошего качества — керамические или слюдяные. Бумажные конденсаторы можно применять в блокировочных цепях.

При установке или замене блокировочных конденсаторов брать конденсаторы меньших емкостей, чем указано на схеме, не рекомендуется. Увеличение же емкостей блокировочных конденсаторов допускается в широких

пределах. Рабочее напряжение таких конденсаторов обычно выбирается в полтора-два раза больше напряжения соответствующей цепи.

Высокие требования предъявляются к качеству переходных, или разделительных, конденсаторов, связывающих анодные цепи предыдущих каскадов с сеточными цепями последующих. При плохом качестве изоляции разделительного конденсатора положительное напряжение с анода лампы предыдущего каскада может попадать на сетку следующей лампы, что может привести к изменению результирующего напряжения смещения лампы и, следовательно, к нарушению режима ее работы. Такое изменение режима работы лампы может в усилителях низкой частоты, например, привести к значительному увеличению нелинейных искажений.

В качестве переходных конденсаторов в ламповых радиоприемниках рекомендуется применять слюдяные конденсаторы типа КСО. Рабочее напряжение переходных конденсаторов должно выбираться в полтора-два раза выше напряжения на аноде лампы предыдущей ступени.

При установке или замене переходных конденсаторов можно допускать некоторые отклонения в сторону увеличения их емкости по сравнению с величинами, указанными в принципиальной схеме. Уменьшение емкости переходных конденсаторов в усилителях низкой частоты может привести к завалу усиления колебаний низких частот, т. е. ухудшению качества воспроизведения.

Электролитические конденсаторы в ламповых радиоприемниках применяются в основном в фильтрах выпрямителя и в качестве блокировочных конденсаторов, например в цепях катодов и экранных сеток ламп усилителей низкой частоты, а также в цепях АРУ.

При подборе электролитических конденсаторов для

фильтра выпрямителя большое значение имеет обеспечение их надежности¹. В особенно неблагоприятных условиях находятся конденсаторы, стоящие на входе сглаживающих фильтров выпрямителей ламповых приемников, так как на них действует пульсирующее напряжение с относительно большой переменной составляющей — порядка десятков вольт, а максимальное значение величины постоянной составляющей выпрямленного напряжения достигает нескольких сотен вольт. Эти конденсаторы наиболее подвержены перегреву, что ведет к увеличению токов утечки и сокращению срока их службы.

Под действием токов утечки в условиях сильного перегрева внутри конденсатора происходит разложение электролита с выделением большого количества газов. Известны случаи взрыва электролитических конденсаторов от действия возникшего внутри их корпусов высокого давления газов.

Для повышения надежности работы электролитического конденсатора в выпрямителе не рекомендуется допускать отклонения от указанной в схеме приемника величины емкости конденсатора, стоящего на входе фильтра, при этом его рабочее номинальное напряжение (обозначенное на конденсаторе) должно быть по крайней мере в $1,4 \div 1,5$ раза больше постоянной составляющей фактического рабочего напряжения.

При подборе постоянных конденсаторов у радиолюбителя может не оказаться конденсатора с необходимой величиной емкости. В этом случае возможно применение комбинаций из последовательно или параллельно включенных конденсаторов для получения нужной емкости. При параллельном соединении конденсаторов общая ем-

¹ Р. М а л и н и н. Надежность электролитического конденсатора в выпрямителе. «Радио», 1966, № 2.

кость будет равна сумме емкостей соединенных конденсаторов, т. е.

$$C_{\text{общ}} = C_1 + C_2 + \dots + C_n.$$

При последовательном соединении конденсаторов общая емкость уменьшается и всегда будет меньше емкости меньшего из соединяемых конденсаторов.

Общая емкость при последовательном соединении конденсаторов может быть определена по формуле:

$$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}.$$

При последовательном соединении одинаковых конденсаторов общая емкость будет равна емкости одного из конденсаторов, деленной на число соединенных конденсаторов.

Группа из параллельно соединенных конденсаторов может быть подключена к напряжению, не превышающему меньшее из рабочих напряжений отдельных конденсаторов.

Группа из последовательно соединенных конденсаторов может подключаться к напряжению, не превышающему сумму рабочих напряжений отдельных конденсаторов.

Трансформаторы, дроссели, переменные конденсаторы и некоторые другие детали. Трансформаторы и дроссели проверяют с помощью омметра на целость обмоток, на замыкание между обмотками, на замыкание между обмотками и железом.

Наличие в трансформаторе короткозамкнутых витков в некоторых случаях трудно установить с помощью омметра. Проверку силового трансформатора на наличие короткозамкнутых витков можно осуществить, подключая первичную обмотку трансформатора или ее часть в

осветительную сеть соответствующего напряжения (220—127 в), оставляя разомкнутыми все вторичные обмотки. Если в течение одного-двух часов трансформатор заметно не нагреется, можно полагать, что короткозамкнутых витков у него нет.

Переменные резисторы с помощью омметра проверяются на плавность регулировки, обрыв и максимальную величину сопротивления.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Ремонт и налаживание радиоаппаратуры требуют, как правило, проведения разного рода электрических измерений, которые производятся с помощью электроизмерительных приборов.

Простейшим электроизмерительным прибором является так называемый пробник, который должен быть у каждого радиолюбителя. Пробник представляет собой последовательное соединение какого-либо (лучше малогабаритного) вольтметра со шкалой до 5 в и батарейки от карманного фонарика. К свободным выводам батарейки и вольтметра подключают гибкие проводники с изолированными наконечниками, заканчивающимися токопроводящими остриями — щупами. При помощи такого пробника можно проверять различные электрические цепи на отсутствие обрывов или на короткое замыкание. Если шкалу вольтметра пробника предварительно проградуировать в омах с помощью омметра, то его можно использовать для приближенного определения величины сопротивлений, не превышающих 10 000 ом.

При отсутствии вольтметра его можно заменить в пробнике головными телефонами. По наличию или отсутствию щелчков в наушниках, а также по их громкости

можно судить о целостности электрической цепи и в некоторых случаях сделать сравнительную оценку величин сопротивлений.

Конечно, радиолюбитель с помощью только одного пробника не сможет технически грамотно подойти к отысканию неисправностей в современном радиоприемнике или осуществить его наладивание и регулировку.

Для производства необходимых при ремонте и наладивании радиоприемника основных измерений требуется определенный, хотя бы минимальный, комплект электро- и радиоизмерительных приборов и знакомство радиолюбителя с методами самих измерений.

Измерение постоянных напряжений. Измерения постоянных напряжений необходимы, например, для проверки (или подбора) правильного режима работы ламп, которая заключается в измерении постоянных напряжений на их электродах. Часто нужно измерять напряжения источников питания (выпрямителей) и падения напряжения на некоторых деталях и участках схемы радиоприемника.

Для измерения постоянных напряжений лучше всего применять высокоомные вольтметры, т. е. вольтметры, обладающие большим внутренним сопротивлением.

Если сопротивление того участка цепи, на котором измеряется напряжение, составляет заметную долю от внутреннего сопротивления вольтметра, то подключение его заметно уменьшит величину общего сопротивления цепи между точками присоединения прибора, вследствие чего напряжение между этими точками также будет заниженным. Вольтметр показывает напряжение значительно меньшее, чем то, которое существовало на данном участке цепи радиоприемника в рабочем режиме (при отключенном вольтметре).

Поясним сказанное на примере. Пусть через сопро-

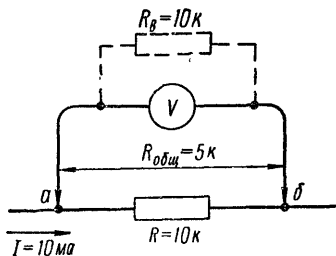


Рис. 1. Измерение напряжения на отдельных участках цепи.

тивление $R=10$ ком проходит ток $I=10$ ма. Требуется измерить напряжение на этом сопротивлении. Вольтметр, с помощью которого производится измерение, обладает внутренним сопротивлением $R_{\text{в}}=10$ ком. После подключения вольтметра сопротивление участка между точками a и b будет определяться двумя параллельно соединенными сопротивлениями R и $R_{\text{в}}$ (рис. 1) и будет равно:

$$R_{\text{общ}} = \frac{R \cdot R_{\text{в}}}{R + R_{\text{в}}} = \frac{10 \cdot 10}{20} = 5 \text{ ком}$$

Если считать, что сила тока в общей цепи при этом остается неизменной, то напряжение между точками a и b будет равно:

$$U = I_a \cdot R_{\text{общ}} \text{ ком} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ в,}$$

которое и покажет вольтметр.

Но в рабочих условиях (при отключенном вольтметре) напряжение между точками a и b равно:

$$U_{ab} = I_a \cdot R \text{ ком} = 10 \cdot 10 = 100 \text{ в,}$$

т. е. в два раза больше показанного вольтметром.

Чтобы измеренное с помощью вольтметра напряжение мало отличалось от действительного значения этого

напряжения в рабочих условиях, величина внутреннего сопротивления вольтметра должна по крайней мере раз в 10—20 превышать сопротивление участка цепи, на концах которого измеряется напряжение. Показателем качества вольтметра является число ом его внутреннего сопротивления, приходящихся на 1 в его шкалы. Хорошие высокоомные вольтметры должны иметь сопротивление 10 000—20 000 ом и более на 1 в.

Поэтому, пользуясь вольтметром, нужно знать его внутреннее сопротивление. Если сопротивление вольтметра составляет менее 1 000 ом на 1 в, то такой вольтметр нельзя рекомендовать для непосредственного измерения напряжений на ряде участков схемы радиоприемника.

Для самостоятельного изготовления высокоомного вольтметра радиолюбитель должен иметь высокочувствительный индикатор тока (микроамперметр). Так, например, имея микроамперметр на шкалу 50 мка, можно сделать высокоомный вольтметр. Применяя набор высокостабильных резисторов на величины в $2 \cdot 10^4$, $6 \cdot 10^4$, $2 \cdot 10^5$, $6 \cdot 10^5$, $2 \cdot 10^6$, $6 \cdot 10^6$ и $2 \cdot 10^7$ ом, которые с помощью переключателя могли бы подключаться последовательно с микроамперметром, получим многошкальный вольтметр на шкалы 1, 3, 10, 30, 100, 300 и 1 000 в. Такой вольтметр будет иметь сопротивление 20 000 ом на 1 в. Схема подобного вольтметра приведена на рис. 2.

Особенно большим внутренним сопротивлением обладают ламповые вольтметры. Присоединение их практически не меняет сопротивления измеряемого участка цепи.

Налаживание радиоприемников и отыскание в них неисправностей связаны с измерением напряжений на электродах ламп и деталях схемы. Напряжения на электро-

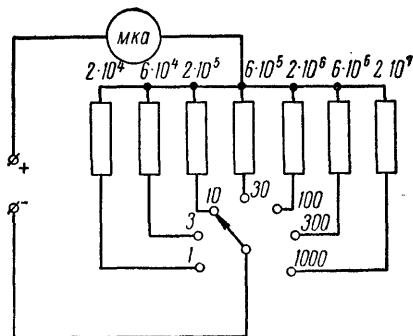


Рис. 2. Схема семишкального высокоомного вольтметра.

дах ламп измеряются по отношению к их катодам, т. е. вольтметр нужно подключать между соответствующим электродом и катодом лампы. При этом необходимо иметь в виду, что подключение вольтметра с сопротивлением порядка $10\,000\text{ ом/в}$ к электродам ламп, в цепи которых включены большие сопротивления, может приводить к увеличению падения напряжения на этих сопротивлениях и к снижению напряжения на соответствующих электродах. Это пониженное, а не действительно приложенное напряжение в рабочем режиме и покажет вольтметр (рис. 3). Повысить точность измерения в этом случае можно (если вольтметр многошкальный) с помощью вычислений по показаниям двух измерений, сделанных этим вольтметром по двум его шкалам.

Предположим, что радиолюбитель имеет вольтметр со шкалами на 300 и 150 в. Двукратное измерение напряжения, например, на аноде лампы дало следующие результаты: по шкале измерений $U_{п1}=300\text{ в}$ вольтметр показал напряжение $U_1=60\text{ в}$, а по шкале $U_{п2}=150\text{ в}$ — напряжение $U_2=40\text{ в}$, что обусловлено уменьшением его

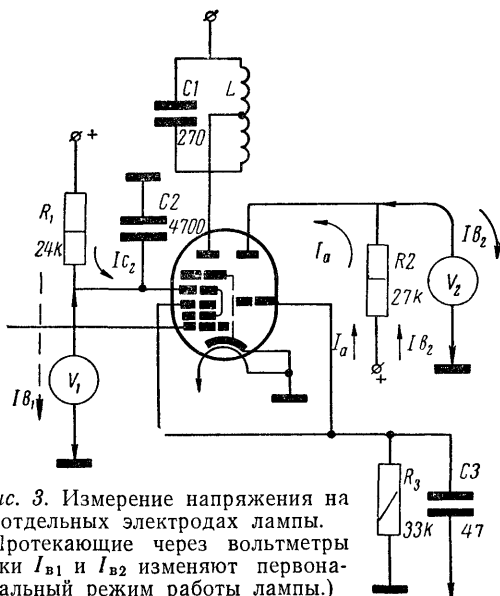


Рис. 3. Измерение напряжения на отдельных электродах лампы. (Протекающие через вольтметры токи I_{B1} и I_{B2} изменяют первоначальный режим работы лампы.)

внутреннего сопротивления. Действительную величину анодного напряжения можно вычислить по формулам:

$$U = \frac{(n-1)U_1}{n - \frac{U_1}{U_2}}, \text{ где } n = \frac{U_{n1}}{U_{n2}}.$$

В нашем случае

$$n = \frac{300}{150} = 2 \text{ и } U = \frac{(2-1) \cdot 60}{2 - \frac{60}{40}} = 120 \text{ в.}$$

Сравнивая этот результат даже с большим значением непосредственно измеренного напряжения, видим, что при измерении обычным способом сделали бы ошибку на 50% относительно приложенного к аноду лампы напряжения.

Описанным способом можно производить измерения и с помощью одношкального вольтметра, если предварительно превратить его в двухшкальный, подобрав для этой цели добавочный резистор.

Необходимо отметить, что во избежание больших ошибок описанный выше способ измерения напряжений на анодах и экранирующих сетках ламп не рекомендуется применять в тех случаях, когда смещение на сетках ламп образуется за счет падения напряжения на резисторе, включенном в цепь их общего катодного тока, так как подключение вольтметра может изменить режим работы ламп.

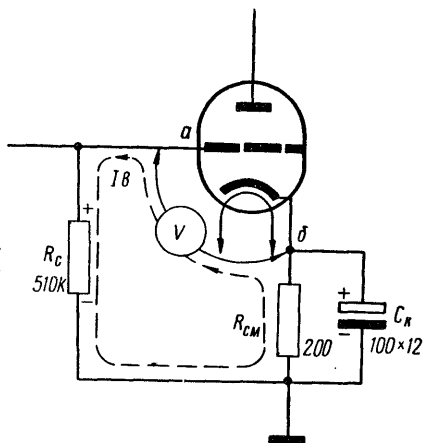


Рис. 4. Измерение напряжения смещения на управляющей сетке лампы. (Ток, потребляемый вольтметром, проходит через резистор R_c и создает на нем падение напряжения, приложенного к сетке лампы.)

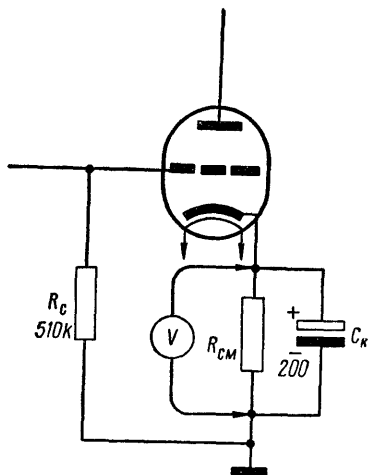


Рис. 5. Измерение напряжения смещения на управляющей сетке лампы низкоомным вольтметром.

При измерении постоянных напряжений смещения на управляющих сетках ламп показания даже хорошего высокоомного вольтметра окажутся значительно заниженными, если вольтметр будет подключаться непосредственно между сеткой и катодом лампы, как показано на рис. 4. Такое подключение вольтметра образует замкнутую цепь постоянного тока через вольтметр и сопротивление утечки сетки лампы, на котором создается падение напряжения, приложенного плюсом к сетке. Так как сопротивление утечки обычно бывает большой величины, то даже при очень малом токе, потребляемом высокоомным вольтметром, падение напряжения на сопротивлении утечки сетки в ряде случаев может оказаться соизмеримым с действительно существующим между сеткой и катодом напряжением. При этом показания вольтмет-

ра определяются разностью этих напряжений и дают совершенно неверный результат.

Чтобы избежать ошибки при определении напряжения смещения, вольтметр надо подключать непосредственно к концам резистора в цепи катода лампы $R_{см}$, с которого снимается напряжение смещения, как показано на рис. 5. Величина этого сопротивления обычно порядка сотен ом, и поэтому измерение напряжения на нем можно производить с большой точностью даже низкоомными вольтметрами.

С помощью ламповых вольтметров постоянного тока смещение может измеряться и при непосредственном их подключении между сеткой и катодом.

При измерении анодного или экранного напряжения (особенно у оконечных ламп радиоприемника, смещение на сетках которых может достигать 10—30 в) правильность подключения вольтметра зависит от способа подачи смещения. Например, обычно практически измеряют напряжения на анодах и экранных сетках ламп не по отношению к катоду, а по отношению к шасси, т. е. к «земле». Но при этом необходимо принимать во внимание способ подачи смещения на управляющую сетку лампы, напряжение на электродах которой измеряется. Если смещение на сетке лампы образуется за счет общего катодного тока ламп приемника, то вольтметр, включенный между соответствующим электродом лампы и шасси приемника, покажет действительно существующее напряжение (рис. 6). В случае подачи смещения с резистора, включенного в цепь катодного тока лампы (рис. 7), действительное напряжение вольтметр будет показывать только при подключении его между соответствующим электродом и катодом лампы. Напряжение, измеренное относительно шасси приемника, будет больше действительно существующего на аноде или экран-

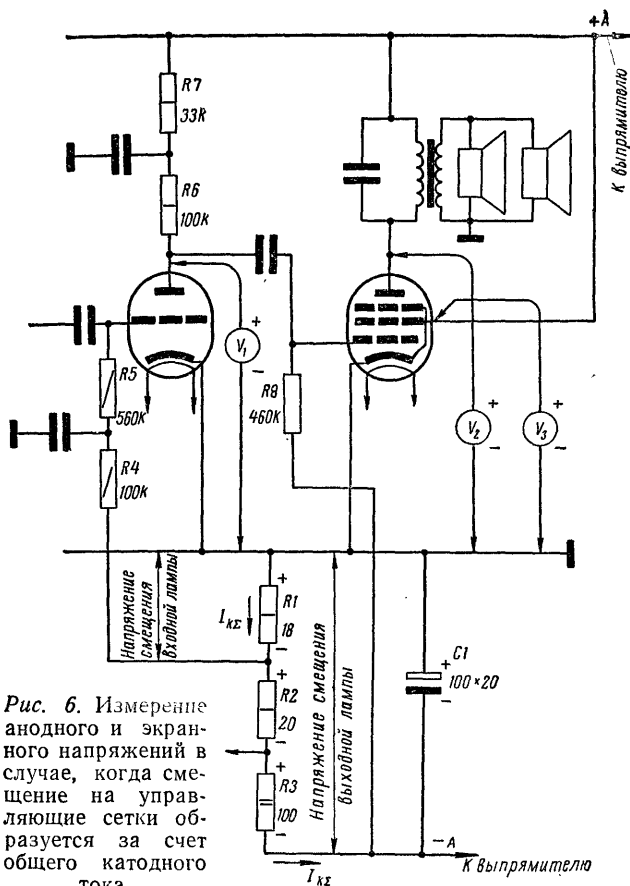


Рис. 6. Измерение анодного и экранного напряжений в случае, когда смещение на управляющие сетки образуется за счет общего катодного тока.

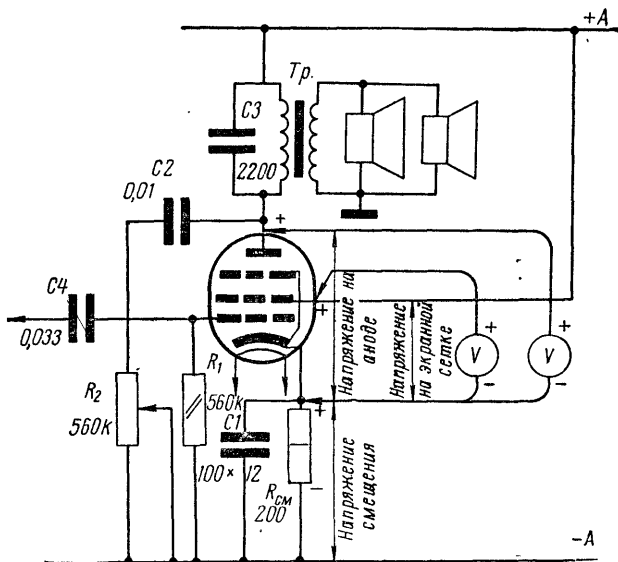


Рис. 7. Измерение анодного и экранного напряжений в случае, когда смещение на управляющую сетку образуется за счет катодного тока лампы.

ной сетке на величину падения напряжения на резисторе смещения R_{cm} .

При измерении напряжений на различных деталях схемы радиоприемника высокоомный вольтметр должен присоединяться соответственно к тем точкам, напряжение между которыми необходимо измерить. На рис. 8 (см. вкладку) показано, как нужно присоединять вольтметр при измерении различных постоянных напряжений в цепях радиоприемника.

Измерение постоянного тока. При ремонте и налаживании радиоприемников измерения постоянного тока необходимы для установления требуемого режима ламп и ускорения процесса отыскания неисправностей.

Постоянный ток в различных цепях радиоприемников обычно измеряют с помощью миллиамперметров. Чтобы измерить ток, надо включить прибор последовательно в ту цепь, по которой этот ток проходит. При этом необходимо проследить за правильной полярностью его включения в цепь. Удобнее всего пользоваться многошкальным прибором со шкалами 1, 10, 50 и 100 *ма*. Если нет многошкального прибора, то имеющийся миллиамперметр можно превратить в многошкальный прибор, для чего применяют шунтирование, т. е. включение параллельно прибору небольших сопротивлений — шунтов, величина которых рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{ш}} = R_{\text{пр}} \frac{I_0}{I_{\text{макс}} - I_0},$$

где $R_{\text{пр}}$ — внутреннее сопротивление миллиамперметра, *ом*;

I_0 — ток полного отклонения стрелки без шунта, *ма*;

$I_{\text{макс}}$ — наибольший ток, который должен быть измерен, *ма*.

При работе с многошкальным измерителем тока необходимо соблюдать осторожность. Чтобы случайно не перегрузить прибор, нужно всегда сначала устанавливать предел, соответствующий наибольшему измеряемому току, и только при незначительном отклонении стрелки при измерении тока можно увеличивать чувствительность прибора. При этом надо стремиться выбирать такую шкалу, при которой стрелка будет отклоняться на возможно большее число делений. Это повышает точность измерений. Отметим, что упомянутое выше условие

повышения точности результатов измерения относится ко всем стрелочным измерительным приборам — амперметрам, вольтметрам, омметрам и т. п.

В некоторых цепях, кроме постоянной составляющей тока, протекает и переменная составляющая. Приборы для измерения постоянной составляющей тока должны включаться в такую цепь, через которую переменная составляющая тока измеряемой цепи не протекает. Это необходимо потому, что при протекании через миллиамперметр, например, переменной составляющей анодного тока лампы он оказался бы под переменным напряжением. Часть этого напряжения через паразитную емкость, всегда имеющуюся между прибором и остальными проводами схемы, могла бы попасть и на провода в цепи управляющей сетки лампы.

В результате цепь управляющей сетки оказалась бы связанной с анодной цепью лампы, что может привести к самовозбуждению каскада и изменению анодного тока лампы, в том числе и его постоянной составляющей. Эту изменившуюся постоянную составляющую анодного тока лампы и показал бы миллиамперметр.

На рис. 9, а показан пример неправильного включения приборов для измерения постоянной составляющей анодного тока лампы, так как через эти приборы проходят также переменные составляющие.

На рис. 9, б показано правильное включение измерительных приборов для измерения постоянных составляющих. Через прибор, включенный между развязывающим конденсатором C_2 и плюсом источника анодного напряжения, замыкается только постоянная составляющая анодного тока лампы, так как переменная составляющая через развязывающий конденсатор C_2 ответвляется на корпус.

В некоторых случаях емкость развязывающего кон-

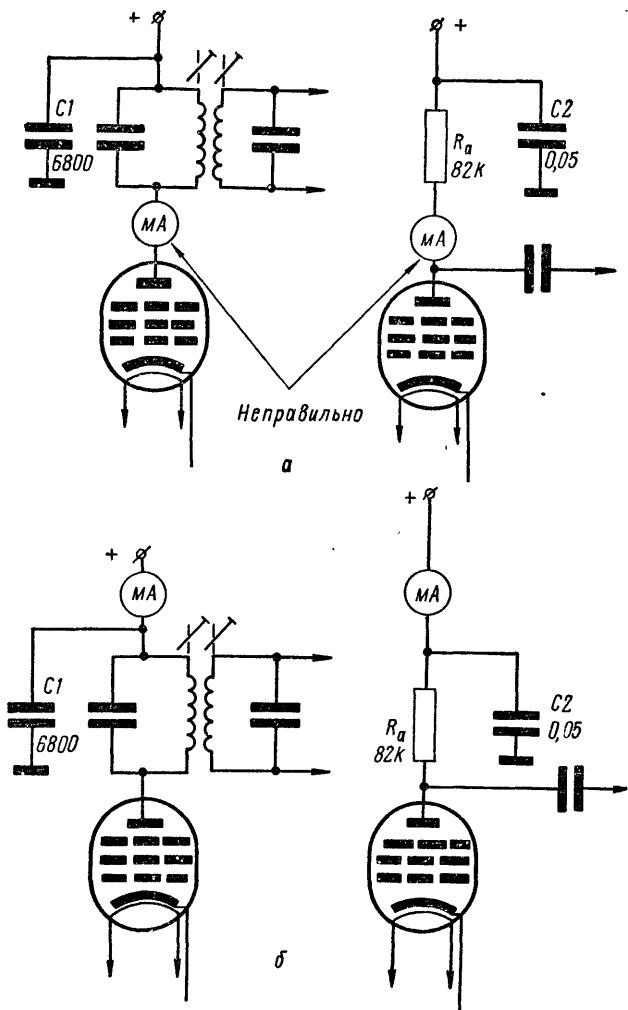


Рис. 9. Включение приборов для измерения постоянных составляющих анодных токов лампы:

a — неправильное; *б* — правильное.

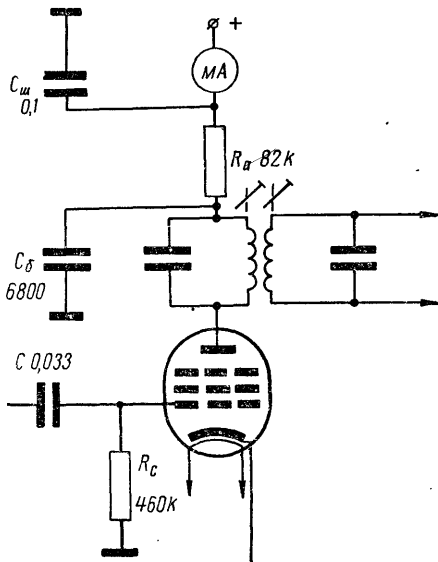


Рис. 10. Схема включения прибора с шунтирующим конденсатором $C_{ш}$ для измерения постоянной составляющей анодного тока лампы.

денсатора может оказаться недостаточной. Чтобы гарантировать отсутствие самовозбуждения, измерительный прибор необходимо всегда шунтировать конденсатором емкостью порядка $0,1 \text{ мкф}$, как показано на рис. 10. Если приходится включать прибор в общую для переменной и постоянной составляющих анодного тока часть цепи, то в целях предотвращения самовозбуждения между корпусом и управляющей сеткой лампы надо еще включить конденсатор емкостью $0,01 \text{ мкф}$ (конденсатор C_2 на рис. 11).

Необходимо отметить, что непосредственное измерение тока как в практике ремонта, так и налаживания радиоприемников производится значительно реже, чем

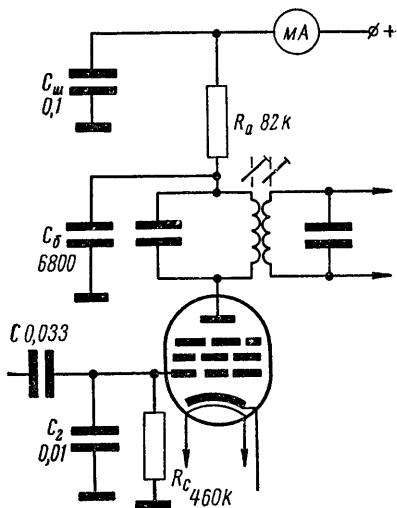


Рис. 11. Шунтирование управляющей сетки лампы УПЧ конденсатором C_2 для предотвращения самовозбуждения при измерении постоянной составляющей анодного тока.

измерение напряжений. Измерение тока связано с распайкой цепей или же с применением специальных приспособлений, например переходных колодок, что усложняет работу по отысканию неисправностей и налаживанию приемника, а иногда может нарушить его нормальную работу.

Зная величину сопротивления, в цепи которого протекает интересующий нас ток, величину тока можно определить, не разрывая цепи, при помощи достаточно высокоомного вольтметра. Измерив вольтметром величину падения напряжения на известном сопротивлении, величину тока можно определить по формуле:

$$I = \frac{U}{R},$$

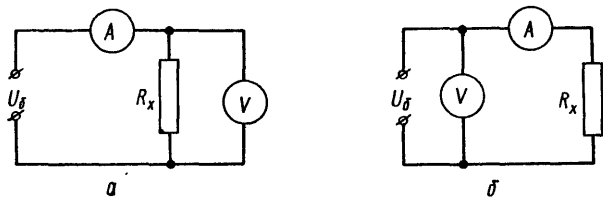


Рис. 14. Измерение сопротивлений с помощью амперметра и вольтметра.

Наиболее удобно в радиолюбительской практике для измерения сопротивлений пользоваться универсальным вольтмиллиамперметром (авометром).

Большую известность приобрели такие промышленные образцы авометров, как, например, ТТ-1, АВО-5М, Ц-20, ПР-5М. В литературе имеется описание ряда конструкций самодельных авометров¹.

Хотя наличие авометра следует считать почти обязательным для радиолюбителя, приступающего к ремонту или налаживанию радиоприемника, ниже приводится описание нескольких методов измерения сопротивлений без авометра.

Сопротивление может быть измерено косвенно посредством измерения тока и напряжения. При этом вольтметр можно присоединить либо к измеряемому сопротивлению непосредственно (рис. 14, а), либо к последовательно соединенным сопротивлению и амперметру (рис. 14, б). В обоих случаях неизбежны погрешности измерения: в первом случае амперметр покажет ток, не только проходящий через сопротивление, но и потребляемый вольтметром; во втором случае вольтметр показы-

¹ Любительский авометр. «Радио», 1961, № 12.

вает не падение напряжения на сопротивлении, а сумму падений напряжений на сопротивлении и на амперметре.

Для более точных расчетов вторая схема (рис. 14, б) проще. Величина искомого сопротивления при этом определяется по формуле:

$$R_x = \frac{1000 \cdot U}{I} - R_a$$

где R_x — искомая величина сопротивления, *ом*;

U — напряжение, показанное вольтметром, *в*;

I — показанный амперметром ток, *ма*;

R_a — внутреннее сопротивление амперметра, *ом*.

Величина сопротивления может быть измерена и при помощи только одного вольтметра. Схема измерения имеет вид, представленный на рис. 15. Если к вольтметру приложено напряжение, он дает известное отклонение. Но если последовательно с вольтметром включить искомое сопротивление, то он даст уже меньшее отклонение.

Общее напряжение, измеряемое при замкнутом ключе «К» (рис. 16), распределяется при разомкнутом ключе «К» между сопротивлением вольтметра и искомым сопротивлением R_x .

Величину измеряемого сопротивления определим по формуле:

$$R_x = R_v \left(\frac{U_1}{U_2} - 1 \right),$$

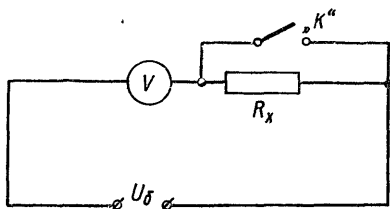


Рис. 15. Измерение сопротивлений с помощью одного вольтметра.

где R_x — искомая величина сопротивления, *ом*;
 R_B — внутреннее сопротивление вольтметра, *ом*;
 U_1 — напряжение, показанное вольтметром при замкнутом ключе, *в*;
 U_2 — напряжение, показанное вольтметром при разомкнутом ключе, *в*.

Описанный метод обеспечивает приемлемую точность измерения сопротивлений, величина которых не превышает больше чем в десять раз внутреннее сопротивление вольтметра, т. е. составляет не более 0,1 последнего.

Специальные измерительные приборы. В современном супергетеродинном приемнике основное усиление осуществляется не на частоте принимаемого сигнала, а на промежуточной частоте, образующейся в преобразователе частоты приемника как разность между частотой сигнала и частотой собственного гетеродина.

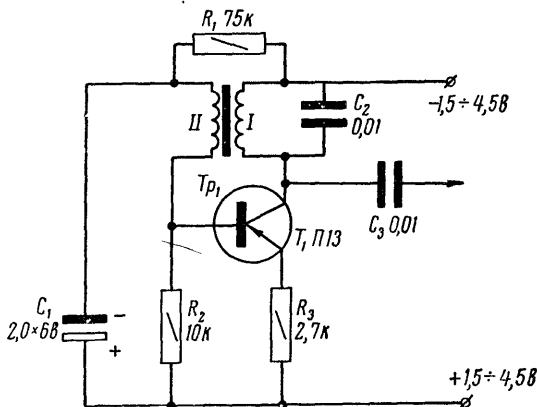
Для обеспечения нормальной работы супергетеродинного приемника необходимо осуществить точную настройку на определенные частоты нескольких контуров. При этом должно выполняться определенное соотношение между этими настройками — сопряжение, постоянное по всему диапазону принимаемых частот.

Требуемую настройку высокочастотной части приемника лучше всего производить с помощью сигнал-генератора — высокочастотного генератора, специально предназначенного для испытаний и ремонта радиоприемников. Сигнал-генератор дает возможность получить модулированные высокочастотные колебания с нужными для налаживания радиоприемника частотой, амплитудой и глубиной модуляции¹.

Для проверки ступеней усиления низкой частоты радиоприемника желательно применение специального зву-

¹ «Радио», 1963, № 11, и 1965, № 2.

Рис. 16. Простой НЧ генератор на транзисторе. Tr_1 — любой трансформатор НЧ с коэффициентом трансформации от 1:1 до 1:5.



кового генератора, т. е. генератора электрических колебаний низкой частоты с регулировкой амплитуды и частоты выходного сигнала генератора. Простейшим типом звукового генератора является генератор, показанный на рис. 16. Генератор НЧ (1—1,5 кГц) состоит из транзистора, низкочастотного трансформатора и конденсатора C_2 , от величины емкости которого зависит частота и форма колебаний НЧ генератора.

В качестве еще более простого генератора низкой частоты может служить обычный зуммер. Устройство зуммерного звукового генератора приведено в схеме на рис. 17.

Вместо звукового генератора при налаживании радиоприемников можно применить электропроигрыватель с пластинками или магнитофон.

В радиолюбительской литературе, в частности в журнале «Радио», описано много различных конструкций НЧ генераторов в виде отдельных приборов или элементов

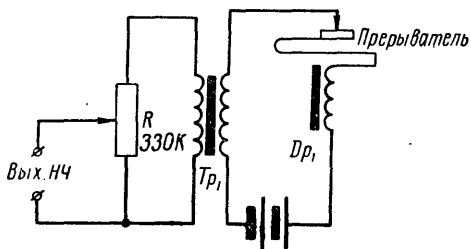


Рис. 17. Зуммерный звуковой генератор.

схемы универсальных измерительных генераторов¹.

Для повышения точности настрайку радиоприемника желательно производить не на слух, а с помощью специального измерителя выхода, подключаемого параллельно звуковой катушке динамика. В радиолюбительской практике в качестве измерителя выхода может быть использован вольтметр переменного тока, либо ламповый, либо авометр.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА К РЕМОНТУ И НАЛАЖИВАНИЮ РАДИОПРИЕМНИКА

Прежде чем приступить к ремонту или наладиванию радиоприемника, следует четко представить принцип его работы, изучить принципиальную схему и уяснить предъявляемые к данному радиоприемнику технические требования. Необходимо отметить, что в условиях радиолюбительской практики возможность проверки степени соответствия результатов регулировки техническим требованиям находится в зависимости от количества и качества различных измерительных приборов, которыми располагает радиолюбитель.

¹ «Радио», 1965, № 11.

Рабочее место должно быть хорошо освещено и удобно для работы. Необходимо проверить состояние инструмента и измерительных приборов.

Большинство современных конструкций ламповых радиоприемников таково, что предварительный контроль в случае ремонта можно произвести, не вынимая шасси из ящика приемника.

Перед проведением контроля из радиоприемника удаляют случайно попавшие в него посторонние предметы, тщательно очищают его от пыли и грязи. При наличии пылесоса рекомендуется приемник продуть, предварительно вынув из пылесоса пылевой мешок и вставив шланг со стороны выходящей воздушной струи. При сильном загрязнении деталей приемника их следует промыть кисточкой, смоченной в растворителе, бензине или спирте.

Затем производят осмотр монтажа, проверяя прочность всех механических соединений и креплений. Качество паек проверяют путем натягивания провода пинцетом, на губки которого заранее надевают полихлорвиниловые трубочки. Плохая пайка часто является причиной неисправности радиоприемника вследствие наличия ненадежного контакта, приводящего к появлению шумов, тресков или полного отсутствия приема. Качество паек удобно проверять с помощью лупы, переносной лампы и зеркал. Хорошо иметь для этих целей специальное зубо-врачебное зеркальце с длинной ручкой. Перегибать проводники около пайки при осмотре не рекомендуется.

После внешнего осмотра проверяют качество монтажа. При этом проверяется целостность цепей, а у радиоприемников самостоятельного изготовления также правильность монтажа всех элементов с соблюдением указанных номиналов, монтажа по полярности, правильность распайки выводов у трансформаторов, дросселей, катушек

индуктивности и т. д. Такая проверка производится по принципиальной схеме радиоприемника. При самостоятельном изготовлении радиоприемника проверку качества монтажа, если есть возможность, желательно поручить другому лицу, так как ошибки в монтаже часто остаются незамеченными, если монтаж и проверку его качества производит одно и то же лицо.

Проверка электрических цепей на обрыв и короткое замыкание производится, как отмечалось выше, с помощью пробника или омметра. При этом один щуп прибора присоединяется к одному концу цепи, а другим касаются поочередно отдельных точек цепи, проверяя ее по участкам. Проверка цепей на короткое замыкание требует обычно их распаивания. При пайке внутри шасси радиоприемника нужно следить за тем, чтобы не задевать горячим паяльником деталей и изоляции проводов и тем самым не вызвать дополнительных повреждений.

Очень удобна и надежна проверка монтажа с помощью карт (диаграмм) сопротивлений. Для многих промышленных типов радиоприемников такие диаграммы приводятся в их описаниях.

Измерив с помощью омметра сопротивления различных участков схемы радиоприемника между отдельными гнездами ламповых панелек и шасси, сравнивают результаты измерений с соответствующими величинами, отмеченными на диаграмме сопротивлений. Таким образом, оказывается возможным одновременно проверить правильность монтажа, номиналы и правильность включения всех сопротивлений. При этом, однако, трудно обнаружить наличие коротких замыканий на участках схемы с малым омическим сопротивлением (например, в контурных катушках индуктивности, в низковольтных обмотках силовых трансформаторов и т. п.).

При отсутствии диаграммы сопротивлений ее можно

составить самостоятельно с помощью принципиальной схемы.

В процессе предварительного контроля и проверки качества монтажа радиоприемника могут быть обнаружены различные неисправности как механического, так и электрического характера, которые подлежат устранению. Отыскание неисправностей в радиоприемниках и установление причин их возникновения, как правило, занимает до 70—80% времени всего ремонта. Чтобы сократить это время, рекомендуется придерживаться определенной последовательности выполнения работ.

В первую очередь проверяется блок питания, т. е. выпрямитель (имеется в виду сетевой ламповый радиоприемник). У большинства современных как промышленных, так и любительских радиоприемников выпрямитель имеет встроенную конструкцию и его проверка производится без отключения от основной схемы радиоприемника. Только убедившись в исправности выпрямителя путем измерения соответствующих напряжений на его выходе, переходят к проверке других каскадов приемника. Перед этим необходимо проверить исправность динамиков. Проверку отдельных каскадов удобно производить при помощи контрольного комплекта заведомо исправных радиоламп. При отсутствии такого комплекта радиолампы иногда пользуются взаимной заменой однотипных радиоламп, конечно, если в схеме приемника такие лампы применяются.

В случае появления непостоянного контакта или замыкания следует одновременно с измерением покачивать элементы измеряемой цепи для выявления места неисправности.

В процессе проверки необходимо обращать внимание на внешний вид отдельных деталей, их температуру. Например, почернение поверхности резисторов, чрезмер-

ный нагрев трансформаторов и дросселей всегда свидетельствует о наличии неисправности в схеме приемника.

Как установлено практикой, в 70—80% случаев причиной выхода радиоприемников из строя являются дефекты радиоламп, полупроводниковых диодов и триодов. Поэтому при отыскании неисправностей радиоприемника необходимо в первую очередь убедиться в пригодности используемых радиоламп и полупроводниковых приборов.

Определение режима работы радиоламп способствует ускорению процесса отыскания неисправностей радиоприемника. Проверку режима работы радиоламп необходимо произвести также, приступая и к покаскадному налаживанию приемника собственного изготовления. При этом обычно производят измерение режима питания, т. е. величин постоянных напряжений на электродах ламп по отношению к их катодам или к корпусу приемника.

Проверку режима начинают обычно с измерений напряжения накала радиоламп, а затем измеряют напряжения между анодами и корпусом, между анодами и катодами, между экранирующей сеткой и корпусом, между катодом и корпусом или управляющей сеткой и катодом, между остальными электродами и корпусом.

Грубо определить исправность цепей накала можно путем проверки нагрева баллонов радиоламп на ощупь или по темно-вишневому свечению нити накала.

Проверка режима работы ламп позволяет оценить лишь состояние соответствующих цепей электрической схемы радиоприемника. Так, например, отсутствие напряжения на электродах ламп свидетельствует об обрывах или коротких замыканиях в соответствующих цепях. Понижение напряжения на каком-либо электроде лампы может быть следствием «подгорания» гасящего резисто-

ра в цепи питания или неисправности развязывающего конденсатора. Увеличение напряжения на аноде лампы часто связано с обрывом в цепи накала или катода лампы или с плохим контактом между штырьками выводов электродов ламп и гнездами ламповых панелек.

При налаживании радиоприемников самостоятельно-го изготовления могут отсутствовать данные о необходимом режиме работы ламп. В таком случае напряжения на электродах ламп должны примерно соответствовать типовым режимам ламп, приводимым в паспорте лампы или в специальной справочной литературе.

В описаниях некоторых радиоприемников промышленного образца приводятся карты (диаграммы) или таблицы напряжений (рис. 18). Использование таких диаграмм значительно ускоряет процесс проверки и подгонки режима работы радиоламп. Измерение режимов обычно производят многопредельными комбинированными приборами (авометрами). При этом наилучшее совпадение результатов измерений с диаграммой напряжений (при отсутствии неисправностей) обеспечивает применение прибора такого же типа, какой использовался при составлении диаграммы. При отсутствии у радиолюбителя именно такого прибора все измерения необходимо производить по изложенной выше методике измерения напряжений.

При проверке режимов радиоламп и последующих работах по отысканию неисправностей, налаживанию и регулировке радиоприемника радиолюбитель должен соблюдать осторожность, чтобы избежать поражения электрическим током, приводящим к ожогам и даже к смертельному исходу.

Для обеспечения безопасности работ необходимо обращать особое внимание на открытые токонесущие провода; нельзя выполнять пайки при включенном приемни-

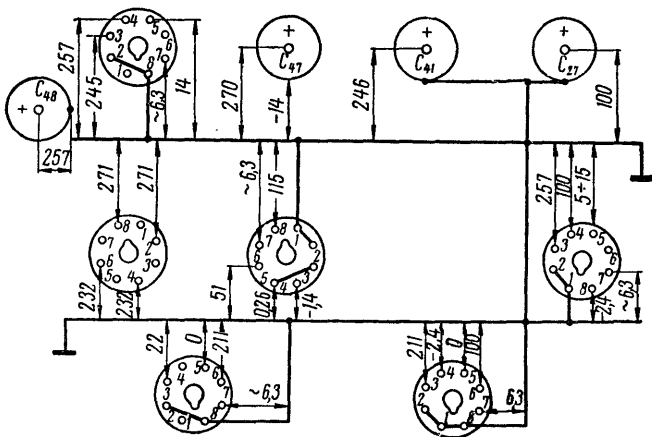


Рис. 18. Электрокалибровочная карта напряжений радиоприемника.

ке, производить проверку наличия высокого напряжения отверткой или пальцами, работать одной рукой, касаясь второй рукой металлических частей шасси, располагать свое рабочее место вблизи радиаторов отопительных систем и водопроводных труб; отходя от рабочего места, оставлять под напряжением открытый монтаж; применять для подключения измерительных приборов провода с поврежденной изоляцией, проверять нагрев паяльника, приближая его к лицу («на лицо») или на ощупь, при пайке поддерживать детали пальцами.

ПОРЯДОК РЕМОНТА И НАЛАЖИВАНИЯ СЕТЕВОГО ЛАМПОВОГО РАДИОПРИЕМНИКА

Для ознакомления радиолюбителя с порядком ремонта и наладки ламповых радиоприемников в качестве примера выбран приемник распространенной радиолы III класса «Минск-61». Радиолюбитель, который хорошо освоит методику ремонта и наладки этого приемника, сможет произвести ремонт и наладку других приемников аналогичного типа и даже более сложных.

Радиоприемник радиолы «Минск-61» представляет собой 4-ламповый супергетеродин с питанием от сети переменного тока напряжением 110, 127, 220 в, частоты 50 гц и предназначен для приема передач радиостанций в диапазонах длинных (2000—735 м) и средних (577—187,5 м) волн с амплитудной модуляцией АМ и местных УКВ (4,56—4,11 м) радиостанций с частотной модуляцией ЧМ. В приемнике применены 6 контуров по АМ тракту и 9 контуров по ЧМ тракту.

Промежуточная частота для диапазонов длинных (ДВ) и средних волн (СВ) — 465 ± 2 кГц, для диапазона УКВ — $8,4 \pm 0,1$ мГц.

Средняя чувствительность для диапазонов ДВ, СВ — не хуже 200 мкВ, для диапазона УКВ — не хуже 30 мкВ.

Ослабление сигналов соседних радиостанций (избирательность) при расстройке частоты на ± 10 кГц — не менее 26 дБ (в двадцать раз); УКВ при расстройке частоты на ± 250 кГц — не менее 26 дБ.

Номинальная выходная мощность — 1 ватт.

Полоса воспроизводимых звуковых частот на УКВ диапазоне — 150—5 000 гц.

Акустическая система состоит из двух громкоговорителей типа 1-ГД6.

В приемнике имеется тон-регистр, который позволяет нажатием кнопки устанавливать тембр, соответствующий принимаемой передаче.

Приемник имеет следующие ступени и радиолампы:

- 1) усилитель высокой частоты и преобразователь частоты УКВ диапазона на лампе 6НЗП;
- 2) преобразователь частоты АМ и усилитель промежуточной частоты ЧМ канала на лампе 6И1П;
- 3) усилитель промежуточной частоты АМ и ЧМ и усилитель низкой частоты также на лампе 6И1П;
- 4) усилитель мощности на лампе 6П14П.

Частотный детектор собран на двух полупроводниковых диодах Д2В, а амплитудный детектор — на одном диоде того же типа.

В радиоприемнике «Минск-61» предусмотрена автоматическая регулировка усиления при приеме АМ сигналов и плавная регулировка громкости на всех диапазонах.

В приемнике применен селеновый выпрямитель АВС 80—260.

Блок-схема приемника показана на рис. 19. Как видно из этой схемы, на вход смесителя на лампе 6И1П можно подключать либо входное устройство диапазонов СВ и ДВ, либо блок УКВ. В последнем случае эта лампа (6И1П) работает в качестве усилителя промежуточной частоты.

Принципиальная схема радиолы «Минск-61» приведена на рис. 20 (см. вкладку).

Входное устройство диапазонов СВ и ДВ приемника состоит из колебательного контура, в который, в зависимости от положения клавишного переключателя, входят на СВ катушка индуктивности L_4 , конденсатор переменной емкости C_{13} и подстроечный конденсатор C_7 .

На ДВ колебательный контур входного устройства состоит из последовательно включенных контура СВ и

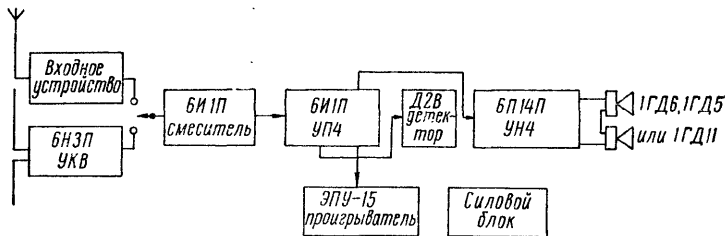


Рис. 19. Блок-схема радиолы «Минск-61».

контура, состоящего из катушки L_5 и подстроечного конденсатора C_8 .

Связь с антенной на СВ — индуктивно-емкостная с помощью катушки связи L_2 и конденсатора C_{25} . На ДВ связь с антенной индуктивная с помощью катушки индуктивности L_3 , параллельно которой подключен конденсатор C_4 .

Параллельно катушкам связи L_2 и L_3 подключен фильтр-дырка, состоящий из последовательно включенных конденсатора C_3 и катушки индуктивности L_1 , служащий для ослабления сигналов, частота которых равна промежуточной частоте приемника (465 кГц). При отсутствии этого фильтра возможно появление помех радиоприему на ДВ и СВ диапазонах, выражающихся в виде свиста во многих точках настройки приемника. Фильтр-дырка L_1C_3 способствует также устранению низкочастотных радиопомех.

Входное устройство через разделительный конденсатор C_{52} подключается к управляющей сетке преобразователя — гептодной части лампы L_2 (6И1П) (триод-гептод). Резистор R_2 является сопротивлением утечки токов сетки данной лампы.

Гетеродин (генератор собственных колебаний высокой частоты) преобразователя собран на триодной части лампы \mathcal{L}_2 по так называемой емкостной трехточечной схеме. Положительное напряжение на анод триодной части лампы \mathcal{L}_2 поступает через резистор R_4 . В контур гетеродина входят катушки L_{10} , L_{11} , конденсатор переменной емкости C_{21} , подстроечные конденсаторы C_{16} , C_{17} и сопрягающие конденсаторы C_{18} , C_{20} и C_{24} , которые служат для согласования настройки входного контура и контура гетеродина в диапазоне принимаемых частот. Конденсатор C_{19} также входит в эквивалентный колебательный контур, определяющий частоту собственных колебаний гетеродина. Конденсаторы C_{13} и C_{21} представляют собой сдвоенный блок, служащий для настройки приемника на частоту принимаемых колебаний.

Резистор R_5 и конденсатор C_{14} являются элементами автоматического смещения лампы \mathcal{L}_2 по сеточному току, т. е. образуют так называемый гридлик, автоматически обеспечивающий работу лампы гетеродина в нормальном режиме.

Положительное напряжение на экранирующую сетку лампы \mathcal{L}_1 поступает через резистор R_1 . Конденсатор C_6 является элементом блокировки в цепи питания экранирующей сетки.

В анодной цепи смесительной лампы последовательно включены полосовые фильтры, настроенные соответственно на 465 кГц (промежуточная частота АМ тракта) и на 8,4 мГц (промежуточная частота ЧМ тракта). Полосовой фильтр ЧМ тракта состоит из двух контуров, образованных индуктивностями L_6 и L_9 и конденсаторами C_9 , C_{12} . Соответственно полосовой фильтр АМ тракта состоит из катушек L_7 , L_8 и конденсаторов C_{10} , C_{11} .

Постоянное анодное напряжение на гептодную часть лампы \mathcal{L}_2 поступает через катушки индуктивностей L_7

и L_6 . Дроссель Dr_1 и конденсатор C_{31} образуют развязывающий фильтр.

Колебания промежуточной частоты, полученные в анодной цепи гептодной части лампы \mathcal{L}_2 , через гридлик R_6 C_{15} подаются на управляющую сетку гептодной части лампы \mathcal{L}_3 (6И1П), являющейся усилителем промежуточной частоты 465 кгц и 8,4 мгц. В анодной цепи гептодной части лампы \mathcal{L}_3 также включены полосовые фильтры, настроенные на соответствующие промежуточные частоты ЧМ и АМ трактов. Фильтры состоят из катушек индуктивностей L_6 , L_7 , L_9 , L_8 и конденсаторов C_{23} , C_{22} , C_{23} и C_{28} соответственно. Полосовой фильтр ЧМ тракта является составной частью частотного детектора. Напряжение питания на экранирующую сетку лампы \mathcal{L}_3 подается через развязывающий фильтр, состоящий из резистора R_{10} и конденсатора C_{26} .

Детектирование амплитудно-модулированных колебаний осуществляется полупроводниковым диодом D_1 (Д2В), образующим вместе с элементами R_{19} , C_{32} , R_{11} , C_{38} амплитудный детектор. Напряжение звуковой частоты через конденсатор C_{35} поступает на управляющую сетку триодной части лампы \mathcal{L}_3 (предварительный усилитель низкой частоты).

В приемнике применена так называемая простая схема автоматической регулировки усиления (АРУ). Постоянное, отрицательное напряжение АРУ, пропорциональное величине входного сигнала, снимается с резистора R_{11} и через фильтр $R_{13}C_{31}$ подается на управляющие сетки гептодных частей ламп \mathcal{L}_2 и \mathcal{L}_3 .

Детектирование частотно-модулированных сигналов осуществляется так называемым дробным детектором, в который входят диоды D_2 и D_3 , контуры $L_{13}C_{23}$ и $L_{15}C_{29}$, катушка связи L_{14} , конденсаторы C_{33} , C_{34} , резисторы R_{15} , R_{16} , R_{17} , R_{18} и электролитический конденсатор C_{40} .

При детектировании ЧМ сигнала в результате выпрямляющего действия диодов D_2 и D_3 на конденсаторе C_{40} образуется постоянное напряжение, пропорциональное средней частоте принимаемого сигнала. Напряжение на конденсаторах C_{33} , C_{34} пропорционально напряжениям на диодах D_2 , D_3 . Так как конденсаторы C_{33} и C_{34} включены параллельно конденсатору C_{40} , сумма напряжений на этих конденсаторах поддерживается постоянной, т. е. напряжение на этих емкостях мало меняется при быстрых изменениях амплитуды сигнала.

Напряжение на каждой емкости C_{33} , C_{34} есть результат деления в дробном отношении напряжения на емкости C_{40} . Выходной сигнал НЧ не зависит от быстрых изменений амплитуды входного сигнала.

С выхода дробного детектора НЧ сигнал через клавишный переключатель подается на усилитель низкой частоты. На выходе дробного детектора включена цепочка $R_{14}C_{36}$, ослабляющая высокие звуковые частоты для улучшения воспроизведения принимаемой передачи.

При приеме ЧМ сигнала, описанном выше, АРУ отсутствует. В этом случае требуемое отрицательное напряжение смещения на управляющих сетках геттодных частей ламп L_2 и L_3 создается соответствующими гридликами (R_2C_{52} и R_6C_{15}).

В зависимости от рода работы на вход УНЧ (триодная часть лампы L_3) подается через клавишный переключатель напряжение низкой частоты с амплитудного детектора (в положении ДВ и СВ), с дробного детектора (в положении УКВ) или со звукоосциллятора (в положении Пр). Нагрузкой триода L_3 является резистор R_{21} . Резистор R_{11} является утечкой токов сетки триода. Потенциометр R_{Π} служит регулятором громкости.

Выходной каскад на лампе L_4 типа 6П14П нагружен первичной обмоткой трансформатора, во вторичной об-

мотке которого включены в параллель два динамических громкоговорителя типа 1-ГД6.

Напряжение НЧ подается на управляющую сетку выходной лампы \mathcal{L}_4 через разделительный конденсатор C_{43} и резистор R_{31} , резистор R_{25} является резистором утечки сетки. Отрицательное напряжение смещения, необходимое для обеспечения нормального режима работы выходной лампы \mathcal{L}_4 , образуется с помощью цепочки автоматического смещения $R_{27}C_{48}$, включенной в цепь катода лампы \mathcal{L}_4 .

Для уменьшения нелинейных искажений и получения необходимой частотной характеристики выходной каскад охвачен частотно-зависимой регулируемой отрицательной обратной связью. Переменное напряжение отрицательной обратной связи с анода лампы \mathcal{L}_4 через цепочку C_{45} , R_{23} , R_{22} подается в цепь управляющей сетки этой же лампы (\mathcal{L}_4). Степень глубины отрицательной обратной связи регулируется с помощью переключателя тон-регистра \mathcal{P}_1 . Включение с помощью тон-регистра в цепь отрицательной обратной связи конденсатора C_{42} уменьшает усиление на высоких звуковых частотах (завал высоких звуковых частот). Конденсатор C_{49} способствует выравниванию частотной характеристики в области высоких звуковых частот.

Как следует из блок-схемы приемника (см. рис. 19), при приеме радиостанций в диапазоне УКВ ко входу смесителя с помощью клавишного переключателя подключается УКВ блок, включающий в себя входную цепь, усилитель высокой частоты и преобразователь, собранные на двойном триоде 6НЗП (\mathcal{L}_1).

Антенна УКВ диапазона в виде полуволнового одиночного или петлевого вибратора соединяется со входом приемника посредством специального радиочастотного кабеля-фидера. Выходное сопротивление фидера согла-

суется со входом приемника с помощью полосового фильтра, состоящего из $L_1'C_1'L_3'C_2'C_3'$. Левый триод лампы \mathcal{L}_1 работает как усилитель высокой частоты и построен по двойной балансной (мостовой) схеме. Плечи первого моста образованы конденсаторами C_2' , C_3' , C_5' и междуэлектродной емкостью анод-сетка левой половины лампы \mathcal{L}_1 .

В диагоналях моста находятся входной контур $L_3'C_2C_3$ и анодный контур $L_4'C_6'C_7'$. Этот мост служит для ослабления обратной связи через емкость анод-сетки лампы. Сбалансированная мостовая схема $C_6'C_7'C_8'$ и входная емкость сетка-катод правого триода лампы \mathcal{L}_1 ослабляет связь выходного контура усилителя высокой частоты $L_4'C_6'C_7'C_8'$ с контуром гетеродина.

В диагоналях этого моста находятся контуры L_4' , L_5' . Конденсатор C_8' является полупеременным, что позволяет сбалансировать второй мост на минимум прохождения колебаний гетеродина в антенну.

Второй (правый) триод лампы \mathcal{L}_1 служит одновременно гетеродином с трансформаторной обратной связью и смесителем преобразователя частоты. Конденсатор C_9' и катушка L_6' образуют контур гетеродина. Положительная обратная связь в схеме гетеродина создается катушкой L_5' , индуктивно связанной с катушкой L_6' . Усиленные колебания принятого радиосигнала с выхода УВЧ подаются на управляющую сетку лампы преобразователя частоты.

Таким образом, колебания принимаемого сигнала и колебания гетеродина подаются на сетку второго триода лампы \mathcal{L}_1 , являющегося односеточным преобразователем частоты.

В анодную цепь правого триода лампы \mathcal{L}_1 включен полосовой фильтр $L_7'C_{11}'C_{12}'$ и $L_8'C_{13}'$, настроенный на промежуточную частоту тракта УКВ 8,4 мГц. Чтобы из-

бежать самовозбуждения преобразователя на промежуточной частоте, используется сбалансированный мост, служащий для компенсации обратной связи на промежуточной частоте через проходную емкость правого триода лампы \mathcal{L}_1 . В одну из диагоналей этого моста включены сетка и катод правого триода лампы \mathcal{L}_1 , а в другую — первичная катушка первого фильтра промежуточной частоты L_7' . Плечи моста образуются конденсаторами C_{10}' , C_{11}' с включенной параллельно им выходной емкостью правого триода лампы \mathcal{L}_1 ($C_{\text{вых}}$), конденсаторами C_{12} , C_8 и емкостью сетка-анод правого триода лампы \mathcal{L}_1 .

Настройка УКВ блока на частоту принимаемого сигнала осуществляется с помощью одновременного изменения индуктивностей L_4' и L_6' .

В конструкции радиолы «Минск-61» предусмотрена внутренняя антенна УКВ диапазона, выполненная в виде алюминиевой ленты, приклеенной с внутренней стороны задней стенки приемника, представляющая собой петлевой вибратор.

Анодное напряжение на оба триода лампы \mathcal{L}_1 поступает через резисторы R_{30} и R_3' . Отрицательные напряжения смещения на сетке левого триода лампы \mathcal{L}_1 образуются за счет падения напряжения на резисторе R_1' , включенном в цепь катода левого триода. Смещение на сетке правого триода лампы \mathcal{L}_1 определяется сеточными токами, протекающими через резистор R_2' .

В качестве выпрямителя используется селеновый выпрямитель АВС 80—260, подключенный к повышающей вторичной обмотке силового трансформатора по мостовой схеме. Для уменьшения фона переменного тока в выпрямителе применен двухзвенный фильтр, состоящий из резисторов R_{28} , R_{26} , R_{33} и электролитических конденсаторов C_{50} , C_{47} , C_{46} . На анод выходной лампы 6П14, как наименее чувствительной к пульсациям анодного напряже-

ния, питающее напряжение снимается после первого звена фильтра $C_{50}R_{28}C_{47}$. Цепи питания анодов и экранирующих сеток всех остальных ламп подключены после второго звена фильтра $R_{26}R_{33}C_{46}$. Силовой трансформатор имеет две сетевые обмотки с отводами. В сеть напряжением 220 в соответствующие части обмоток включаются последовательно, а в сеть напряжением 127 в обе обмотки включаются параллельно. Переключение на необходимое напряжение сети осуществляется перестановкой специальной 4-штырьковой колодки.

Оба конца сетевого ввода через конденсаторы C_{30} и C_{37} соединены с шасси приемника, что способствует ослаблению помехи, которая может проникнуть в приемник через провода осветительной сети.

Режимы ламп приемника «Минск-61» приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип лампы и обозначение по схеме	$U_a, в$			$I_a, ма$			$U_{\text{э}}, в$			$I_{\text{э}}, ма$			$U_{\text{н}}, в$	$I_{\text{н}}, ма$
	ДВ	УКВ	ПР	ДВ	УКВ	ПР	ДВ	УКВ	ПР	ДВ	УКВ	ПР		
L_2 Триод	100	—	—	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	6,3	290
6Н1П Гептод	200	180	—	2,8	8,0	—	70	75	—	5,7	4,8	—		
L_3 Триод	36	32	40	2,8	2,4	3,3	—	—	—	—	—	—		
6Н1П Гептод	200	180	—	7,5	7,0	—	65	56	48	4,0	4,2	6,3	6,3	290
L_4 6П14П	225	225	225	45	40	50	200	180	240	4,2	5,0	6,9	6,3	700
L_1 Триод левый	—	90,0	—	—	3,0	—	—	—	—	—	—	—	6,3	290
6Н3П Триод правый	—	90,0	—	—	5,0	—	—	—	—	—	—	—	6,3	290

Приведенные в таблице данные режимов лампы сняты при напряжении сети $U_{\text{сети}} = 220$ в.

Если после выполнения всех операций предварительного контроля неисправность в приемнике не была обнаружена, при исправном выпрямителе необходимо произвести последовательную проверку и испытание его отдельных каскадов, перемещаясь постепенно с выхода приемника, т. е. с выхода УНЧ, ко входу приемника, т. е. к его антенной цепи.

Приступая к проверке режимов работы ламп, необходимо убедиться в том, что напряжение сети находится в пределах допустимого для нормальной работы приемника. Обычно допускаются отклонения напряжения не более чем на $\pm 10\%$. Пониженное напряжение сети часто оказывается причиной плохой работы приемника, а при значительном понижении напряжения сети прием радиостанций может полностью отсутствовать при совершенно исправном приемнике.

Чтобы избежать напрасной потери времени, желательно производить ремонт и налаживание радиоприемника, обеспечив с помощью автотрансформатора или феррорезонансного стабилизатора необходимое сетевое напряжение на входе блока питания. При исправных силовом трансформаторе и цепях накала ламп приемника контроль и регулировку напряжения сети удобно осуществлять путем измерения напряжения накала ламп (6,3 в).

При неисправностях в выпрямителе проверку его начинают с фильтра, так как наиболее часто встречающиеся случаи неисправностей выпрямителей связаны либо с пробоями электролитических конденсаторов (или с возникшей при их эксплуатации очень большой утечкой), либо с дефектами в дросселях и резисторах, находящихся в звеньях фильтров. Перед проверкой выпрямителя кла-

вишный переключатель следует установить в положение *Пр*, так как при этом от выпрямителя отключаются цепи постоянного тока ламп L_1 , L_2 и гептодной части лампы L_3 .

Проверку электролитических конденсаторов (C_{46} , C_{47} , C_{50}) сначала производят, не выпаивая их из схемы, с помощью омметра. Если обнаружено короткое замыкание, необходимо поочередно выпаивать и проверить конденсаторы фильтра, начиная с конденсатора, стоящего на входе фильтра (C_{50}). Неисправные конденсаторы следует заменить. Необходимо проверить также соответствие величин сопротивления резисторов R_{28} , R_{26} и R_{33} . Если после проверки и при необходимости замены элементов фильтра выпрямителя постоянное напряжение на конденсаторах фильтра C_{46} , C_{47} , C_{50} отсутствует или слишком мало, то неисправность может иметь место в первую очередь в полупроводниковом выпрямителе АВС 80—260, силовом трансформаторе Tr_2 или в цепях анода лампы L_4 . Чтобы установить место неисправности в этом случае, нужно отпаять провод, идущий от Tr_1 к резистору R_{28} , и измерить сопротивление между этим проводом и корпусом. Если цепь исправна, то измеренное сопротивление практически должно равняться примерно 50—100 тысячам ом. Если обнаружено короткое замыкание именно в этой цепи, следует проверить конденсатор C_{49} и выходной трансформатор Tr_1 . При необходимости заменить конденсатор C_{49} и при отсутствии нужного номинала надо иметь в виду, что увеличение емкости конденсатора C_{49} будет приводить к завалу высоких звуковых частот. Наоборот, уменьшение емкости конденсатора C_{49} сопровождается увеличением усиления звуковых частот и может привести к самовозбуждению выходного каскада, т. е. к появлению в динамике непрерывного или прерывистого свиста.

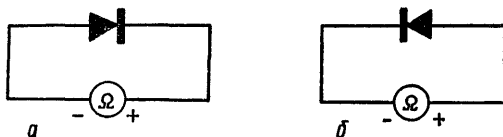


Рис. 21. Схемы проверки полупроводниковых вентилях по постоянному току:
а — обратного сопротивления; б — прямого сопротивления.

Пакетный селеновый выпрямитель АВС 80—260 надо проверять, отпаяв его предварительно от концов повышающей обмотки силового трансформатора Tr_2 . Все плечи мостовой схемы АВС 80—260 проверяют на прямое и обратное сопротивления с помощью омметра (рис. 21). У исправного селенового выпрямителя АВС 80—260 прямое сопротивление каждого плеча находится в пределах сотен ом, а обратное — сотен тысяч ом. Неисправный селеновый пакетный выпрямитель необходимо заменить. Разборке пакетные селеновые выпрямители не подлежат. Вместо пакетного селенового выпрямителя АВС 80—260 можно при необходимости применить мостик, составленный из четырех плоскостных германиевых диодов типа Д7Д, Д7Е или Д7Ж. Схема включения этих диодов видна из принципиальной схемы выпрямителя АВС 80—260 (см. рис. 20). Для выравнивания напряжения на плечах мостовой схемы выпрямителя необходимо параллельно каждому диоду подключить резисторы сопротивлением порядка сотен килоом.

Замена выпрямителя АВС 80—260 мостовой схемой на диодах Д7Д — Д7Ж может привести к некоторому увеличению напряжения на входе фильтра выпрямителя (конденсатор C_{50}). В этом случае излишек напряжения,

подаваемого на элементы схемы приемника, нужно погасить путем подбора резистора R_{28} , сопротивление которого потребуется несколько увеличить с таким расчетом, чтобы напряжение на конденсаторе C_{47} при вставленных исправных лампах было равно 220—230 в при напряжении сети 220 в.

Если при исправном пакетном селеновом выпрямителе АВС 80—260 и при отсутствии неисправностей в цепях питания анодов и экранных сеток ламп L_3 и L_4 (клавишный переключатель в положении Pr) на конденсаторе C_{50} нет постоянного высокого напряжения или оно слишком мало по сравнению с данными таблицы режимов, то необходимо произвести проверку силового трансформатора.

С помощью омметра или пробника силовой трансформатор нужно проверить в первую очередь на отсутствие соединений между первичными и вторичными обмотками и между обмотками и сердечником. Измерение сопротивления обмоток силового трансформатора постоянному току позволяет проверить обмотки на отсутствие короткозамкнутых витков.

Данные обмоток и режимов работы силового трансформатора Tr_2 приемника «Минск-61» приведены в табл. 2.

О наличии короткозамкнутых витков можно судить и по результатам измерения напряжений на обмотках трансформатора Tr_2 .

Если напряжения на повышающей и накальной обмотках на холостом ходу (при вынутых лампах и отключенном пакетном селеновом выпрямителе АВС 80—260) сильно отличаются от приведенных в таблице 2, силовой трансформатор необходимо перемотать, устранив в нем повреждение.

О наличии короткозамкнутых витков в обмотках си-

Таблица 2

Наименование обмоток	Марка и диаметр провода	К-во витков	Холостой ход			Под нагрузкой	
			Напряжение в в	Ток в а	Сопротивление в ом	Напряжение в в	Ток в а
Сетевая I	ПЭЛ-0,31	415+65	220	0,12	16,24 2,75	220	0,285
Сетевая II	ПЭЛ-0,31	65+415			2,75 16,24 122		
Повышающая	ПЭЛ-0,20	1 000	268			243	0,125
Накал	ПЭЛ-1,00	27	6,3		0,12	6,3	2,5

лового трансформатора можно судить также по заметному нагреву трансформатора при включении в сеть на холостом ходу. Если короткозамкнутых витков нет, то включение трансформатора в сеть (при правильном положении колодки переключения напряжения сети) на 1,5—2 часа не должно приводить к заметному на ощупь повышению его температуры.

Необходимо отметить, что при длительной работе нагруженного трансформатора допускается перегрев обмоток силового трансформатора сверх температуры окружающей среды до $+55^{\circ}\text{C}$. Поэтому проверять исправность нагруженного трансформатора по температуре его нагрева не рекомендуется.

НАЛАЖИВАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ (УНЧ)

Приступая к проверке и наладке УНЧ, необходимо убедиться в исправности выходного трансформатора Tr_1 , который служит для согласования выходного кас-

када УНЧ с сопротивлением звуковых катушек динамиков. Наличие короткозамкнутых витков в трансформаторе Tr_1 может послужить причиной серьезного ухудшения качества воспроизведения передач. Электрические данные трансформатора Tr_1 приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование обмоток	Марка и диаметр провода	Число витков	Активное сопротивление в ом
Первичная	ПЭЛ-0,10	2 700	$650 \pm 10\%$
Вторичная	ПЭЛ-0,55	58	$0,5 \pm 10\%$

Неисправный трансформатор Tr_1 следует перемотать, руководствуясь данными таблицы 3.

Перед налаживанием УНЧ следует проверить, работает ли вообще усилитель. Работоспособность УНЧ в простейшем случае проверяется прикосновением пальца к цепи управляющей сетки триодной части лампы L_3 , например к одному из выводов конденсатора C_{35} . Регулятор громкости — потенциометр R_{II} нужно при этом установить в положение, соответствующее максимальной громкости.

Если УНЧ работает, то в громкоговорителях при прикосновении к сеточной цепи триодной части лампы L_3 слышится громкое гудение. Конечно, такая проверка, свидетельствуя об исправности тракта усиления и воспроизведения НЧ, не дает еще представления о качестве работы УНЧ.

Более полное представление о качестве работы УНЧ можно получить путем проигрывания граммофонной пластинки. Пластинку следует выбрать новую, так как ста-

рая пластинка может дать значительный уровень шумов и искажений, что затруднит оценку качества работы УНЧ.

При наличии в распоряжении радиолюбителя необходимых измерительных приборов можно произвести точные измерения основных качественных показателей УНЧ.

Проверка чувствительности УНЧ. Для проверки чувствительности на вход УНЧ (управляющую сетку триодной части лампы L_3) от звукового генератора необходимо подать напряжение 200 мВ частоты 1 000 Гц. Регулятор громкости R_{II} (см. рис. 20) установить в положение максимального усиления, переключатель тембра P_1 — в положение «оркестр», что соответствует максимуму усиления высоких и низких звуковых частот. При этом напряжение на вторичной обмотке трансформатора Tr_1 (на звуковых катушках динамических громкоговорителей) должно быть не менее 1,7 В.

Проверка частотной характеристики УНЧ. Для проверки частотной характеристики на вход УНЧ от звукового генератора подается напряжение 250 мВ частоты 1 000 Гц, регулятор громкости устанавливается таким образом, чтобы на вторичной обмотке трансформатора Tr_1 развивалось выходное напряжение 1 В. При уменьшении частоты входного напряжения до 100 Гц и неизменной его амплитуде выходное напряжение должно быть не менее 1,6 В, а при увеличении частоты входного напряжения до 5 000 Гц и постоянном значении его амплитуды (250 мВ) выходное напряжение должно быть не менее 0,8 В.

Проверка уровня фона переменного тока. Тракт усиления и воспроизведения НЧ не должен воспроизводить фон переменного тока, попадающего на УНЧ с выпрямителя, так как этот фон сильно снижает качество воспроизведения. При питании приемника от сети переменного

тока определенный уровень фона, мало ощутимый на слух, всегда имеет место. В приемнике «Минск-61» считается допустимым, если при закороченном на корпус входе УНЧ и положении регулятора громкости, соответствующем максимальному усилению, напряжение фона на выходе УНЧ не превышает 12 мВ. Проверку фона производят при двух возможных положениях вилки сетевого шнура.

Причиной появления сильного фона переменного тока может оказаться обрыв в цепях конденсаторов фильтра выпрямителя C_{46} , C_{47} , C_{50} или уменьшение емкости этих конденсаторов. Если нет обрыва в цепях конденсаторов фильтра выпрямителя, то следует поочередно подключать параллельно к каждому из этих конденсаторов, начиная с C_{46} , заведомо исправный конденсатор соответствующей емкости. Уменьшение фона при подключении конденсатора до нормального свидетельствует о необходимости замены неисправных конденсаторов фильтра.

Возрастание фона переменного тока может быть также вызвано неисправностью селенового выпрямителя АВС 80—260, например при нарушении симметрии его плеч. Наличие или отсутствие асимметрии плеч выпрямителя проверяют с помощью вольтметра переменного тока, подключаемого параллельно к каждому из плеч мостовой схемы выпрямителя. Неравенство этих напряжений свидетельствует о неисправности селенового выпрямителя АВС 80—260, который необходимо заменить на исправный.

Причиной возникновения сильного фона переменного тока в конструкциях приемников собственного изготовления может быть влияние электрического и магнитного полей на низкочастотные цепи из-за неудачного расположения деталей и проводов.

Если УНЧ работает, но качество его работы неудов-

летворительное, например малое усиление или большие нелинейные искажения, то причиной неисправности могут быть обрыв или появление утечки переходных конденсаторов C_{35} , C_{43} , пробой или большая утечка конденсаторов C_{45} , C_{48} , а также обрыв конденсатора C_{48} и некоторые другие дефекты отдельных деталей схемы УНЧ, которые, как правило, обнаруживаются еще в процессе предварительного контроля.

АМПЛИТУДНЫЙ И ЧАСТОТНЫЙ ДЕТЕКТОРЫ, УСИЛИТЕЛЬ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ АМ И ЧМ ТРАКТОВ ПРИЕМНИКА

После проверки, устранения неисправностей и налаживания УНЧ переходят к проверке детекторов АМ и ЧМ трактов приемника. Проверка детектора АМ тракта практически осуществляется в процессе предварительного контроля и заключается в определении исправности всей цепи L_{16} D_1 C_{32} R_{19} , контактов клавишного переключателя 23—24, 8—9, C_{36} , R_{11} , C_{39} , C_{35} .

Проверка и налаживание детектора ЧМ тракта, так называемого детектора отношений, или дробного детектора, требуют применения специальной измерительной аппаратуры. Для настройки ЧМ детектора необходимы, как минимум, генератор высокой частоты (сигнал-генератор) и высокоомный вольтметр постоянного тока с внутренним сопротивлением не менее 5000 $ом/в$ или микроамперметр с нулем посередине шкалы, который включают последовательно с добавочным сопротивлением в 60—100 килоом.

Настройку ЧМ детектора и УПЧ тракта ЧМ производят при положении клавишного переключателя в позиции УКВ. При этом с целью срыва колебаний гетеродина

ЧМ тракта, наличие которых могло бы усложнить настройку, сеточная цепь правого триода лампы L_1 шунтируется на корпус конденсатором большой емкости (порядка $0,1 \text{ мкф}$). От генератора высокой частоты, настроенного на частоту $8,4 \text{ мгц}$, в цепь управляющей сетки гептодной части лампы L_3 подается напряжение порядка $0,5\text{—}0,7 \text{ в}$. Высокоомный вольтметр постоянного тока подключают (соблюдая необходимую полярность) к электролитическому конденсатору C_{40} в точках 1 и 2. Регулятор громкости устанавливают в положение максимальной громкости.

Вращая сердечник катушки L_{13} , настраивают первый контур полосового фильтра $C_{23} L_{13}$ по максимальному показанию вольтметра, т. е. добиваются положения сердечника катушки L_{13} , при котором дальнейшее вращение его в обе стороны влечет за собой уменьшение показаний прибора. Это положение сердечника соответствует настройке контура $C_{23} L_{13}$ в резонанс на частоту $8,4 \text{ мгц}$. Для более точной фиксации момента наступления резонанса по мере приближения настройки контура к резонансу необходимо уменьшать напряжение на выходе сигнал-генератора. Затем, отключив прибор от точек 1—2 схемы, присоединяют его к точкам 3—4 схемы и приступают к настройке второго контура полосового фильтра УПЧ (в ЧМ тракте приемника) $L_{15} C_{29}$, который настраивают по нулевому показанию прибора. При этом положение сердечника катушки L_{15} соответствует настройке контура $L_{15} C_{29}$ в резонанс на частоту $8,4 \text{ мгц}$ в том случае, когда дальнейшее вращение его в обе стороны приводит к увеличению показаний прибора.

Подстроив контур $L_{15} C_{29}$ в резонанс, нужно проверить снова настройку контура $L_{13} C_{23}$. Такую подстройку производят до тех пор, пока оба контура не будут точно настроены на частоту $8,4 \text{ мгц}$.

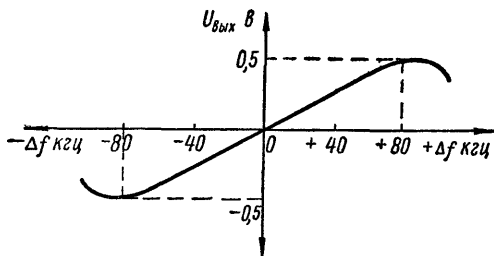


Рис. 22. Примерный вид статической характеристики частотного детектора. (За начало отсчета частоты принята промежуточная частота 8,4 мГц.)

Качество работы детектора отношений находится в большой зависимости от практически достигнутой степени симметрии схемы детектора. Компенсация асимметрии обеспечивается регулировкой сопротивления переменного резистора R_{18} . В радиолюбительских условиях рекомендуется снимать статическую частотную характеристику детектора отношений. Для этого, изменяя частоту сигнал-генератора влево и вправо от частоты 8,4 мГц через 15—20 кГц в пределах 75—100 кГц при постоянном входном напряжении генератора, фиксируют и записывают показания прибора, включенного между точками 3—4. На основании полученных данных строят статическую характеристику.

У правильно настроенного частотного детектора статическая частотная характеристика симметрична. Примерный вид статической частотной характеристики детектора отношений показан на рис. 22.

Усилитель промежуточной частоты тракта ЧМ состоит из двух ступеней. Для настройки первой ступени

необходимо настроить в резонанс на частоту 8,4 мГц полосовой фильтр L_9C_{12} , L_6C_9 . Для этого напряжение частоты 8,4 мГц от сигнал-генератора через конденсатор C_{52} подается на управляющую сетку гептодной части лампы \mathcal{L}_2 . Вольтметр постоянного тока подключается к точкам 1—2 на схеме частотного детектора. Сначала настраивается второй контур L_9C_{12} . Затем переходят к настройке первого контура L_6C_9 , включенного в анодную цепь гептодной части лампы \mathcal{L}_2 . Настройка производится по максимуму показания вольтметра. Так как при настройке контура L_6C_9 контур L_9C_{12} мог слегка расстроиться, следует проверить его настройку.

Подстроив контур L_9C_{12} в резонанс, нужно проверить настройку контура L_6C_9 . Такую подстройку производят до тех пор, пока оба контура не будут точно настроены на частоту 8,4 мГц.

В промышленных условиях, а также в условиях ремонтной мастерской настройка фильтров промежуточной частоты ЧМ тракта производится с помощью специального генератора качающейся частоты, частота которого меняется относительно среднего значения (8,4 мГц) на ± 50 кГц. Эти колебания через конденсатор C_{52} подаются на управляющую сетку гептодной части лампы \mathcal{L}_2 . Вольтметр постоянного тока подключается к конденсатору C_{40} . На выход приемника подключается вольтметр переменного тока со шкалой 1 в.

Вращая последовательно сердечники катушек L_{13} , L_9 , L_6 , добиваются максимума показаний вольтметра постоянного тока. Затем вращением сердечника катушки L_{15} добиваются максимума показаний вольтметра переменного тока, включенного на выходе приемника (параллельно звуковым катушкам громкоговорителей). Далее вторично проверяется настройка катушек L_{13} , L_9 , L_6 .

Чувствительность по тракту ЧМ (со входа управляю-

щей сетки гептодной части лампы \mathcal{L}_2) должна быть не хуже 700 мкв при номинальном выходном напряжении 0,4 в. Подавление паразитной амплитудной модуляции производят регулировкой сопротивления переменного резистора R_{18} , для чего на ту же сетку лампы \mathcal{L}_2 подается сигнал частоты 8,4 мГц с 30%-ной амплитудной модуляцией. Изменяя величину сопротивления резистора R_{18} , добиваются получения минимального сигнала на выходе по вольтметру переменного тока.

Подавление сигнала с 30%-ной АМ по отношению к ЧМ сигналу должно быть не менее 12 раз.

После настройки полосовых фильтров промежуточной частоты ЧМ тракта приступают к настройке полосовых фильтров УПЧ тракта АМ (допустима и обратная последовательность настройки фильтров УПЧ).

Чувствительность и полоса пропускания частот приемника на ДВ и СВ диапазонах в значительной мере определяется точностью настройки полосовых фильтров УПЧ $L_{16}C_{28}$, $L_{12}C_{22}$ и L_8C_{11} , L_7C_{10} .

Настройку полосовых фильтров ПЧ тракта АМ начинают с контура $L_{16}C_{28}$, нагруженного диодным детектором. При этом приемник включают в положение ДВ, блок конденсаторов переменной емкости (C_{13} , C_{21}) устанавливают в положение максимальной емкости.

Регулятор громкости приемника (R_{Π}) должен быть установлен в положение максимального усиления. На выход приемника подключается вольтметр переменного тока. Напряжение высокой частоты (465 кГц) с глубиной модуляции 30% от сигнал-генератора через разделительный конденсатор емкостью не менее 0,1 мкФ подается на управляющую сетку гептодной части лампы \mathcal{L}_3 . Амплитуда выходного напряжения сигнал-генератора устанавливается так, чтобы стрелка вольтметра переменного тока на выходе приемника отклонялась бы не более чем

на 10—20% шкалы. Это напряжение должно быть такой величины, которая не превышала бы

$$U_{\text{н}} = \sqrt{P_{\text{н}} \cdot R},$$

где $P_{\text{н}}$ — номинальная мощность выходного каскада, *вт*;
 R — сопротивление звуковой катушки громкоговорителя, *ом*.

Для приемника «Минск-61» номинальное выходное напряжение, соответствующее выходной мощности $P_{\text{н}}=1$ *ва*, $U_{\text{вых.ном}}=0,4$ *в*. При настройке на слух громкости звука должна быть еле различимой.

Вращением сердечника катушки L_{16} добиваются максимума сигнала на выходе приемника. Для увеличения точности настройки и исключения перегрузки выходного каскада по мере приближения к резонансу контура $L_{16}C_{28}$ уменьшают напряжение на выходе сигнал-генератора.

Затем в аналогичном порядке приступают к настройке контура $L_{13}C_{23}$, включенного в анодную цепь гептодной части лампы \mathcal{L}_3 . Настроив этот контур, снова подстраивают контур $L_{16}C_{28}$ и т. д.

Затем напряжение промежуточной частоты 465 *кГц* с выхода сигнал-генератора через конденсатор C_{52} подается на управляющую сетку гептодной части лампы \mathcal{L}_2 и в описанном выше порядке производится настройка сначала контура L_8C_{11} , затем контура L_7C_{10} .

Чтобы ослабить в процессе настройки притупляющее влияние АРУ, настройку, как уже отмечалось выше, необходимо производить при минимально достаточных уровнях сигнала на выходе сигнал-генератора либо отключить АРУ, например путем закорачивания конденсатора C_{31} . После настройки полосового фильтра L_8C_{11} , L_7C_{10} желательно снова проверить правильность настрой-

ки в резонанс на частоту 465 кГц всех контуров УПЧ тракта АМ.

Чувствительность по тракту АМ с управляющей сетки гептодной части лампы L_2 должна быть не хуже 160 мкв при номинальном выходном напряжении 0,4 в.

Наиболее вероятные неисправности УПЧ при нормальных режимах ламп могут заключаться в обрывах цепей, например концов контурных катушек полосовых фильтров, в плохой пайке выводов или внутреннем коротком замыкании конденсаторов контуров полосовых фильтров, в расстройке контуров вследствие самопроизвольного перемещения сердечников катушек, в плохих контактах выводов электродов ламп в гнездах ламповых панелек и др.

При обрывах в контурных катушках и конденсаторах контуров, а также при коротких замыканиях контуры, как говорят, «не строятся», т. е. при вращении сердечников катушек таких контуров в процессе настройки их на промежуточную частоту напряжение сигнала на выходе приемника не изменяется.

При значительном отклонении от требуемых величин емкостей или индуктивностей катушек контуров УПЧ контуры также не настраиваются точно на требуемую частоту, т. е. напряжение на выходе приемника все время увеличивается или уменьшается при ввертывании сердечника либо при его вывертывании. Для обеспечения настройки таких контуров в резонанс необходимо либо увеличить число витков катушки индуктивности или емкость конденсатора контура, либо их уменьшить.

Если какой-либо контур совсем не настраивается, то надо все остальные контуры ПЧ зашунтировать резисторами в 30—50 килоом и, изменяя частоту сигнал-генератора, определить по максимуму показаний выходного прибора (или на слух) резонансную частоту такого кон-

тура. При этом число витков катушки или емкость конденсатора контура увеличивают, если определенная резонансная частота контура выше промежуточной частоты, и, наоборот, уменьшают, если ниже. Тупой, очень слабо выраженный резонанс свидетельствует о наличии замыкания части витков катушки контура между собой. Такую катушку надо перемотать или заменить. Причиной тупой настройки контура может явиться плохое качество конденсатора контура. Плохой конденсатор необходимо заменить.

Высокочастотная часть приемника. При исправности УПЧ приступают к проверке и налаживанию высокочастотной части АМ и ЧМ трактов приемника, включающих в себя контуры гетеродинов, контуры входных цепей (антенные и сеточные), контуры каскада усиления высокой частоты в тракте ЧМ и контур отсасывающего антенного фильтра, так называемого фильтра-дырки...

Настройка этой части приемника обеспечивает в основном перекрытие по частоте в пределах соответствующих диапазонов и необходимое сопряжение между контурами гетеродина и высокочастотными контурами входных цепей и УВЧ.

Как известно, в большинстве случаев в супергетеродинном приемнике между настройкой гетеродинных и входных контуров приемника должно выполняться условие сопряжения

$$f_{\Gamma} - f_{\text{вх}} = f_{\Pi},$$

где f_{Γ} — частота колебаний гетеродина;

$f_{\text{вх}}$ — резонансная частота входного контура;

f_{Π} — промежуточная частота.

Однако на коротковолновом и УКВ диапазонах частота гетеродина часто выбирается ниже частоты входного сигнала:

$$f_{\text{вх}} - f_{\Gamma} = f_{\Pi}.$$

Настройка на принимаемую станцию определяется только настройкой контуров гетеродина приемника. Входные контуры и контуры УВЧ лишь повышают чувствительность и избирательность приемника, т. е. не определяют его градуировку. Для обеспечения постоянства чувствительности и избирательности приемника в диапазоне частот желательно, чтобы условие сопряжения между настройкой входных и гетеродинных контуров выполнялось во всех точках шкалы приемника. Однако при одноручечной настройке приемника (конденсаторы настройки одинаковой конструкции объединены на одной оси) осуществить точное сопряжение во всех точках диапазона нельзя, так как диапазон частот, перекрываемый контуром гетеродина, отличается от диапазона частот, перекрываемого входными контурами. Например, СВ диапазон приемника «Минск-61» занимает диапазон частот 520 — 1 600 *кГц*, т. е. перекрытие по частоте входных

контуров равно $\frac{1\,600}{520} \approx 3$. Крайние частоты гетеродина при этом будут равны соответственно $520 + 465 = 985$ *кГц* и $1\,600 + 465 = 2\,065$ *кГц*, а перекрытие по частоте $\frac{2\,065}{985} \approx 2$.

Таким образом требуемое перекрытие частот входных контуров на диапазоне СВ оказывается больше перекрытия частот контура гетеродина примерно в 1,5 раза. На ДВ эта разница еще больше.

Чтобы при одноручечной настройке получить разное перекрытие диапазона частот входными контурами и контуром гетеродина, в контур гетеродина параллельно и последовательно основному конденсатору настройки включают дополнительные, так называемые сопрягающие конденсаторы, сужающие перекрытие диапазона частот контуром гетеродина. Схема включения сопрягаю-

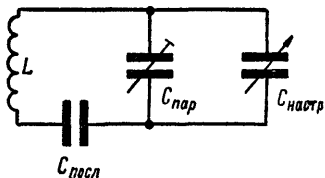


Рис. 23. Включение сопрягающих конденсаторов в контур гетеродина приемника.

щих конденсаторов в контур гетеродина показана на рис. 23.

Приведенная схема контура гетеродина также не обеспечивает точного сопряжения по всему диапазону настройки.

При одноручечной настройке с конденсаторами одинаковой конструкции точное сопряжение может быть получено не более чем в трех точках данного диапазона — в начале, в середине и в конце. Однако можно рассчитать элементы схемы так, что в пределах граничных частот данного диапазона отклонение от точного сопряжения не превышает практически допустимых значений¹.

Настройка антенного фильтра АМ тракта приемника. Прежде чем приступить к сопряжению контуров гетеродина с входными контурами, необходимо произвести настройку антенного фильтра L_1C_3 .

Для настройки антенного фильтра и всей высокочастотной части АМ тракта приемника потребуются сигнал-генератор и индикатор выхода — вольтметр переменного тока.

Сигнал-генератор следует подключать ко входу приемника через эквивалент антенны. При испытаниях и налаживании радиовещательных приемников диапазонов

¹ Ю. И. Фелистак. Правильно ли настроен приемник (из серии «Массовая радиобиблиотека»), 1965.

СВ и КВ рекомендуется применять всеволновый стандартный эквивалент антенны (рис. 24). Параметры эквивалента антенны выбраны таким образом, чтобы результирующее сопротивление с учетом внутреннего сопротивления сигнал-генератора равнялось бы сопротивлению антенны. Современные радиовещательные приемники используют в основном ненастроенные наружные антенны, на усредненные параметры которых и рассчитан эквивалент антенны.

В радиолюбительских условиях в качестве эквивалента антенны может служить на диапазонах ДВ и СВ конденсатор емкостью 200 пф , а на диапазоне КВ (в приемнике «Минск-61» КВ диапазона нет) — непроволочный резистор сопротивлением 300 ом .

Необходимо отметить, что при подключении приборов к налаживаемому радиоприемнику должно быть обеспечено надежное их соединение короткими, хорошо экранированными от внешних наводок проводниками с шасси приемника. Невыполнение этих требований может привести к самовозбуждению и усилению влияния различных помех. Должно быть обеспечено и хорошее заземление приемника и приборов. При плохом заземлении, а тем более при его отсутствии, прикосновение к шасси приемника и отдельным его элементам руками или ин-

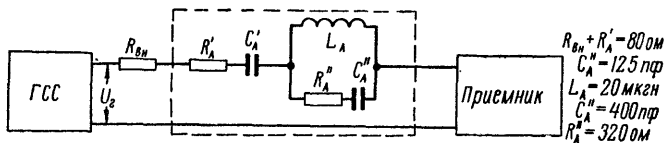


Рис. 24. Всеволновый стандартный эквивалент антенны радиовещательных приемников.

струментом может привести к изменениям показаний прибора на выходе приемника вследствие искажения формы частотной характеристики.

Фильтр антенны настраивают следующим образом. Переключатель диапазонов устанавливают в положение ДВ. Стрелку шкалы приемника устанавливают на минимальную длину волны диапазона ДВ.

Напряжение промежуточной частоты 465 кГц, модулированное по амплитуде с глубиной модуляции 30—50%, подается от сигнал-генератора через эквивалент антенны на зажимы (гнезда) «Антенна — Земля» приемника.

Вращая сердечник катушки L_1 , настраивают контур антенного фильтра по наименьшему показанию вольтметра переменного тока, подключенного к выходу приемника, увеличивая при этом, по мере необходимости, напряжение выхода сигнал-генератора.

Сопряжение контуров гетеродина и входных цепей АМ тракта. Существует несколько различных способов сопряжения.

Здесь рассматривается один из вариантов сопряжения — так называемый метод двух частот, который обычно применяется при настройке приемников промышленного изготовления или приемников, собранных из комплекта заводских деталей. Данный метод сопряжения может быть применен и при настройке самодельных приемников при условии, что величины емкостей сопрягающих конденсаторов были рассчитаны конструктором приемника при разработке его принципиальной схемы.

Рассматриваемый здесь метод настройки требует начинать сопряжение с так называемой укладки диапазона гетеродина, т. е. такой настройки контуров гетеродина, при которой перекрываемый им диапазон укладывается в заданные границы. В приемнике заводского изготовления настройка гетеродина должна обеспечивать точное

соответствие с готовой шкалой приемника, так как настройка на принимаемую станцию определяется почти исключительно настройкой гетеродина.

Последовательность операций по укладке границ каждого поддиапазона приемника зависит от принятой в приемнике схемы включения входных и гетеродинных контуров. Если в приемнике применена последовательная схема включения контуров, при которой, как, например, в приемнике «Минск-61», катушка СВ диапазона служит частью катушки ДВ диапазона, то настройку следует начинать с более коротковолнового диапазона, т. е. в данном случае с диапазона СВ.

Если на каждом поддиапазоне используются самостоятельные катушки контуров, то порядок настройки поддиапазонов не важен.

Установку границ диапазона начнем с поддиапазона СВ.

Модулированное напряжение с выхода сигнал-генератора, настроенного на частоту 520 кгц , через стандартный эквивалент антенны (или конденсатор емкостью $150\text{—}200 \text{ пф}$) подключают к гнездам «Антенна — Земля» приемника. Клавишный переключатель диапазонов устанавливают в положение СВ, а указатель настройки на шкале приемника — на частоту 520 кгц . Полупеременный конденсатор C_{16} устанавливают в среднее положение. На выходе сигнал-генератора устанавливают такое напряжение, при котором на выходе приемника сигнал получается слабым. Вращением сердечника катушки гетеродина СВ L_{10} добиваются максимальных показаний индикатора (вольтметра переменного тока) на выходе приемника.

Настроив таким образом конец поддиапазона СВ, устанавливают указатель настройки на шкале приемника на максимальную частоту СВ — $1\,600 \text{ кгц}$. Соответственно на эту же частоту настраивают и сигнал-генератор.

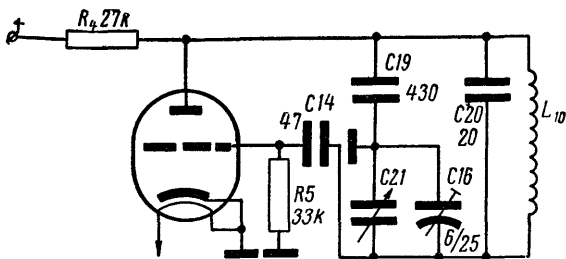


Рис. 25. Эквивалентная схема гетеродина СВ приемника «Минск-61».

Вращая полупеременный конденсатор (триммер) C_{16} , также добиваются максимального сигнала на выходе приемника. Дальнейшее вращение триммера C_{16} в обе стороны от положения, обеспечивающего максимум выходного сигнала, должно вызывать уменьшение уровня выходного сигнала.

Если напряжение на выходе приемника все время увеличивается вплоть до достижения крайнего положения триммера или сердечника катушки индуктивности, то необходимо произвести некоторые изменения данной схемы. В первом случае надо изменять емкость конденсатора C_{20} , который последовательно с конденсатором C_{19} , имеющим значительно бóльшую емкость, чем конденсатор C_{20} , подключен параллельно конденсаторам C_{21} и C_{16} (рис. 25). Во втором случае надо несколько изменить число витков катушки индуктивности L_{10} .

Чтобы определить, в какую сторону изменять емкость конденсатора C_{20} , необходимо параллельно ему или триммеру C_{16} подключать небольшие емкости (1—10 пф), начиная с меньших. Если уровень выходного сигнала при

этом будет возрастать, то емкость конденсатора C_{20} надо увеличить, если — падать, то, наоборот, — уменьшить с таким расчетом, чтобы максимум напряжения на выходе приемника достигался вблизи среднего положения триммера C_{16} .

Для определения расстройки очень удобно применять специально изготовленную так называемую индикаторную палочку, состоящую из медного и ферритового стержней, вставленных с противоположных концов в трубочку из какого-либо изоляционного материала. Возможно, конечно, применение отдельных медного и ферритового стержней. Приближение медного стержня уменьшает индуктивность катушки, а приближение ферритового — увеличивает.

Таким образом, если сигнал на выходе приемника усиливается при приближении к катушке индуктивности медного стержня, значит индуктивность катушки велика и надо отмотать несколько витков до получения максимального сигнала на выходе приемника. Если же сигнал на выходе усиливается при приближении к катушке феррита, значит индуктивность мала и нужно домотать некоторое количество витков, добываясь также максимального сигнала на выходе приемника. При правильной настройке уровень выходного сигнала должен уменьшаться при приближении к катушке как медного, так и ферритового стержней, при среднем положении полупеременного конденсатора подстройки контура.

Настройку контура гетеродина СВ на крайние частоты диапазона нужно повторить несколько раз, пока вращение триммера C_{16} и сердечника катушки L_{10} не перестанет вызывать увеличения сигнала на выходе приемника.

Закончив укладку границ СВ поддиапазона гетеродина, приступают к укладке границ поддиапазона ДВ, при-

меня описанную выше методику настройки контуров гетеродина СВ. При этом настройка должна осуществляться только вращением сердечника катушки L_{11} и триммера C_{17} при соответствующей установке частот сигнал-генератора в конце поддиапазона ДВ — 150 кГц и в начале — 410 кГц.

В случае необходимости подгонки элементов контура гетеродина ДВ подбирают емкость конденсатора C_{24} в начале и число витков катушки L_{11} в конце поддиапазона ДВ.

В радиоприемниках, имеющих поддиапазон КВ, настройка контуров гетеродина КВ производится аналогичным образом. Однако при этом следует иметь в виду, что максимальное напряжение на выходе приемника может получиться при двух положениях пластин блока переменных конденсаторов настройки (правильная настройка и так называемая зеркальная настройка).

В большинстве случаев частота гетеродина выбирается выше частоты входного сигнала, и правильной настройке контура гетеродина КВ при этом условии соответствует меньшая емкость триммера и меньшая индуктивность катушки контура гетеродина.

Если при настройке контуров гетеродина при подаче сигнала на вход приемника сигнал на выходе оказывается очень слабым или вообще отсутствует, следует проверить исправность входных цепей на отсутствие обрывов и коротких замыканий. При неуверенности в исправности входных цепей настройку контуров гетеродина можно осуществлять, подавая напряжение от сигнал-генератора через конденсатор C_{52} непосредственно на управляющую сетку гелтодной части лампы L_2 .

Закончив установку границ диапазона гетеродина, переходят к сопряжению контуров гетеродина с входными контурами соответствующих поддиапазонов или с

контурами усилителя высокой частоты, если в приемнике есть УВЧ.

Сопряжение начинают с поддиапазона СВ. Клавишный переключатель устанавливают в соответствующее положение (СВ). Напряжение с выхода сигнал-генератора подключают на гнезда «Антенна — Земля» приемника. Сначала настраивают низкочастотный конец поддиапазона СВ, для чего частоту сигнал-генератора выбирают равной рассчитанной по определенной формуле соответствующей частоте точного сопряжения 600 кгц (у приемников других типов эта частота примерно равна $550—600 \text{ кгц}$). Триммер входного контура C_7 устанавливают в среднее положение. Установив указатель настройки на шкале приемника на частоту 600 кгц , вращением сердечника катушки индуктивности L_4 добиваются максимального показания индикатора выхода приемника.

После этого переходят к настройке высокочастотного конца поддиапазона СВ. Частоту сигнал-генератора устанавливают равной частоте точного сопряжения $1\,500 \text{ кгц}$ (у приемников других типов эта частота примерно равна $1\,400—1\,500 \text{ кгц}$). Установив указатель настройки на шкале приемника на частоту $1\,500 \text{ кгц}$, вращением триммера C_7 добиваются максимального показания индикатора на выходе приемника.

Операцию настройки контура $L_4 C_7 C_{13}$ на низкочастотном и высокочастотном концах поддиапазона повторяют несколько раз, пока при вращении сердечника катушки L_4 и триммера C_7 напряжение на выходе приемника не перестанет возрастать.

Аналогичным образом настраивается поддиапазон ДВ. Частоты точного сопряжения на низкочастотном и высокочастотном концах поддиапазона ДВ соответственно равны 160 и 375 кгц . Настройка осуществляется вращением сердечника катушки L_5 и триммера C_8 . При

этом во избежание расстройки поддиапазона СВ не допускается вращение сердечника катушки L_4 и триммера C_7 .

В тех приемниках, которые имеют КВ поддиапазон, сопряжение производится аналогичным способом. Следует лишь иметь в виду, что при последовательной схеме включения контуров входных цепей сопряжение надо начинать с поддиапазона КВ.

После настройки контуров на краях поддиапазонов проверяют точность сопряжения в третьей точке, в середине поддиапазона. Соответствующие частоты точного сопряжения равны на СВ 1 000 кГц, на ДВ 250 кГц. В этих точках проверяется точность градуировки и чувствительность приемника.

Проверка чувствительности приемника производится следующим образом. На гнезда «Антенна — Земля» приемника через стандартный эквивалент антенны подается напряжение от сигнал-генератора с частотой 1 000 кГц при проверке на СВ и 250 кГц — на ДВ. Клавишным переключателем устанавливают нужный диапазон. Вращением ручки настройки приемник настраивается соответственно на максимум напряжения на выходе по вольтметру переменного тока. Чувствительность считается нормальной, если в обоих случаях сигнал, подаваемый на вход приемника, не превышает в точках настройки 90 мкВ при выходном напряжении приемника не менее 0,4 В.

Потеря чувствительности в точках сопряжения диапазонов свидетельствует о плохом качестве сопряжения, что может быть следствием неправильной подстройки индуктивностей катушек L_4 , L_5 . Проверку точности сопряжения удобно производить с помощью индикаторной палочки. Если при приближении к катушкам L_4 , L_5 поочередно медного и ферритового стержней сигнал на вы-

ходе приемника уменьшается, значит на данной частоте точное сопряжение. Увеличение сигнала на выходе при приближении ферритового стержня указывает на необходимость увеличения соответствующей индуктивности, а при приближении медного стержня — уменьшения индуктивности. После подгонки индуктивности в средней точке по максимальному отклонению выходного прибора необходимо снова произвести подстройку в концах поддиапазона с помощью триммера. Так как подстройка сопряжения в средней точке очень сложна, к ней прибегают лишь в тех случаях, когда обнаруживается недопустимо большая потеря чувствительности.

Входные контуры приемника определяют в основном его избирательность по зеркальному каналу, т. е. по отношению к таким радиостанциям, частоты которых больше частоты принимаемой радиостанции на удвоенное значение промежуточной частоты приемника. Разность частот такой радиостанции и гетеродина приемника также оказывается равной промежуточной частоте, что при плохой избирательности входных контуров может привести к большим помехам радиоприему.

Соотношение чувствительности прямого и зеркального каналов проверяют на СВ на частоте 1 600 кГц и на ДВ на частоте 410 кГц. Установив, например, частоту сигнал-генератора 1 600 кГц, измеряют, как было описано выше, чувствительность основного канала СВ. Затем, не меняя настройки приемника, изменяют частоту сигнал-генератора до 2 530 кГц и увеличивают уровень напряжения на выходе сигнал-генератора до тех пор, пока напряжение на выходе приемника не возрастет до номинального значения 0,4 в. Ослабление чувствительности по зеркальному каналу должно быть на СВ не менее чем в 20 раз и на ДВ — в 30 раз.

При этом ослабление чувствительности определяют

как отношение напряжения на выходе сигнал-генератора на частоте зеркального канала к напряжению на выходе сигнал-генератора на частоте основного канала.

Причиной ухудшения при эксплуатации приемника избирательности по зеркальному каналу может быть расстройка и ухудшение качества входных контуров (вследствие обрывов отдельных проводников литцендрата, окислений в местах паек выводов катушек и др.).

При отсутствии сигнал-генератора настройку приемника можно произвести непосредственно по сигналам радиовещательных станций, частоты которых заранее известны, а мощности сигналов обеспечивают достаточную э. д. с. в антенне.

Настройка радиоприемника по сигналам принимаемых радиостанций по существу остается такой же, как и при применении сигнал-генератора, но для этого требуется больший опыт, большая затрата времени. Все же при этом настройка приемника получится менее качественной. Поэтому радиолюбителям, не имеющим сигнал-генератора, рекомендуется производить настройку приемника в школьном радиокружке, в радиолaborатории Дома пионеров или в местном радиоклубе ДОСААФ.

Настройка блока УКВ. Для настройки блока УКВ необходимы сигнал-генератор соответствующего диапазона частот и ламповые вольтметры переменного и постоянного тока.

Приступая к настройке блока УКВ, необходимо прежде всего убедиться в отсутствии паразитных колебаний. Установив клавишный переключатель в положение УКВ и, следовательно, подав анодное напряжение на оба триода лампы L_1 (6НЗП), с помощью лампового вольтметра постоянного тока измеряют напряжение смещения на сетке правого триода лампы L_1 . Вольтметр подключают параллельно резистору R'_2 плюсом со стороны

шасси приемника. При нормальной работе гетеродина и отсутствии паразитных колебаний вольтметр должен показывать напряжение примерно от 1 до 5 в. При наличии паразитных колебаний вольтметр покажет напряжение значительно больше 5 в. Паразитные колебания могут возникать вследствие самовозбуждения на промежуточной частоте либо иметь характер релаксационных колебаний. Установить тип паразитных колебаний проще всего с помощью осциллографа по форме кривой сигнала на его экране. Релаксационные колебания устраняют путем уменьшения величины сопротивления резистора R'_2 и изменения величины емкости конденсатора C'_{10} .

Если напряжение смещения на управляющей сетке правого триода лампы L_1 оказывается меньшим 1 в, то это может означать, что генерация гетеродина отсутствует. Проверку генерации гетеродина производят с помощью миллиамперметра постоянного тока, включаемого в разрыв цепи постоянной составляющей анодного тока лампы гетеродина (правый триод лампы L_1).

При генерирующем гетеродине замыкание накоротко контура $L'_6 C'_9$ должно сопровождаться увеличением тока через миллиамперметр.

Если генерация отсутствует, то необходимо снова проверить режим лампы гетеродина, попробовать заменить лампу на заведомо исправную, тщательно проверить все элементы схемы в цепях анода лампы управляющей сетки правого триода лампы L_1 на отсутствие обрывов, коротких замыканий и т. д.

Если генерация отсутствует при полной исправности всех цепей, необходимо поменять местами концы включения катушки контура обратной связи L'_6 .

Убедившись в наличии генерации, желательно проверить ее на всем диапазоне частот. При нормально работающем гетеродине показания миллиамперметра в анод-

ной цепи гетеродина или вольтметра, измеряющего напряжение смещения на управляющей сетке гетеродина, могут изменяться в пределах диапазона не более чем на 50%. Неравномерность генерации в диапазоне частот может быть уменьшена путем подбора величины конденсатора C'_{10} и сопротивления R'_2 .

Необходимо отметить, что рассмотренный выше порядок налаживания гетеродина УКВ блока в общих чертах применим и на остальных диапазонах приемника.

После налаживания гетеродина УКВ блока необходимо сбалансировать мост, обеспечивающий минимум излучения гетеродина в антенну.

Для этого ламповый вольтметр переменного тока подключают параллельно индуктивности L'_4 и изменением емкости полупеременного конденсатора C'_8 при генерирующем гетеродине добиваются минимального показания вольтметра. Мост можно считать сбалансированным, если при явно выраженном минимуме показание вольтметра не превышает 0,2 в.

После этого приступают к настройке полосового фильтра промежуточной частоты в анодной цепи правого триода лампы L_1 . Для этого параллельно второму контуру фильтра $L'_8C'_{13}$ подключают ламповый вольтметр переменного тока, клавишный переключатель оставляют в положении УКВ и вынимают вилку включения приемника в питающую сеть. Через конденсатор емкостью 1—2 пф от сигнал-генератора, настроенного на частоту 8,4 мГц, подают сигнал непосредственно на анод правого триода лампы L_7 . Попеременным вращением сердечников катушек L'_8 , L'_7 добиваются максимального показания лампового вольтметра. После настройки фильтра включают приемник в сеть. Если при этом возникает самовозбуждение, то следует несколько увеличить емкость конденсатора C'_{12} и снова подстроить фильтр вращением

сердечника катушек. Далее приступают к укладке диапазона гетеродина. Напряжение с выхода УКВ сигнал-генератора подается на входной контур $L'_1C'_1$.

Частоту сигнал-генератора устанавливают последовательно равной 73 и 65,8 мГц и вращением ручки настройки приемника совмещают указатель шкалы с соответствующей отметкой. Подстройку производят по максимальным показаниям лампового вольтметра переменного тока, подключенного параллельно контуру $L'_8C'_{13}$, вращением сердечника гетеродинной катушки и подстроечного конденсатора. Неточность градуировки в пределах шкалы допускается $\pm 1,5$ мГц. Анодный контур УВЧ подстраивают по максимальным показаниям лампового вольтметра вращением сердечника катушки L'_4 .

При наличии сигнал-генератора с частотной модуляцией проверяется чувствительность приемника по ЧМ каналу. Чувствительность в любой из трех точек диапазона (65,8; 69; 73 мГц) должна быть не хуже 30 мкВ при девиации частоты 15 кГц (напряжение на выходе приемника должно быть не меньше 0,4 В).

ОСОБЕННОСТИ НАЛАЖИВАНИЯ ТРАНЗИСТОРНЫХ ПРИЕМНИКОВ

За последние годы значительно увеличилось количество радиоприемников на транзисторах, выпускаемых отечественной промышленностью. Высокий уровень развития электроники обеспечил создание таких совершенных образцов транзисторов, которые с успехом заменяют приемно-усилительные лампы.

Транзисторные радиоприемники значительно экономичнее по питанию, чем ламповые. Малые по размерам и весу (вплоть до миниатюрных) переносные конструкции

приемников незаменимы в походных условиях и на отдыхе. Выпускаются также высококачественные стационарные транзисторные приемники настольного типа, радиолы и автомобильные транзисторные приемники.

Транзисторные приемники, как и ламповые, строятся либо по схеме прямого усиления, либо по супергетеродинной схеме. Отечественной промышленностью выпускаются преимущественно супергетеродинные приемники, обеспечивающие достаточно высокую чувствительность и избирательность. Приемники прямого усиления на транзисторах, отличающиеся сравнительной простотой в изготовлении и налаживании, широко распространены среди начинающих радиолюбителей.

При налаживании и ремонте транзисторных радиоприемников можно в целом применять рассмотренную выше методику налаживания и отыскания неисправностей ламповых радиоприемников.

При этом необходимо лишь учитывать некоторые специфические особенности построения блок-схем транзисторных приемников, влияние большого разброса параметров самих транзисторов и совершенно не свойственный ламповым радиоприемникам облегченный режим работы всех деталей. Конструкции деталей транзисторных приемников отличаются весьма малыми размерами и весом. Характерной особенностью современных транзисторных приемников является использование печатного монтажа.

Налаживание транзисторных радиоприемников начинают с проверки и подгонки режимов по постоянному току. Подгонку режимов следует начинать с выходных каскадов приемника, последовательно перемещаясь к преобразовательному каскаду. Как правило, требуемая величина коллекторных токов обычно указывается на схемах для каждого каскада приемника.

Для ознакомления с некоторыми особенностями налаживания транзисторных радиоприемников в качестве примера выбран приемник «Минск», принципиальная схема которого показана на рис. 26.

Радиоприемник «Минск» является первым отечественным транзисторным приемником настольного типа, рассчитанным на прием радиостанций в диапазоне ДВ и СВ.

Приемник собран по супергетеродинной схеме на семи транзисторах, типичной для многих транзисторных супергетеродинных приемников промышленного производства: преобразовательный каскад на одном транзисторе П401 (T_1), два каскада УПЧ на двух транзисторах П401 (T_2 , T_3) и три каскада усиления низкой частоты с двухтактным выходным каскадом на транзисторах П13А (T_4 , T_5 , T_6 , T_7).

Приемник рассчитан на работу как с внутренней, так и с наружной магнитной антенной. Сигнал с входных контуров поступает на базу транзистора T_1 , который для частоты сигнала работает по схеме с общим эмиттером.

Гетеродин преобразователя собран по схеме с индуктивной обратной связью (L_7 , L_8). Для частоты гетеродина транзистор T_1 включен по схеме с общей базой. В качестве нагрузки преобразователя частоты служит фильтр сосредоточенной селекции (ФСС), настроенный на промежуточную частоту 465 кГц.

Усилитель промежуточной частоты выполнен по схеме с разделением функций избирательности и усиления. Первый каскад УПЧ на транзисторе T_2 работает по схеме с резисторной нагрузкой. Второй каскад УПЧ (T_3) является резонансным усилителем. Такая схема УПЧ повышает устойчивость усиления без применения специальных мер по нейтрализации внутренней обратной связи, характерной для транзисторных усилителей.

Рис. 26. Принципиальная схема транзисторного радиоприемника «Минск».

Детектирование сигнала осуществляется с помощью схемы диодного детектора на диоде Д2В (D_2), нагрузкой которого является потенциометр регулировки громкости (РГ).

Регулирующим напряжением АРУ является постоянная составляющая продетектированного сигнала. Кроме обычной системы АРУ, применена также система с шунтирующим диодом (D_1), подключенная параллельно контуру, входящему в ФСС.

Усилитель низкой частоты — трехкаскадный с двухтактным выходом (T_4, T_5, T_6, T_7). В УНЧ имеется как частотнонезависимая отрицательная обратная связь (со вторичной обмотки выходного трансформатора в цепь эмиттера транзистора T_4), так и частотнозависимая, напряжение которой подается на базу транзистора T_5 .

Налаживание усилителя НЧ приемника можно начинать после установления режимов всех транзисторов по постоянному току. При правильно установленных режимах УНЧ обычно сразу работает хорошо. Если при слабых сигналах возникают нелинейные искажения, необходимо увеличить коллекторный ток транзисторов T_6 и T_7 .

При возникновении самовозбуждения необходимо поменять концы включения в схему вторичной обмотки выходного трансформатора, уменьшить емкости конденсаторов в цепях отрицательной обратной связи и переходных конденсаторов. Может оказаться полезным также увеличение величин сопротивлений резисторов и емкостей конденсаторов общих развязывающих фильтров.

Настройка УПЧ производится по максимальному напряжению выходного сигнала. После окончания настройки всего тракта ПЧ переходят к налаживанию преобразовательного каскада. Сначала убеждаются в наличии генерации гетеродина во всем диапазоне частот. Если генерация не возникает, следует поменять местами кон-

цы катушки связи L_8 и подобрать число ее витков (в сторону увеличения).

Необходимо убедиться в отсутствии паразитной генерации и принять меры по устранению ее (в случае обнаружения), для чего можно увеличить емкости конденсаторов развязывающих фильтров в цепях коллектора и базы транзистора T_1 и попытаться подобрать величины сопротивлений резисторов этих фильтров.

Наладив гетеродин, приступают к укладке его граничных частот. Схема переключения гетеродинных контуров приемника «Минск» такова, что начинать укладку следует с длинноволнового диапазона.

Сопряжение входных контуров производится в конце диапазона путем передвижения контурных катушек $L_1—L_5$ по ферритовому стержню магнитной антенны, а в начале — изменением емкостей подстроечных конденсаторов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Общие сведения	6
Инструменты и материалы, необходимые для ремонта радиоприемников	9
Подбор и проверка деталей радиоприемника	10
Измерительные приборы	17
Предварительная подготовка к ремонту и налаживанию радиоприемника	38
Порядок ремонта и налаживания сетевого лампового радиоприемника	45
Налаживание усилителя низкой частоты (УНЧ)	59
Амплитудный и частотный детекторы, усилитель промежуточной частоты АМ и ЧМ трактов приемника	63
Особенности налаживания транзисторных приемников	85

Трикоз, Юрий Семенович.

Ремонт и налаживание радиоприемников. Минск, «Беларусь», 1967.

92 с, с илл. УДК 621.396.62—004.67
6Ф2.12

Редактор *Л. Ванчук*. Художник *А. Лисичников*. Художественный редактор *С. Русак*. Технический редактор *Я. Шляшинская*. Корректор *Г. Славинская*.

АТ 08854. Сдано в набор 16/VII 1966 г. Подп. к печати 24/X 1966 г. Тираж 100 000 экз. Бум. тип. № 2. Формат 70×108¹/₃₂. Физ. печ. л. 2.875. Усл. печ. л. 4.02. Уч.-изд. л. 4.1. Зак. 1717. Цена 18 коп.

Полиграфический комбинат им. Я. Коласа Комитета по печати при Совете Министров Белорусской ССР. Минск, Красная, 23.

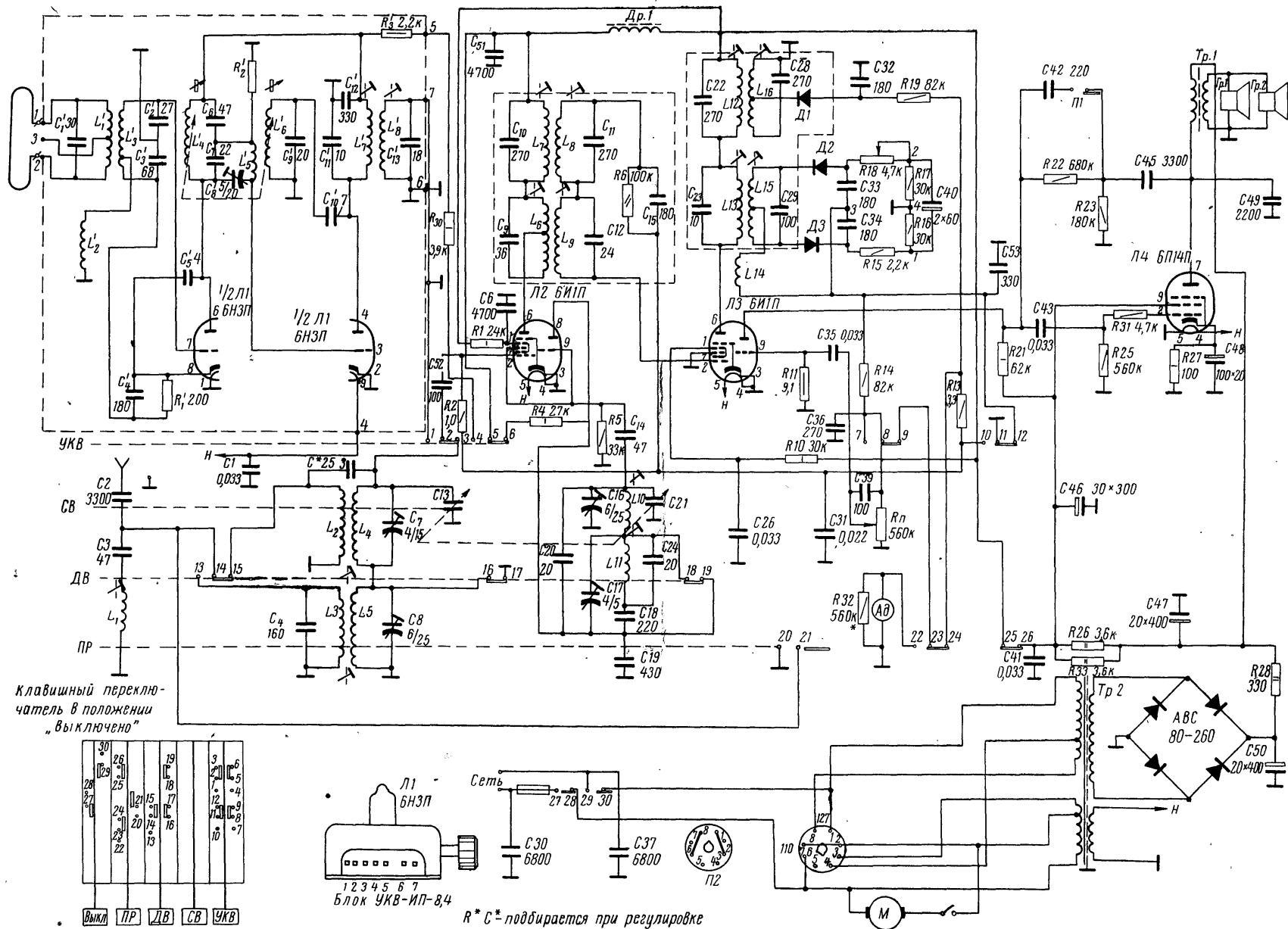


Рис. 20. Принципиальная схема радиолы «Минск-61».

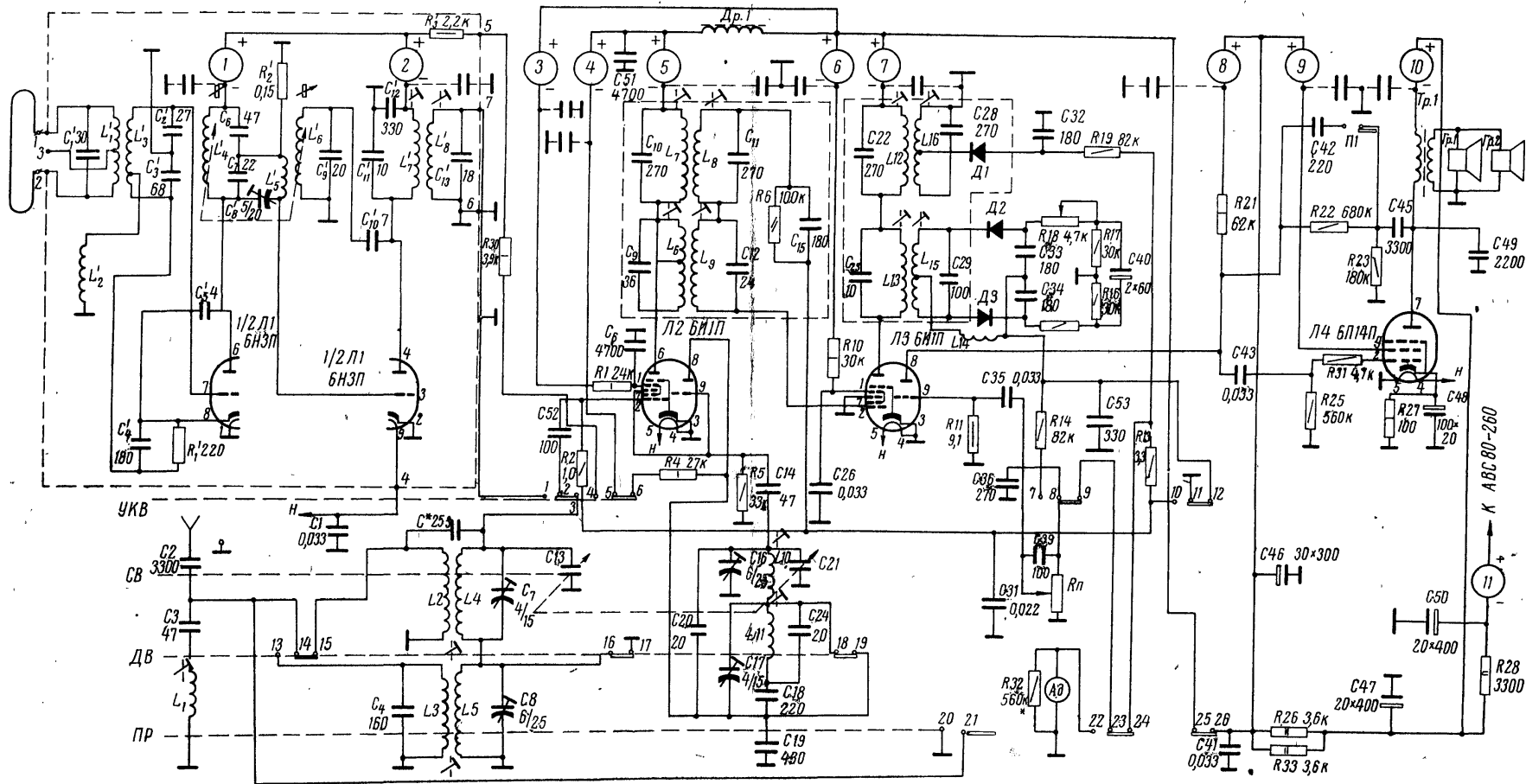


Рис. 12. Измерение постоянных токов в радиоприемнике:

1 — ток анода левого триода Π_1 ; 2 — ток анода правого триода Π_1 ; 3 — ток экранной сетки Π_2 ; 4 — ток анода триодной части Π_2 ; 5 — ток анода геттоидной части Π_2 ; 6 — ток экранной сетки Π_3 ; 7 — ток анода геттоидной части Π_3 ; 8 — ток анода триодной части Π_3 ; 9 — ток экранной сетки Π_4 ; 10 — ток анода Π_4 ; 11 — общий ток, потребляемый от выпрямителя.

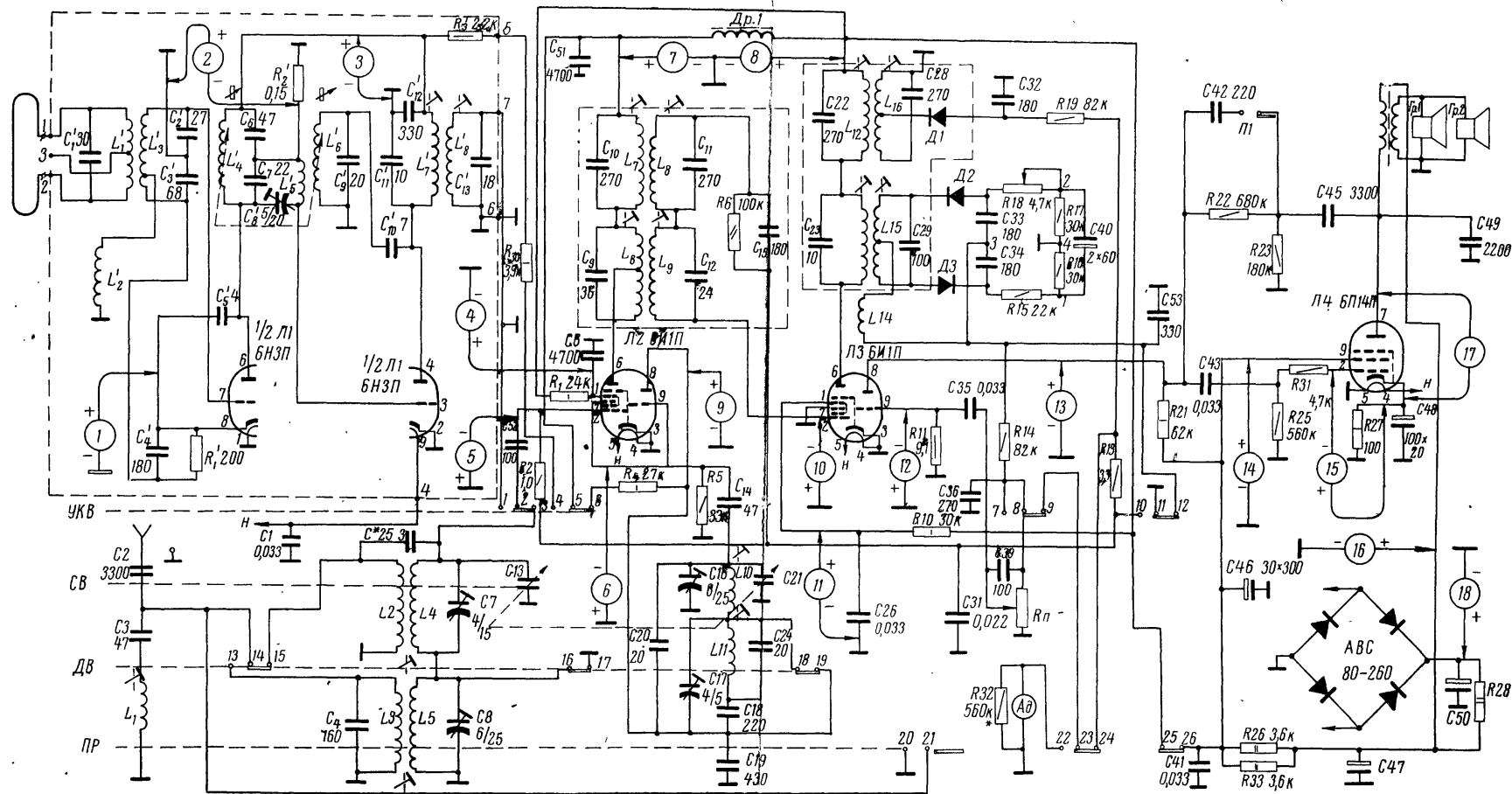


Рис. 8. Измерение постоянных напряжений в приемнике:

1 — напряжение на управляющей сетке 6НЗП, УВЧ; 2 — напряжение на управляющей сетке 6НЗП, гетеродин-смеситель УКВ; 3 — напряжение на анодах левого и правого триодов 6НЗП; 4 — напряжение на экранной сетке 6П1П (J_2); 5 — напряжение на управляющей сетке 6П1П (J_2); 6 — напряжение на сетке триодной части 6П1П (J_2); 7 — напряжение на аноде гептодной части J_2 ; 8 — напряжение на аноде гептодной части J_3 ; 9 — напряжение на аноде триодной части лампы J_2 ; 10 — напряжение на управляющей сетке гептодной части J_3 ; 11 — напряжение на экранной сетке J_3 ; 12 — напряжение на управляющей сетке триодной части J_3 ; 13 — напряжение на аноде триодной части J_3 ; 14 — напряжение на экранной сетке J_4 ; 15 — напряжение на управляющей сетке J_4 ; 16 — напряжение на втором конденсаторе фильтра C_{47} ; 17 — напряжение на аноде J_4 ; 18 — напряжение на первом конденсаторе фильтра C_{50} .