ВСЕСОЮЗНОЕ ДОБРОВОЛЬНОЕ ОБЩЕСТВО
СОДЕЙСТВИЯ АРМИИ, АВИАЦИИ и ФЛОТУ

В ПОМОЩЬ РАДИО-ЛЮБИТЕЛЮ

ВЫПУСК

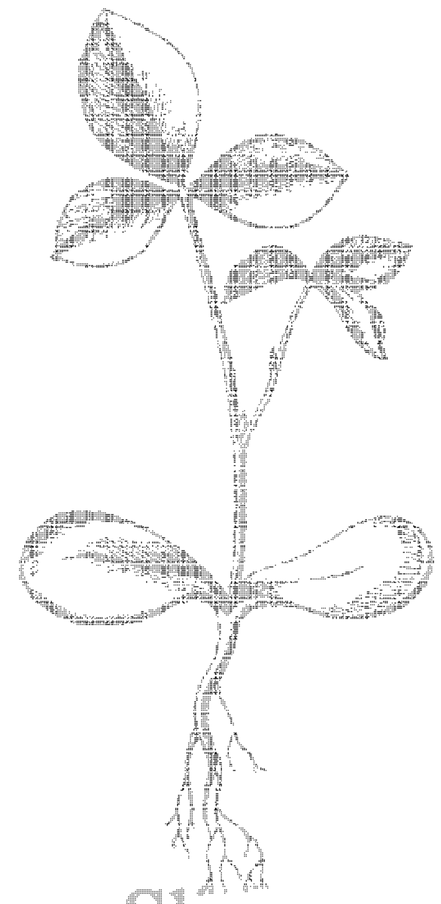
10

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ • МОСКВА — 1960

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 10

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1960



Skan
Владислав 72

Сборники «В помощь радиолюбителю» Издательство ДОСААФ выпускает совместно с Центральным радиоклубом ДОСААФ.

В этих сборниках даются описания любительских конструкций приемной, передающей, звукозаписывающей, усилительной, измерительной, телевизионной, КВ и УКВ аппаратуры, а также различные справочные и расчетные материалы.

Начиная с выпуска № 10, в сборниках будут помещаться также материалы по тематике бывшей «Библиотеки журнала «Радио».

Брошюры серии «В помощь радиолюбителю» рассчитаны на широкие круги радиолюбителей.

ПРИЕМНИК НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТРИОДАХ

В. Сосунов

Описываемый ниже приемник представляет собой супергетеродин, собранный на восьми полупроводниковых триодах. Приемник плавно перекрывает диапазон 700—1800 *м* и обеспечивает громкоговорящий прием радиостанций в этом диапазоне. Чувствительность приемника с ферритовой антенной 2—3 *мв/м*, выходная мощность 30—40 *мвт*. Питание приемника осуществляется от трех батарей типа ФБС-0,25 или от одной батареи для карманного фонаря типа КБСЛ-0,5.

СХЕМА

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 1. В качестве смесителя работает триод типа П6Г ($ПП_1$). Связь этого каскада с антенной индуктивная. Катушка связи (L_2) имеет в 8—9 раз меньше витков, чем катушка антенного контура (L_1). Такое соотношение витков L_1 и L_2 необходимо для того, чтобы не шунтировать антенный контур входным сопротивлением триода. В цепи коллектора установлен контур L_3C_6, настроенный на промежуточную частоту (465 *кгц*). Гетеродин приемника собран по схеме с индуктивной связью на триоде типа П6Д. Перестройка частоты гетеродина осуществляется с помощью конденсатора переменной емкости C_5. Сигнал гетеродина подается в цепь эмиттера смесительного каскада.

В приемнике два каскада усиления промежуточной частоты, собранные на триодах П6Г. С целью упрощения конструкции система нейтрализации и АРУ

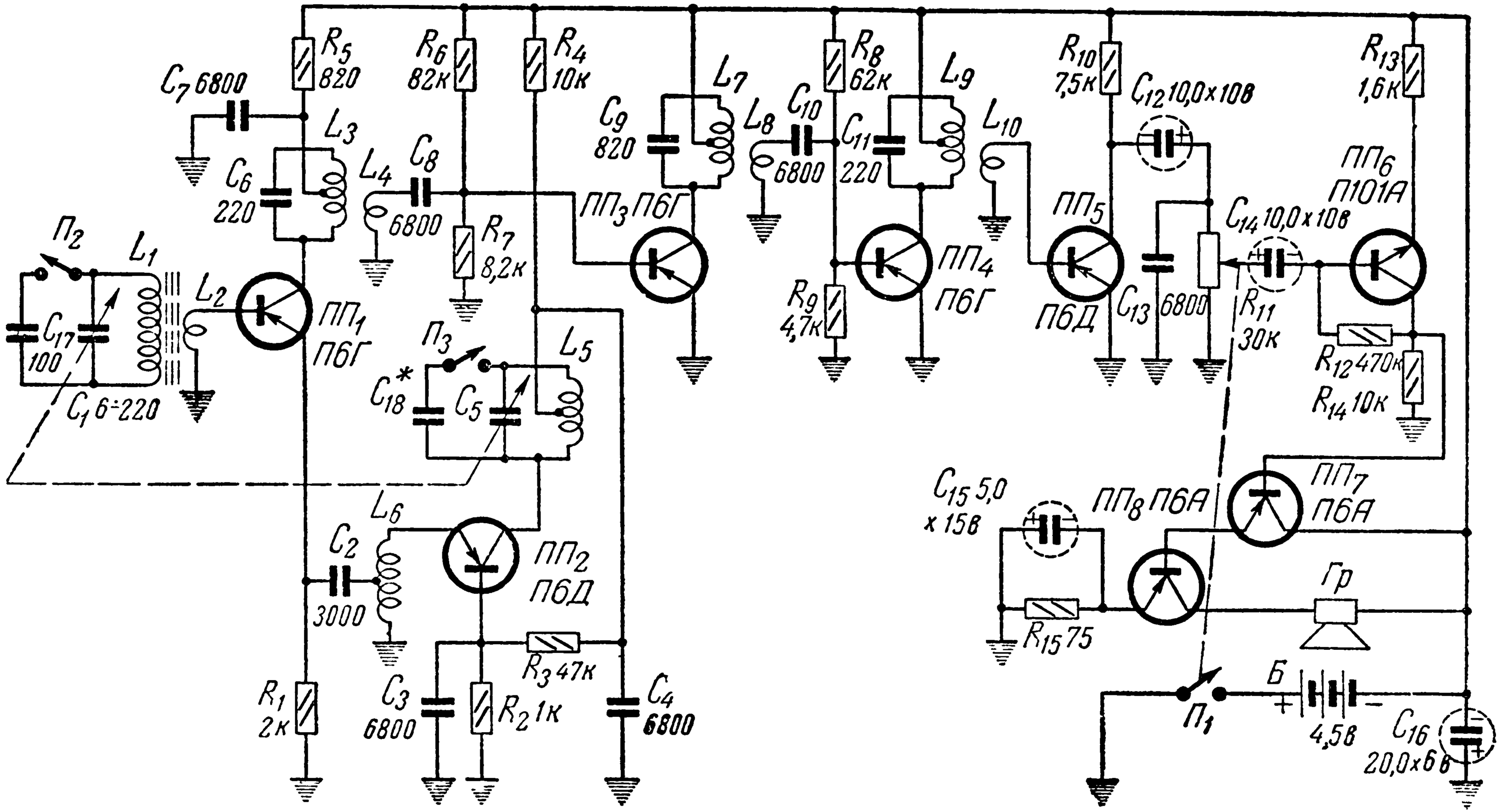

П2
L1
C17 100
C1 6÷220
L2
ПП1 П6Г
C7 6800
R5 820
L3
C6 220
L4
C8
6800
R6 82к
R7 8,2к
R4 10к
ПП3 П6Г
C9 820
L7
L8
C10
6800
R8 62к
C11 220
L9
L10
ПП4 П6Г
R9 4,7к
ПП5 П6Д
R10 7,5к
C12 10,0х10в
C13 6800
C14 10,0х10в
R11 30к
R13 1,6к
ПП6 П101А
R12 470к
R14 10к
П3
C18*
C5
L5
L6
C2 3000
ПП2 П6Д
R3 47к
R1 2к
C3 6800
R2 1к
C4 6800
C15 5,0 х 15в
ПП8 П6А
ПП7 П6А
Гр
R15 75
Б
4,5в
П1
C16 20,0х6в

Рис. 1

в приемнике отсутствуют. Отсутствие системы нейтрализации несколько снижает коэффициент усиления тракта промежуточной частоты, но и в то же время уменьшается склонность приемника к самовозбуждению. Сопротивления R_6, R_7 и R_8, R_9 определяют режим работы триодов. Эти же сопротивления повышают стабильность работы каскадов усиления ПЧ при изменении температуры окружающей среды. Связь между каскадами усилителя ПЧ индуктивная. Трансформаторы ПЧ — понижающие, с коэффициентом трансформации 10 : 1. Катушки трансформаторов ПЧ заключены в горшкообразные ферритовые сердечники СБ-1. Для того чтобы контуры ПЧ меньше шунтировались выходным сопротивлением триода, в коллекторную цепь триода включается лишь часть индуктивности контуров L_3, L_7, L_9. Детекторный каскад собран на триоде типа П6Д и не имеет каких-либо особенностей.

В отличие от широко распространенных схем, в оконечном каскаде усилителя низкой частоты описываемого приемника применены два последовательно включенных триода П6А. Включенная таким образом пара триодов работает как один триод с большим коэффициентом усиления ($\alpha > 0{,}99$), достаточно высоким входным сопротивлением и дает равномерное усиление в диапазоне 100—8000 *гц*. Предварительное усиление низкой частоты осуществляется триодом П101А типа n-p-n. Режим работы этого триода определяется сопротивлением R_{12}. Напряжение, необходимое для правильной работы выходного каскада, подается с делителя, образованного сопротивлениями R_{13}, R_{14} и триодом П101А.

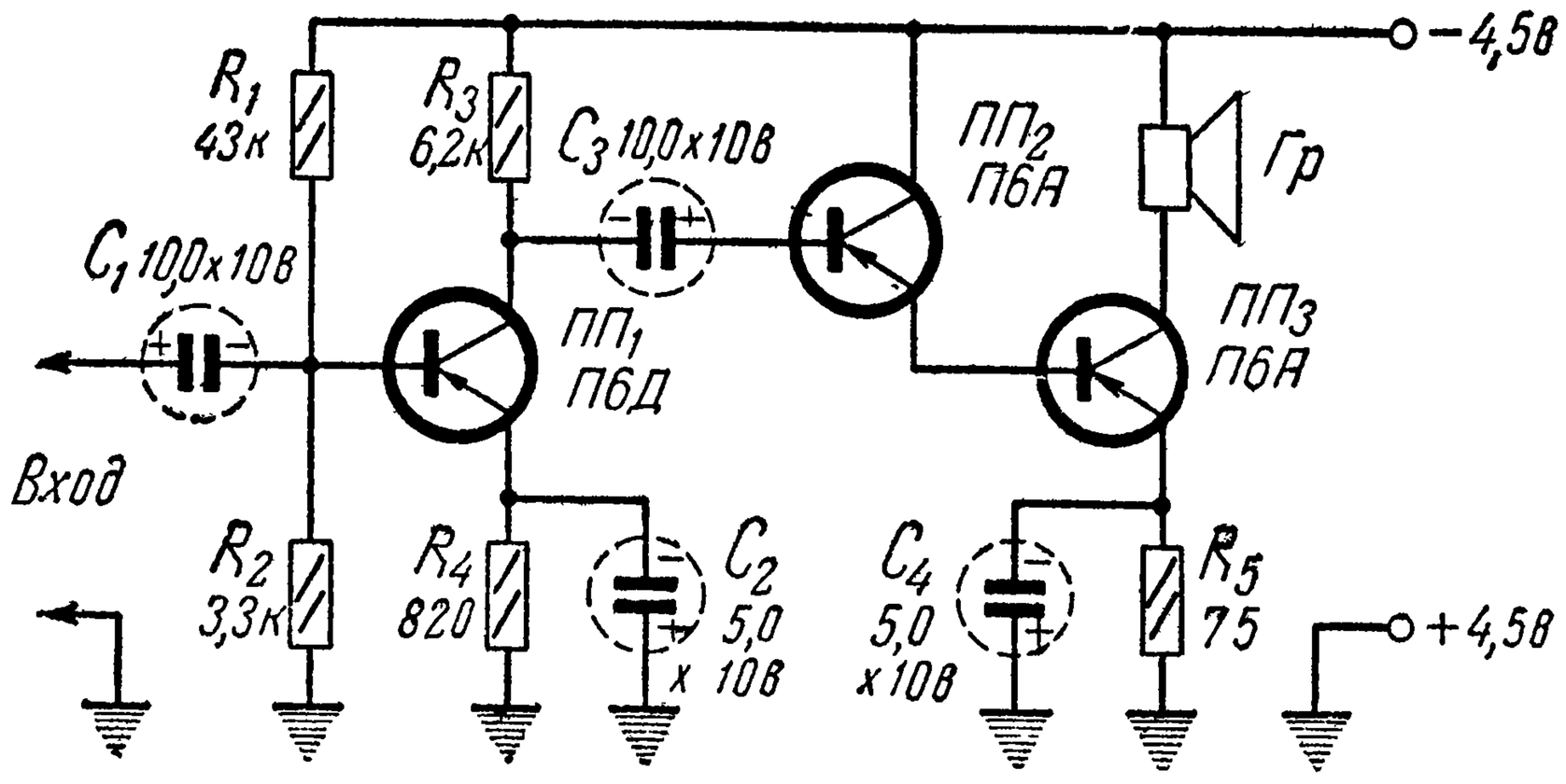


Рис. 2

Отсутствие переходных трансформаторов и переходных конденсаторов значительно упрощает приемник. Нагрузкой выходного каскада является громкоговоритель с сопротивлением звуковой катушки 200—300 *ом*, в качестве которого может быть применен самодельный громкоговоритель, описанный в журнале «Радио» № 4 за 1959 г. При отсутствии громкоговорителя с таким сопротивлением звуковой катушки и невозможности сделать его самому можно использовать электродинамические громкоговорители типа 0,35-ГД-1 или 0,1-ГД-ВЭФ с выходным трансформатором.

Если не представляется возможным приобрести триод типа П101А, можно применить триод типа П6Г или П6Д, несколько изменив схему усилителя низкой частоты. Схема видоизмененного усилителя низкой частоты приведена на рис. 2.

КОНСТРУКЦИЯ

Приемник собран в прямоугольном полированном корпусе из эбонита размерами 160×90×45 *мм*. Все детали приемника размещены на двух платах, изготовленных из гетинакса. Эти платы скрепляются между собой винтами. На плате размерами 150×80 *мм*, укрепленной винтами на корпусе приемника, размещены смесительный и гетеродинный каскады, каскады усиления промежуточной частоты и детектор. К этой же плате крепятся ферритовая антенна и громкоговоритель. Усилитель низкой частоты собирается на отдельной плате и располагается рядом с громкоговорителем. Детали приемника монтируются на платах с обеих сторон. Данные катушек, примененных в приемнике, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение катушки	Число витков	Диаметр и марка провода	Сердечник	Примечание
L_1	2×85	ПЭЛШО 0,1	Ферритовый стержень ∅8 *мм*, длина 145 *мм*	Универсаль или внавал
L_2	20	ПЭЛШО 0,1		Тс же
L_5	100	ПЭЛ 0,1	Горшкообразный ферритовый сердечник СБ-1	Внавал, отвод от 40-го витка

Обозначение катушки	Число витков	Диаметр и марка провода	Сердечник	Примечание
L_6	30	ПЭЛ 0,15	Горшкообразный ферритовый сердечник СБ-1	Внавал, отвод от 15-го витка; L_5 наматывается поверх L_6
L_3, L_7, L_9	150	ПЭЛ 0,1	То же	Внавал, отвод от 90-го витка
L_4, L_8, L_{10}	15	ПЭЛ 0,15	»	Внавал; L_3, L_7, L_9 намотаны поверх L_4, L_8, L_{10}

НАЛАЖИВАНИЕ ПРИЕМНИКА

Налаживание приемника необходимо начинать с подбора пары триодов оконечного каскада УНЧ. Для этого триоды соединяются так, как показано в схеме. Нагрузкой может служить любой электродинамический громкоговоритель (1-ГД-9, 1-ГД-6, 0,35-ГД-1, 0,1-ГД-ВЭФ и др.) с выходным трансформатором. На вход пары триодов через разделительный конденсатор подается сигнал от звукового генератора или от пьезоэлектрического звукоснимателя. Подбирая триоды, входящие в состав пары, добиваются наибольшей громкости при наименьших искажениях. Возможно, что наилучший результат удастся получить, включив в цепь коллектора первого триода сопротивление порядка 0,5—3 *ком*. После подбора оконечной пары триодов испытывается весь усилитель НЧ. Следует отметить, что большую роль в его работе играет сопротивление R_{12}. Подбирая его величину, можно добиться наибольшего усиления. Настройка каскадов промежуточной частоты производится методом, описанным в журнале «Радио» № 4 за 1959 г.

ПЕРЕДАТЧИК НА 144—146 *Мгц*

Б. Левандовский

(Разработка лаборатории ЦРК)

Передатчик предназначен для работы в полевых условиях или сельской местности. Он может быть использован и на соревнованиях «Полевой день». С этой целью режим работы применяемых сетевых радиоламп выбран по возможности экономичным.

По накальным цепям передатчик потребляет 2,5 *а* при напряжении 6,3 *в*, а по анодным — около 90 *ма* при напряжении 180 *в*.

Питание передатчика может осуществляться от шестивольтовой аккумуляторной батареи емкостью 22—45 *а-ч*, анодных батарей типа БАС-80, одна из которых используется для получения отрицательного смещения на сетке выходного каскада передатчика.

Помимо этого, питание анодных цепей ламп может быть осуществлено от вибропреобразователя или сети переменного тока.

СХЕМА

Передатчик содержит три каскада: задающий генератор, удвоитель и усилитель мощности (рис. 1).

Задающий генератор выполнен на левом (по схеме) триоде лампы $Л_1$ (6Н3П). Контур его, составленный из катушки индуктивности L_1 и конденсаторов C_1, C_2 и C_3, перекрывает диапазон 72—73 *Мгц*.

Для более плавной настройки применена «растяжка», которая достигается подбором величин емкости конденсаторов C_1 и C_3.

Колебания от задающего генератора через разделительный конденсатор C_6 подаются на сетку правого (по

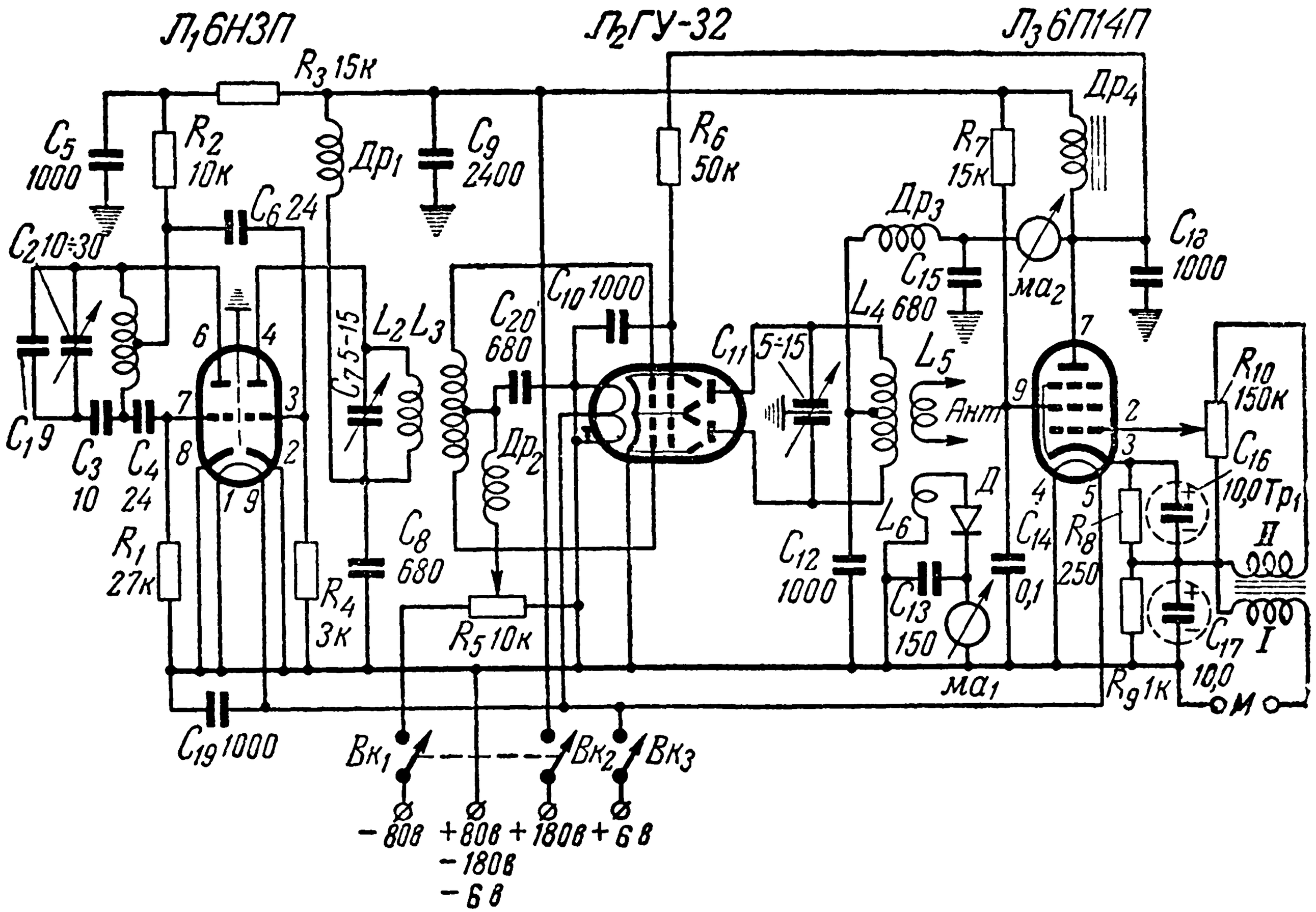

Л1 6Н3П
Л2 ГУ-32
Л3 6П14П
R3 15к
C5 1000
R2 10к
Др1
C9 2400
C6 24
C2 10÷30
C1 9
C3 10
C4 24
R1 27к
C7 5-15
L2 L3
C8 680
R4 3к
C19 1000
C20 680
Др2
R5 10к
C10 1000
R6 50к
C11 5-15
C12 1000
Др3
C15 680
L4 680
L5
Ант
L6
Д
C13 150
C14 0,1
ма1
ма2
R7 15к
Др4
C18 1000
R10 150к
C16 10,0
Тр1
II
I
C17 10,0
R8 250
R9 1к
М
Вк1
Вк2
Вк3
- 80в
+ 80в
- 180в
+ 180в
- 6в
+ 6в

Рис. 1

схеме) триода лампы $Л_1$, в анодную цепь которой включен контур L_2C_3, настраивающийся на вторую гармонику частоты задающего генератора, т. е. на 144—146 *Мгц*.

Необходимое отрицательное смещение на сетках лампы $Л_1$ достигается за счет сеточных токов, проходящих через сопротивления R_1 и R_4.

Выходной каскад выполнен по двухтактной схеме на лампе $Л_2$ (ГУ-32). На управляющие сетки этой лампы напряжение высокой частоты подается через катушку L_3, которая индуктивно связана с катушкой L_2. В анодную цепь лампы выходного каскада включен симметричный контур L_4C_{11}, настраивающийся на частоту 144—146 *Мгц*.

Через катушку связи L_5 колебания поступают в антенную цепь. Смещение на управляющие сетки лампы $Л_2$ подается от отдельной батареи; величина его может регулироваться потенциометром R_5, чем обеспечивается наиболее выгодный режим работы усилителя мощности.

Модуляция в передатчике применена амплитудная, анодно-экранная. В модуляторном каскаде работает лампа $Л_3$ — 6П14П, однако можно применить и лампу 6П1П. С угольного микрофона M колебания звуковой частоты поступают через повышающий трансформатор $Тр_1$ и регулятор глубины модуляции (потенциометр R_{10}) на управляющую сетку лампы $Л_3$. Усиленные колебания выделяются на анодном дросселе $Др_4$. Через этот же дроссель проходит и постоянная составляющая анодно-экранного тока лампы усилителя мощности передатчика $Л_2$.

Напряжение для питания микрофона (порядка 4,5 *в*) получается за счет падения напряжения на сопротивлении R_9 при прохождении по нему катодного тока лампы $Л_3$. Это сопротивление для предотвращения самовозбуждения каскада заблокировано конденсатором C_{17}.

Для контроля анодного тока лампы выходного каскада служит миллиамперметр $ма_2$. Наличие колебаний высокой частоты в антенне и степень модуляции определяются с помощью несложного устройства, состоящего из петли связи L_6, детектора $Д$ и миллиамперметра $ма_1$. Катушка L_6 индуктивно связана с катушкой L_5 и отсасывает от нее незначительную часть высокочастотных колебаний, которые детектируются диодом $Д$ и замеряются гальванометром $ма_1$.

ДЕТАЛИ И КОНСТРУКЦИЯ

Передатчик монтируется на шасси, состоящем из двух частей: вертикальной панели и горизонтальной части. Размеры их, а также разметка основных отверстий и расположение крупных деталей показаны на рис. 2.

На вертикальной передней панели, над линией горизонтального шасси, монтируются в соответствующих отверстиях миллиамперметры ma_1 и ma_2, а также разъем

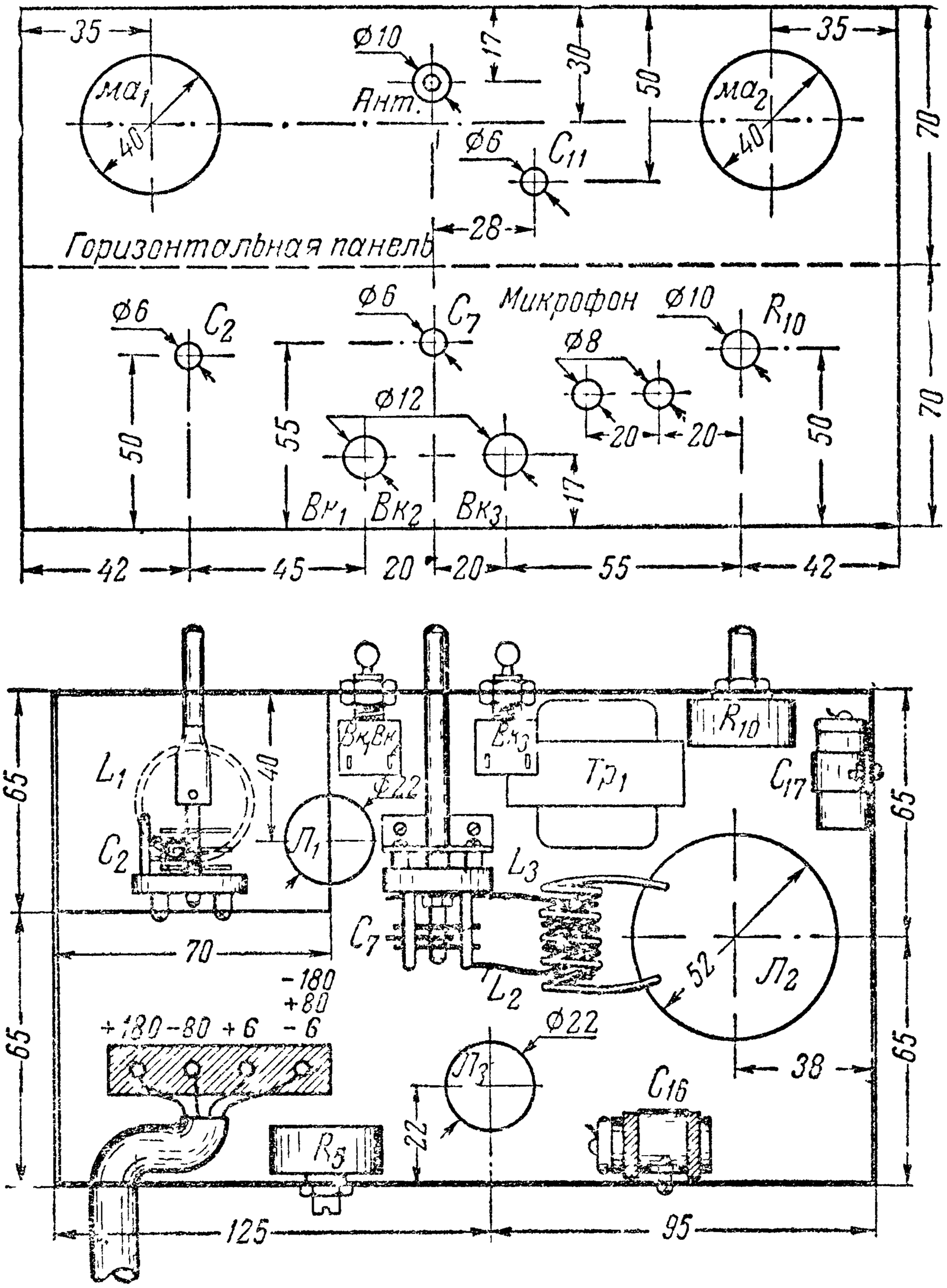


Рис. 2

для включения фидера антенны. Ниже этой линии расположены выключатели $Вк_1$, $Вк_2$, $Вк_3$, гнезда для включения микрофона и сопротивление R_{10}. В подвале горизонтального шасси (рис. 2, внизу) в отдельном отсеке монтируются все детали задающего генератора: конденсатор C_2, катушка L_1, а также «растягивающие» конденсаторы C_1 и C_3, конденсатор C_4 и сопротивление R_1. Перегородку экрана, равную высоте подвала шасси, в целях лучшей экранировки желательно выполнить из красной меди или латуни толщиной 0,5—1,0 *мм*.

Экран, как это показано на рис. 2, проходит точно посередине под панелькой лампы $Л_1$. Лепестки панельки лампы *1*, *2*, *8* и *5* припаиваются непосредственно к экрану; в этих же точках припаиваются и «земляные» концы сопротивлений R_1, R_4 и конденсатора C_5.

Конденсатор C_2, в качестве которого использован стандартный воздушный подстроечный конденсатор на керамическом основании, имеющий две неподвижные и три подвижные пластины, крепится непосредственно к экранной перегородке с помощью двух винтов. Ось конденсатора необходимо удлинить, что достигается с помощью специальной насадки (рис. 3), которую можно изготовить из полистирола или органического стекла. Для того чтобы при настройке не чувствовалось влияния рук оператора, на втулку в той части, где надевается ручка настройки, плотно насаживается металлическая обойма, которая одновременно придает оси механическую прочность.

Катушка контура задающего генератора L_1 (ее расположение показано на рис. 2 пунктиром) крепится одним своим концом к выводу конденсатора переменной емкости, соединенного с анодом лампы $Л_1$, а вторым своим концом эта катушка закрепляется на специальной стоечке, изолированной от шасси, которая, в свою очередь, укрепляется на перегородке.

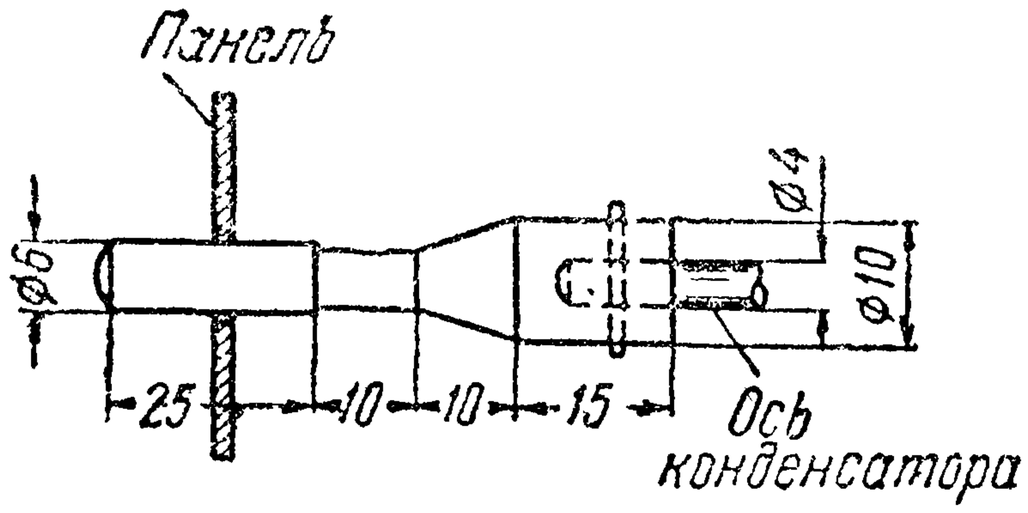


Рис. 3

Катушка L_1 намотана посеребренным медным проводом диаметром 1,5 *мм* и имеет 5 витков. Наружный диаметр катушки 22 *мм*, а ее длина 20 *мм*, отвод сделан от

середины катушки, однако его точное положение рекомендуется подобрать при налаживании.

В подвале шасси расположены также детали анодного контура L_2C_7, катушка L_3, трансформатор $Тр_1$, сопротивление R_5, панелька лампы $Л_2$ и большинство остальных деталей передатчика.

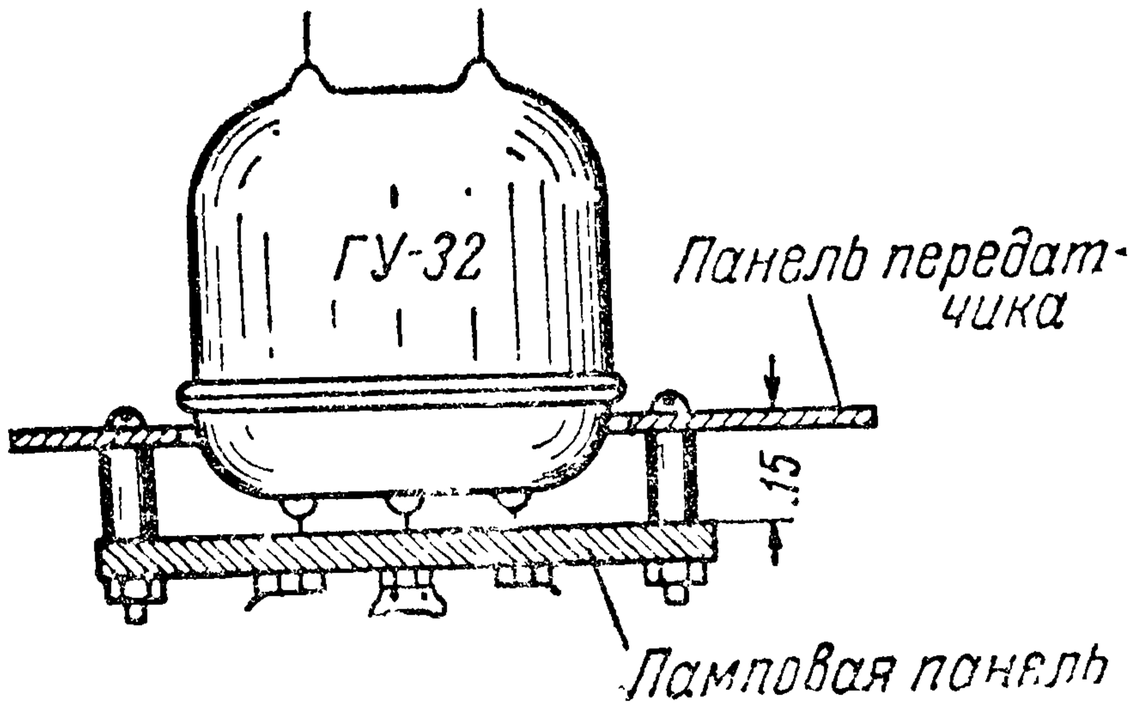


Рис. 4

Конденсатор C_7 — воздушный, подстроечный, состоящий из двух неподвижных и одной подвижной пластины; крепится на специальной стойке. Ось его описанным выше способом также должна быть изолирована от шасси.

Катушка L_2 — безкаркасная, своими выводами крепится непосредственно к конденсатору C_7. Она содержит 4 витка провода ПЭЛ 1,0, намотанных на болванке диаметром 14 *мм*. Эта катушка размещается между витками катушки L_3, которая состоит из 5 витков того же провода и также намотанных на болванке диаметром 14 *мм*.

Катушка L_3 своими концами закрепляется на сеточных выводах ламповой панельки лампы $Л_2$. Катушка L_2 имеет длину намотки 12 *мм*, L_3 — 23 *мм*. Следует заметить, что катушка L_2 располагается несимметрично по отношению концов катушки L_3; точное ее расположение подбирается при налаживании.

Панелька лампы ГУ-32 крепится на специальных стоечках с таким расчетом, чтобы она была расположена ниже уровня горизонтальной панели на расстоянии 15 *мм*; способ ее крепления показан на рис. 4.

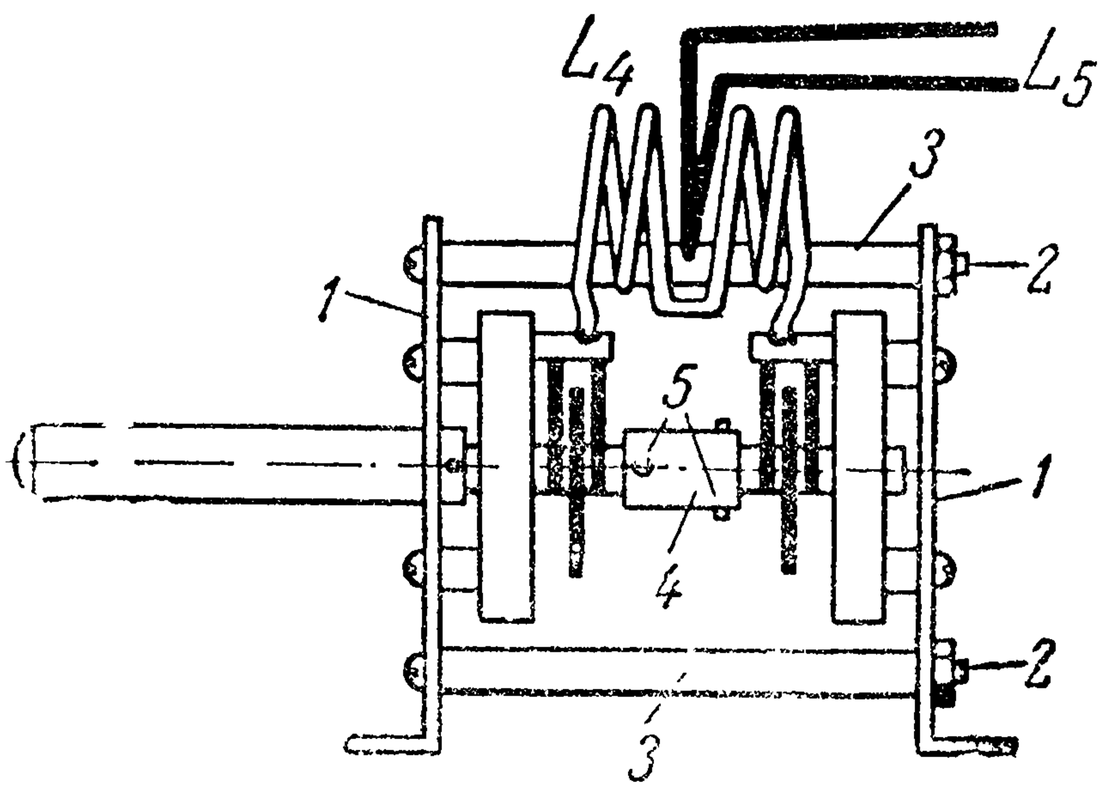


Рис. 5

Анодный контур выходного каскада расположен над гори-

зонтальной панелью. Он выполняется в виде отдельного блока, изображенного на рис. 5. Конденсатор C_{11} изготовлен из двух воздушных триммеров, каждый из которых содержит две неподвижные и одну подвижную пластину. Триммеры укрепляются на двух металлических стойках *1*. Последние скрепляются между собой двумя шпильками *2*, на которые надеваются распорные втулки *3*. Оси триммеров сочленяются втулкой *4* с помощью шпилек *5*.

При сборке конденсатора C_{11} надо обратить особое внимание на точность его изготовления. Необходимо следить за тем, чтобы отсутствовали перекосы, а изменение емкости конденсаторов было бы по возможности одинаковым.

К стоечкам, на которых крепятся неподвижные пластины конденсаторов, припаиваются концы катушки L_4. Эта катушка состоит из четырех витков посеребренного медного провода диаметром 1,5 *мм*; размеры ее показаны на рис. 6.

Катушка связи с антенной L_5 имеет один виток провода 1,5 *мм* и располагается точно посередине между витками катушки L_4. Своими выводами она крепится непосредственно к антенному разъему.

Детали индикатора ma_1 монтируются на небольшой гетинаксовой планочке, имеющей три лепестка (рис. 7), к которым припаиваются конденсатор C_{13}, диод *Д* и петля связи L_6. Смонтированная гетинаксовая планочка укрепляется двумя винтами к передней панели между антенным разъемом и прибором ma_1.

В качестве детектора можно применить любой из высокочастотных германиевых диодов типа ДГ-Ц, а петля связи выполняется из куска медного провода в хлорви-

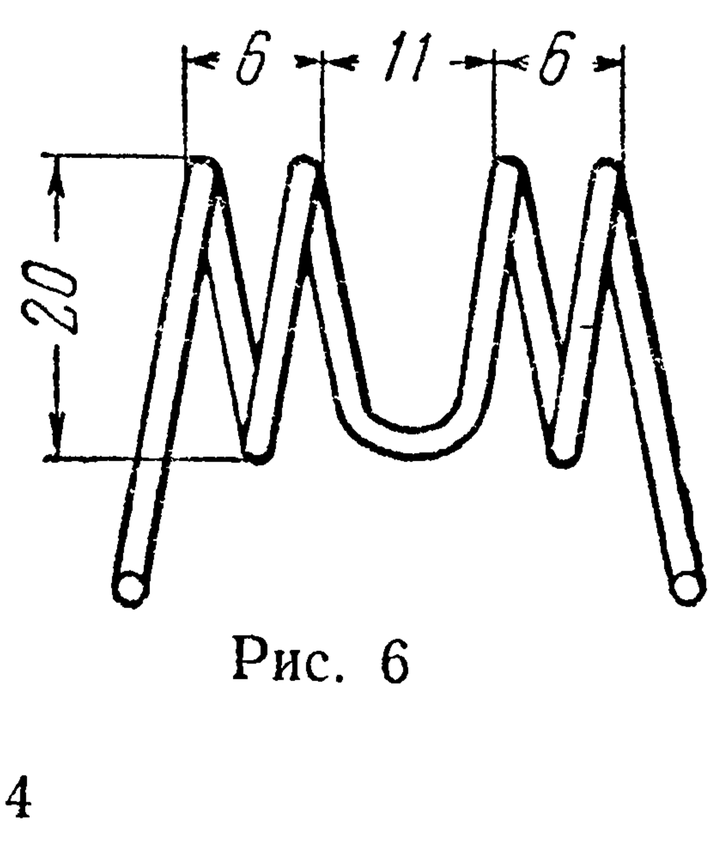


Рис. 6

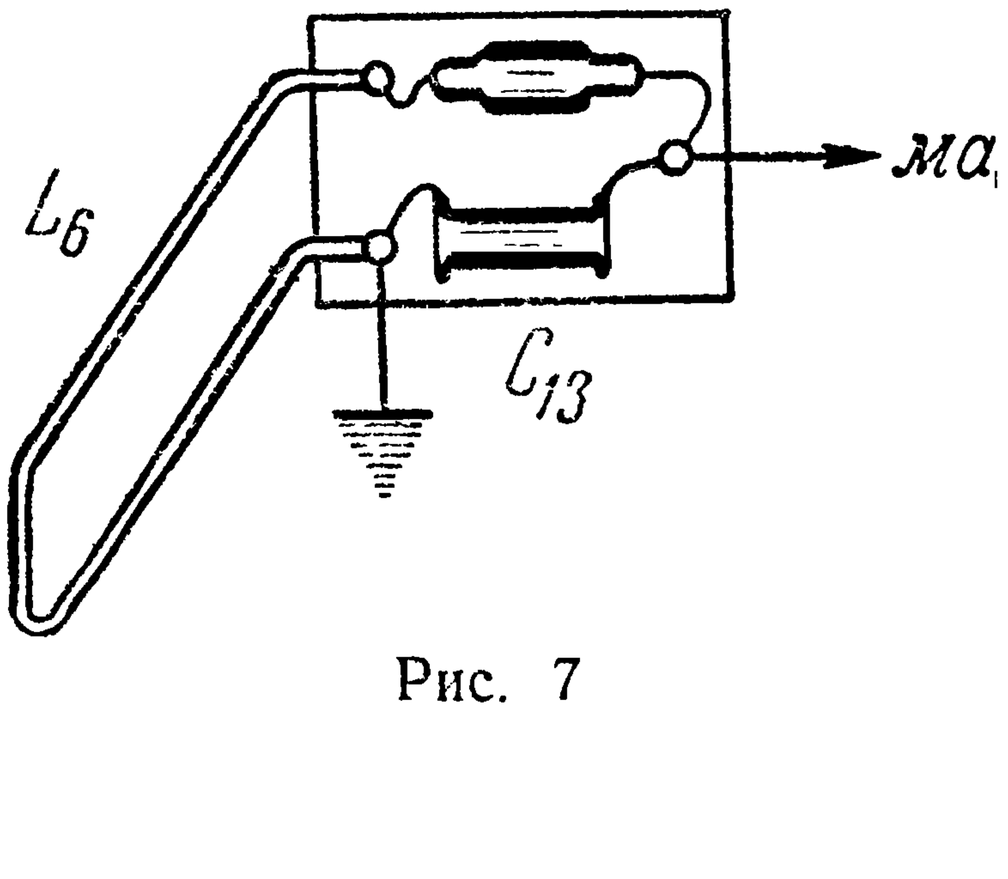


Рис. 7

ниловой изоляции диаметром 1,0 *мм* и длиной 90 *мм*.

Нагрузкой детектора служит сопротивление рамки гальванометра, имеющее величину около 1000 *ом*. В данной конструкции применен прибор с отклонением стрелки на всю шкалу при токе 0,5 *ма*, однако в конструкции индикатора можно применить и менее чувствительный гальванометр, но в этом случае показания его будут меньшими.

Высокочастотные дроссели $Др_1$, $Др_2$, $Др_3$ намотаны на сопротивлениях, рассчитанных на мощность рассеивания 0,5 *вт*, с которых желательно удалить графитовое покрытие или же брать их величиной не менее 1 *Мом*.

Намотка всех дросселей производится проводом ПЭЛ 0,15 принудительным шагом примерно до половины длины сопротивления и далее виток к витку до заполнения.

Модуляционный дроссель $Др_4$ расположен сверху шасси; он выполняется на сердечнике из пластин Ш-22, толщина набора 22 *мм*. Катушка дросселя намотана проводом ПЭЛ 0,12 и имеет 3000 витков.

Микрофонный трансформатор $Тр_1$ состоит из двух обмоток. Обмотка I намотана проводом ПЭЛ 0,51 и содержит 200 витков, а обмотка II — 2500 витков провода ПЭЛ 0,08÷0,1. В качестве этого трансформатора можно применить любой выходной трансформатор, например, от трансляционного динамического громкоговорителя. Сечение сердечника (2—4 $см^2$), а также коэффициент трансформации не критичны.

Остальные детали обычные. В высокочастотных цепях необходимо применять керамические конденсаторы типа КТК или КДК.

При монтаже необходимо соблюдать общее правило монтажа УКВ аппаратуры — все высокочастотные цепи должны быть по возможности короткими, а все концы, имеющие «нулевой потенциал», должны соединяться с шасси так же короткими проводниками и желательно в одной точке.

Разделительный конденсатор C_6 типа КТК проходит через отверстие в перегородке — экране задающего генератора.

В качестве выключателей $Вк_1$, $Вк_2$ и $Вк_3$ применены обычные тумблеры, причем $Вк_1$, $Вк_2$ могут быть спаренными.

НАЛАЖИВАНИЕ ПЕРЕДАТЧИКА

Налаживание следует начать с проверки режима ламп передатчика, который приведен в табл. 1.

Таблица 1

Измеряемая величина[1])	Лампа $Л_1$ (левый триод)	Лампа $Л_1$ (правый триод)	Лампа $Л_2$	Лампа $Л_3$
Напряжение на упр. сетке, *в*	Не измеряется	Не измеряется	—20	8[2])
Напряжение на экр. сетке, *в*	—	—	80	135
Ток экран. сетки, *ма*	—	—	3,5	2,5
Напряжение на аноде, *в*	130	180	160	160
Ток анода, *ма*	6[3])	9[4])	30[5])	35

[1]) Все напряжения и токи измерены прибором ТТ-1.
[2]) Падение напряжения на сопротивлении R_8
[3]) В точке между сопротивлениями R_2 и R_3 при наличии генерации.
[4]) В точке между дросселем $Др_1$ и плюсом 180 *в*.
[5]) По миллиамперметру $ма_2$.

После того как рекомендуемый режим будет установлен, следует перейти к проверке работы задающего генератора и его настройке.

Наличие колебаний проверяется по возрастанию анодного тока левого триода лампы $Л_1$ при срыве колебаний задающего генератора, что можно достигнуть, если каким-либо металлическим предметом закоротить два-три витка катушки L_1. Еще лучше наличие колебаний можно определить с помощью индикаторной лампочки 2,5 *в*$\times$0,075 *а*, соединенной с одним витком изолированного провода. При поднесении этого витка к катушке L_1 лампочка должна светиться в любом положении подвижных пластин конденсатора C_2.

Частоту колебаний задающего генератора лучше всего определить по волномеру или градуированному приемнику, причем, как уже указывалось, задающий генератор должен перекрывать частоту от 72 до 73 *Мгц* с небольшим запасом.

При отсутствии волномера или приемника частоту генератора можно проверить с помощью отрезка коак-

сиального кабеля любой марки длиной 2,06 *м*, на концах которого с одной стороны к оплетке и жиле припаяна индикаторная лампочка, а с другой — виток провода. При индуктивной связи витка с катушкой L_1 и правильной настройке контура максимум свечения лампочки должен быть в среднем положении подвижных пластин конденсатора C_2.

Этого максимума следует добиться изменением индуктивности катушки L_1 (сближением или удалением друг от друга ее витков), а также изменением величин конденсаторов C_1 и C_3. При этом следует отметить, что уменьшение емкости конденсатора C_3 и увеличение C_1 уменьшает перекрытие диапазона (при полном изменении емкости C_2 от максимума до минимума). С другой стороны, увеличение индуктивности L_1 и емкости конденсаторов C_1 и C_3 смещает рабочий диапазон задающего генератора в сторону понижения частоты. Этими соображениями и следует руководствоваться при подборе частоты контура задающего генератора.

Убедившись в правильной работе задающего генератора, следует настроить на его вторую гармонику контур L_2C_7. Рекомендуется дальнейшую настройку проводить вначале на среднем участке диапазона, т. е. на 145 *Мгц*, затем проверять наличие максимумов по краям диапазона. Настройка в резонанс производится по максимальному свечению индикаторной лампочки с витком провода, индуктивно связанным с настраиваемым контуром. Для того чтобы убедиться, что контур L_2C_7 настроен именно на вторую гармонику, можно также изготовить резонансный индикатор из кабеля длиной 103 *см*, витка и лампочки.

После настройки контура L_2C_7 подобным же способом настраивают в резонанс контур L_4C_{11}. Отрицательное смещение на управляющей сетке лампы ГУ-32 при этом устанавливается порядка — 20 *в*.

После того как все контуры передатчика настраиваются на любой точке диапазона, можно подобрать наиболее выгодный режим работы выходного каскада передатчика. Это достигается подбором величины отрицательного смещения (с помощью потенциометра R_6), выбором наиболее выгодной связи между катушками L_2 и L_3, а также между катушками L_4 и L_5. В качестве индикатора можно воспользоваться лампочкой 24 *в*×

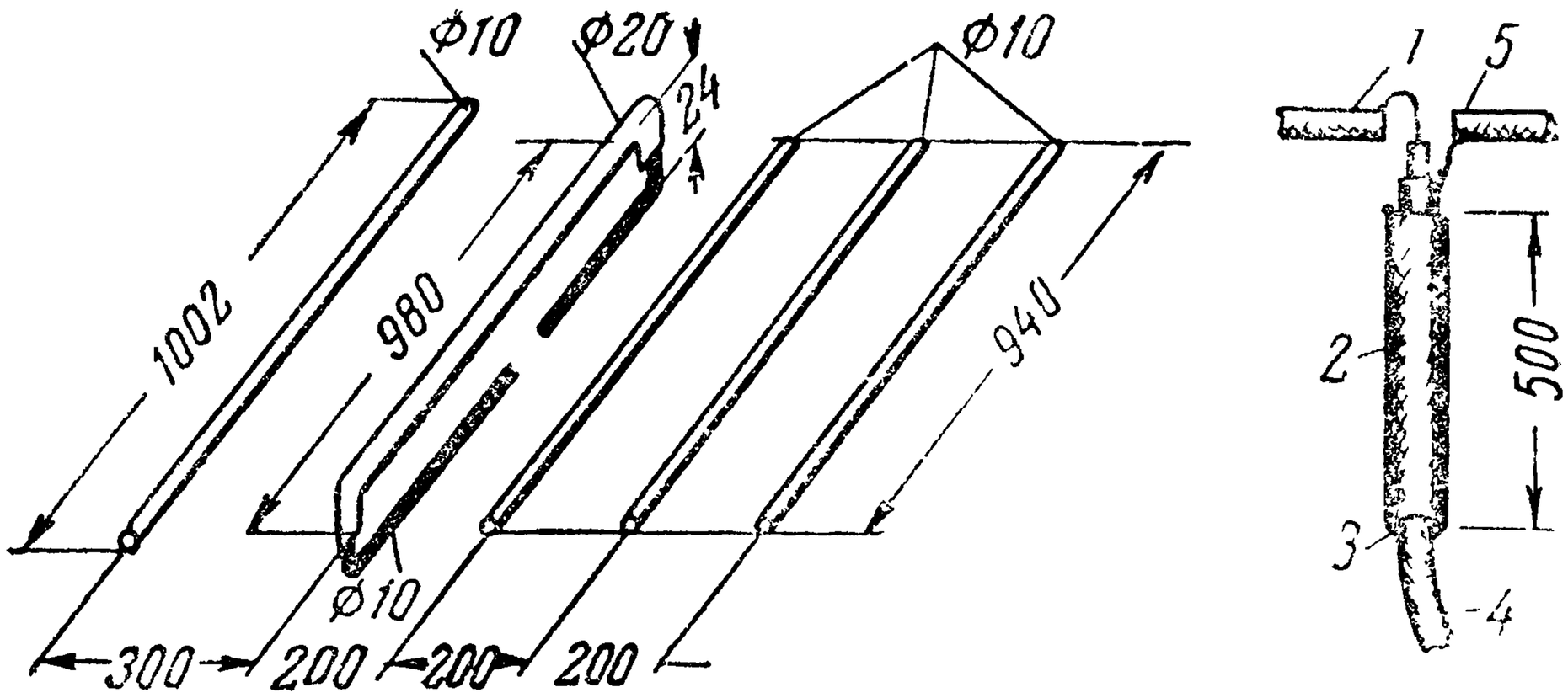


Рис. 8

$\times 2{,}5\ a$, которую следует подключить непосредственно к зажимам антенны передатчика. Подобная лампочка будет служить простейшим эквивалентом антенны. Как уже отмечалось, надо найти наиболее выгодное взаимное расположение катушек L_2 и L_3, при этом L_2 располагать не по середине L_3, а несколько ближе к одному из ее краев (нижнему по схеме, если витки катушек L_2 и L_3 намотаны на одну и ту же сторону).

При правильно выбранном режиме работы передатчика нить индикаторной лампочки, подключенная к антенной цепи, должна светиться ярко-оранжевым светом.

Налаживание модулятора ничем не отличается от налаживания усилителей низкой частоты. Величина сопротивления R_9 выбирается в зависимости от типа применяемого микрофона. В данной конструкции применен угольный микрофон с напряжением питания 4,5 *в*.

При правильно выбранном режиме работы выходного каскада и модулятора при произнесении перед микрофоном продолжительной буквы «А» яркость свечения лампочки в антенне будет несколько увеличиваться, а показания индикатора ma_1 возрастать. Налаживание последнего сводится к подбору величины связи петли L_6 с антенной катушкой L_5, которая выбирается такой величины, чтобы стрелка прибора ma_1 отклонялась примерно до середины шкалы.

Испытания передатчика заканчиваются подключением антенны и проверкой его на радиосвязь. Необходимо отметить, что при подключении антенны в зависимости от ее типа величина связи между катушками

L_4 и L_5 может быть различной. Оптимальная связь подбирается по максимальному показанию прибора ma_1 при правильной модуляции (возрастание показаний прибора при произнесении буквы «А» перед микрофоном).

В качестве антенны можно применить любую из существующих типов. Хорошие результаты дает пятиэлементная антенна, выполненная из трубок по размерам, указанным на рис. 8 (размеры в *мм*). На этом рисунке справа показан один из способов симметрирования антенны с коаксиальным кабелем типа РК-1 или РК-3. Здесь *1* и *5* — точки присоединения средней жилы и оплетки кабеля к концам петлевого вибратора. Симметрирующий стакан *2* выполняется из оплетки от коаксиального кабеля. Эта оплетка надевается на хлорвиниловую оболочку кабеля, примененного в качестве фидера антенны. Симметрирующий стакан *2* должен быть изолирован от металлической оплетки кабеля по всей длине стакана и присоединен к ней в точке *3*. Длина согласующего элемента *2*, равная около 0,5 *м*, подбирается при налаживании с таким расчетом, чтобы излучение антенны было максимальным.

Это излучение может быть определено с помощью одного из существующих типов простейших индикаторов напряженности поля или по оценке корреспондента.

С подобной антенной были проведены радиосвязи на расстоянии до 40 *км* с оценкой RSM=575, причем у корреспондента, применялась трехэлементная антенна типа «волновой канал».

САМОДЕЛЬНЫЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

В. Ровинский, М. Румянцев

Конструирование и сборка малогабаритных «карманных» радиоприемников увлекли многих радиолюбителей. Большинство деталей к таким приемникам можно приобрести в магазинах, но некоторые малогабаритные детали промышленностью не выпускаются, и радиолюбители вынуждены изготавливать их сами. К числу таких деталей относится громкоговоритель.

Каждому, кто собирает карманный приемник, желательно обеспечить громкоговорящий прием, что невозможно осуществить без хорошего громкоговорителя. Использование различных конструкций головных телефонов, микрофонных капсюлей, хотя и обеспечивает хорошее качество воспроизведения звука, не дает того эффекта, который можно получить даже с самодельным громкоговорителем. Изготовление малогабаритного громкоговорителя дело несложное. Нужны только аккуратность и тщательность обработки его деталей. Некоторые радиолюбители, располагающие хорошо оборудованной мастерской, все детали малогабаритного громкоговорителя изготавливают самостоятельно. При отсутствии соответствующих приспособлений можно использовать уже готовые конструкции громкоговорителей, существенно уменьшив их размеры.

Многие радиолюбители используют капсюли телефонов типа ДЭМ и ДЭМШ, подвергая их существенной переделке и изготавливая на их базе малогабаритные громкоговорители.

В этом сборнике мы публикуем описания нескольких типов громкоговорителей, нашедших наиболее широкое

распространение среди радиолюбителей, конструирующих «карманные» радиоприемники.

Удачно изготовленные образцы самодельных малогабаритных громкоговорителей обладают хорошей чувствительностью и обеспечивают воспроизведение звуковых частот от 200—300 *гц* до 5—6 *кгц*.

Звучание «карманного» приемника с таким громкоговорителем не хуже звучания фабричных приемников III класса.

ВЫБОР МАГНИТА И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ОБРАБОТКИ

Для получения высоких к.п.д. малогабаритных громкоговорителей магнитную систему следует выполнять из высокоэрцетивных магнитных сплавов. Наиболее подходят сплавы «АЛНИ», «АНКО» и «МАГНИКО».

В любительских условиях желательно применять магниты, не требующие значительной доработки. К таким готовым магнитам можно отнести: керновые магниты, применяемые в динамических промышленных громкоговорителях и малогабаритных микрофонах, кольцевые магниты, применяемые в динамических громкоговорителях и микрофонах, а также в сельсинах, различного рода счетчиках, и магниты прямоугольной формы, применяемые в электромагнитных звукоснимателях, реле и т. п. Нередко радиолюбитель имеет заготовки из магнитных сплавов в виде стержней или брусочков. Такие заготовки сравнительно легко обрабатывать, придавая им желаемую форму.

Наиболее трудоемким процессом в изготовлении громкоговорителя является обработка магнита. Сплав «МАГНИКО», например, поддается обработке только победитовыми резцами. Лучше обрабатывать магнит шлифовальным приспособлением, состоящим из высокооборотного электромотора, укрепленного на суппорте токарного станка. Чем больше скорость мотора, тем выше чистота обработки. Достаточно скорости 2000 оборотов в минуту. Если электромотор дает меньшую скорость, то к нему нужно приспособить ременную передачу или редуктор, позволяющий получить нужную скорость. На оси электромотора или редуктора закрепляется отрезной наждачный круг толщиной 1,5—2 *мм*. Магнит закрепляется в патроне станка. Кольцевой магнит удобнее

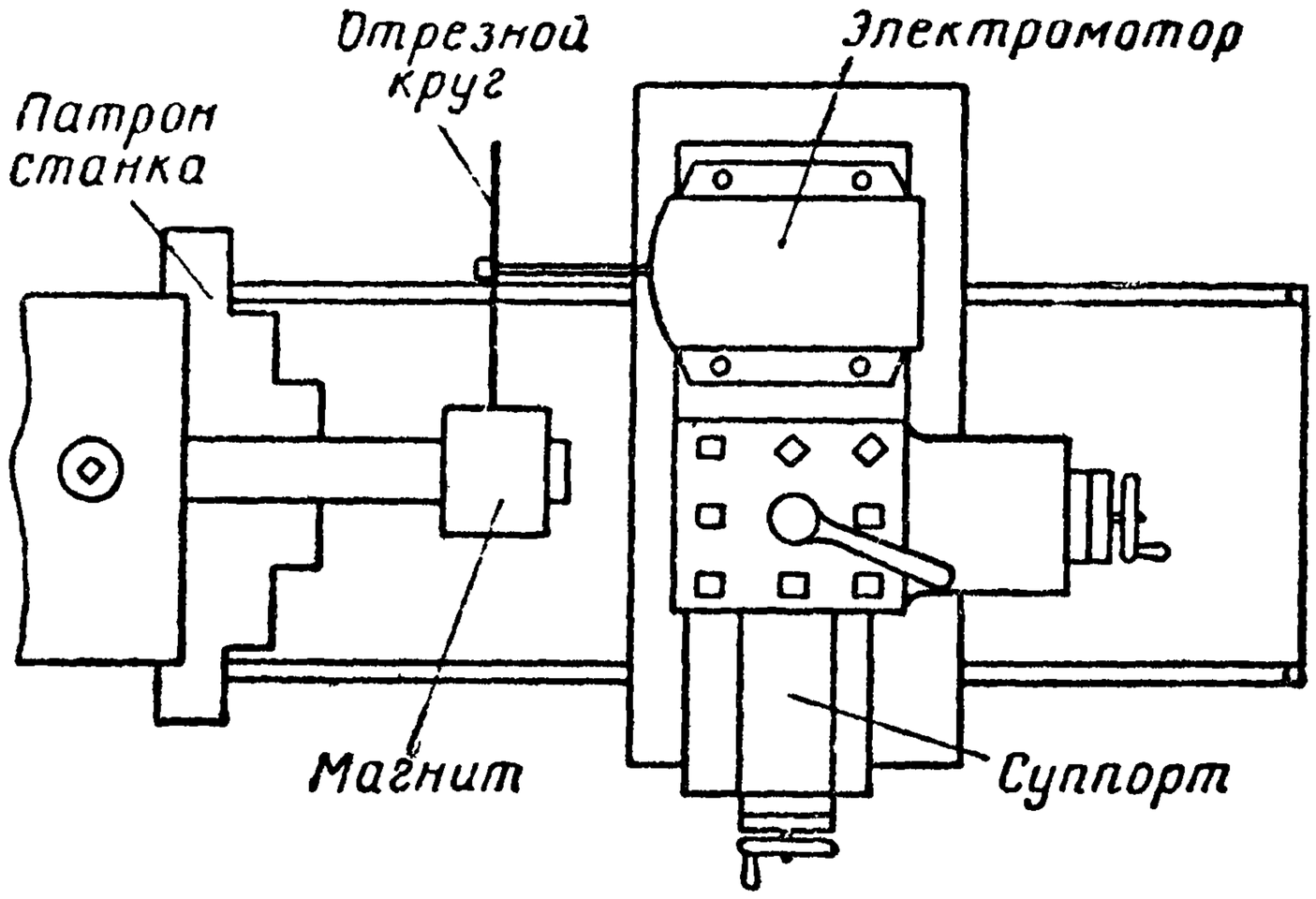


Рис. 1

обрабатывать, если его насадить на оправку из твердого дерева (дуб, бук). Деревянный брусок зажимают в патрон и протачивают до диаметра, равного внутреннему диаметру магнита с некоторым припуском (0,2—0,3 *мм*), а затем на него насаживают магнит. Патрон станка с зажатым магнитом вращается с возможно меньшей скоростью (40—60 *об/мин* в направлении, обратном вращению отрезного круга). При бо́льших скоростях чистота обработки уменьшается. Ось, на которой закреплен отрезной круг, параллельна шпинделю станка (рис. 1). Поперечная подача отрезного круга осуществляется вращением ручки поперечного перемещения суппорта. Вращать ручку нужно осторожно, без чрезмерных усилий, магнит смачивать холодной водой или эмульсией.

Торцы полученного магнита нужно отшлифовать на плоскошлифовальном станке. Если такого станка нет, то шлифовку можно произвести тем же приспособлением на токарном станке. Для этого на оси мотора закрепляется мелкозернистый наждачный круг. Ось мотора составляет со шпинделем угол в 30—40° (рис. 2). Патрон станка вращается со скоростью 40—60 *об/мин* в ту же сторону, что и наждачный камень, который медленно перемещают по торцу магнита. Магнит нужно смачивать водой или эмульсией, употребляемой при токарных работах.

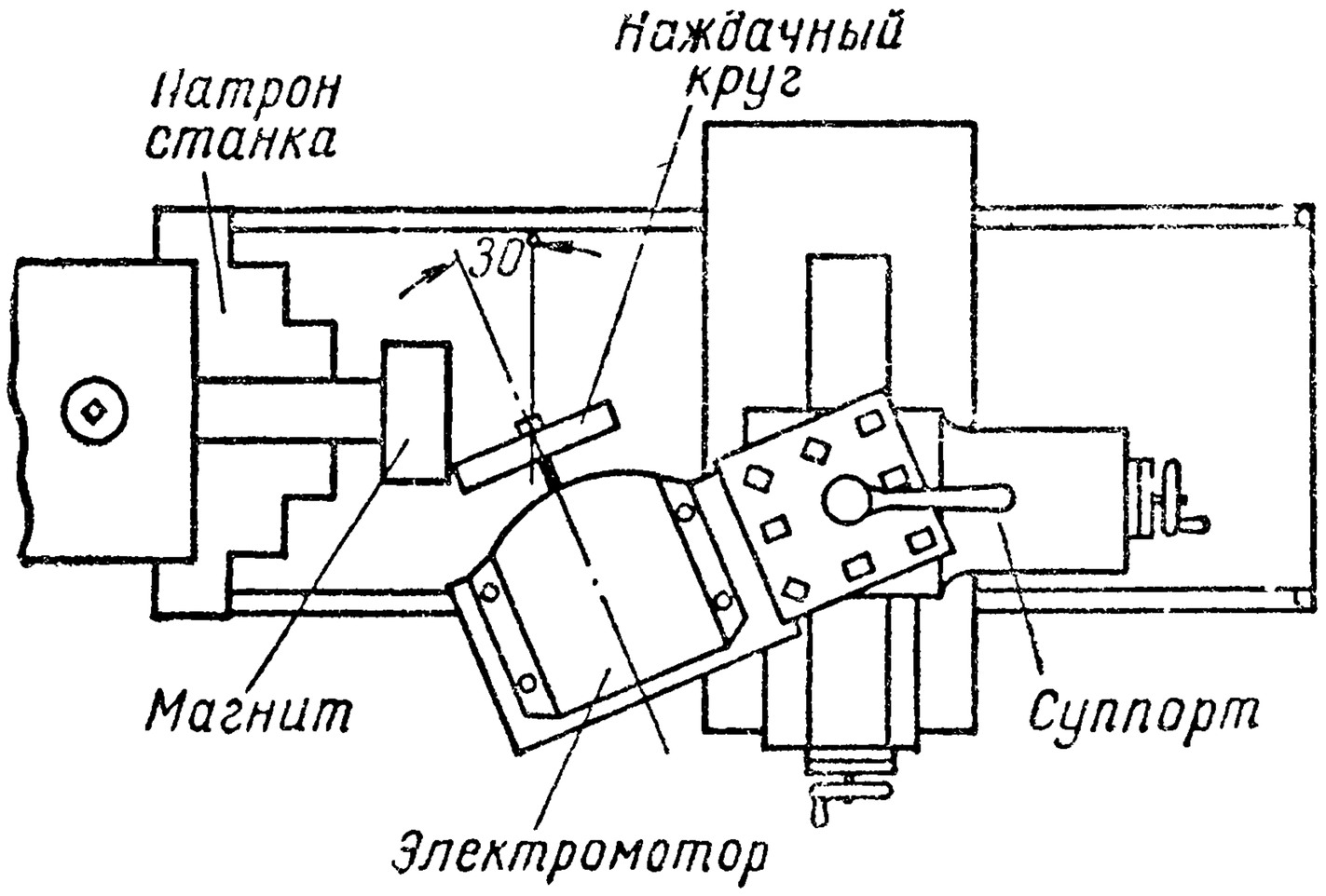


Рис. 2

Таким приспособлением удобно пользоваться при расточке отверстий в магнитах и для уменьшения наружного диаметра магнита. Для этого мотор, вращающий камень, ставится в положение, указанное на рис. 1, и на оси его закрепляется соответствующий камень.

Магниты прямоугольной формы можно отрезать и без описанного приспособления. Для этого ось с закрепленным на ней наждачным кругом зажимают в патроне токарного станка. Магнит укрепляют в резцедержателе. Станок включается на максимальные обороты.

Если шпиндель станка не может дать 2000 и более оборотов, то резание наждачными дисками опасно, так как камень может рассыпаться. Это необходимо учитывать, и к обработке магнита отнестись очень осторожно. Передвигая суппорт с магнитом в поперечном направлении, отрезают излишек магнита. Торцы магнитов, отрезанные таким способом, не нуждаются в шлифовке. Точную доводку магнита производят с помощью мелкозернистой наждачной бумаги.

Обработка резцом круглого магнита производится в направлении, перпендикулярном осевой линии (рис. 3).

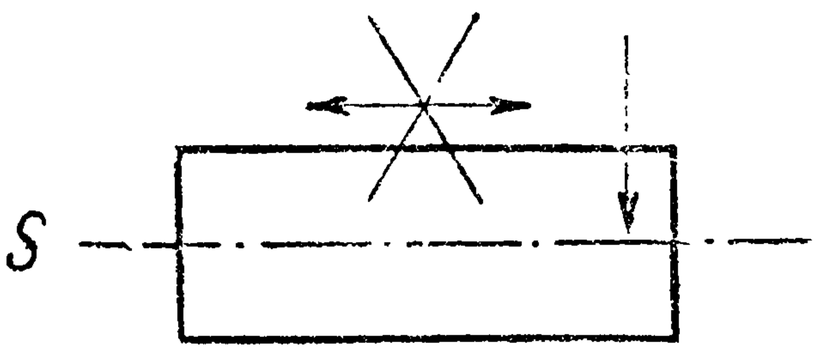


Рис. 3

Обработка вдоль осевой

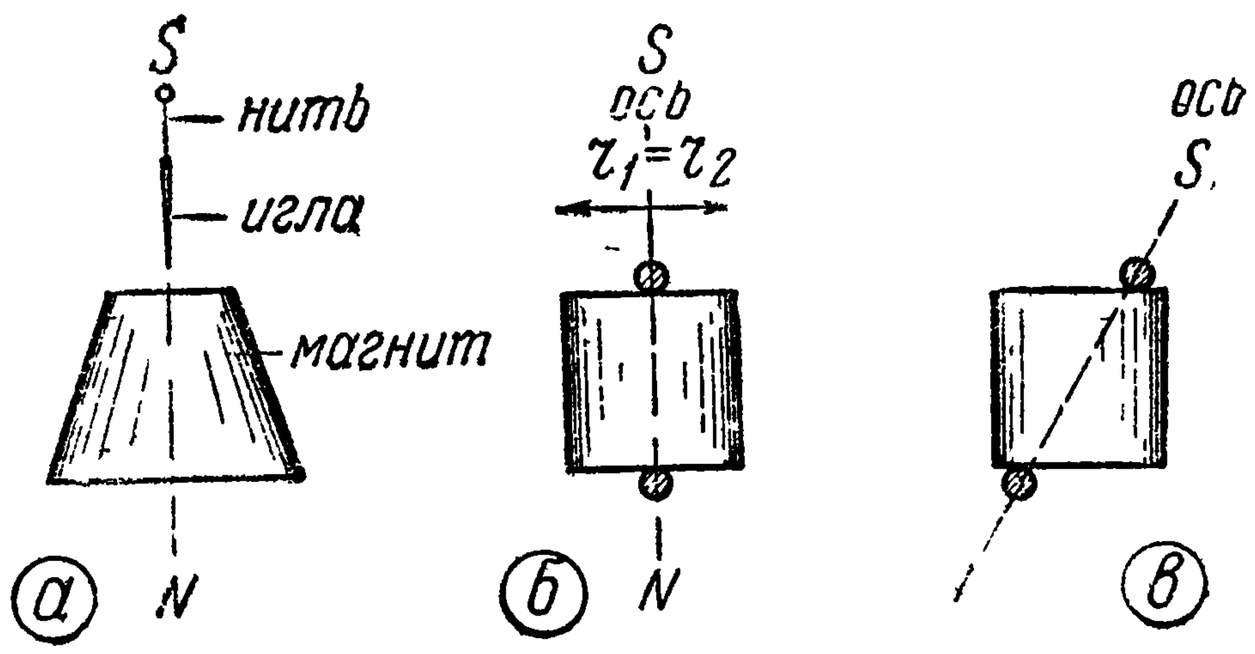


Рис. 4

линии магнита недопустима, так как в этом случае магнит крошится.

Определить ось магнита можно, пользуясь швейной иголкой с ниткой или, на плоских магнитах, маленьким стальным шариком (рис. 4). Шарик, попадая в магнитное поле, перемещается, устанавливаясь на осевую линию. Игла также указывает направление осевой линии магнита.

Магнит, имеющий свою ось в центре заданной геометрической фигуры, обладает равномерным полем и хорошо работает в системе магнитопровода (см. рис. 4).

Магнит рис. 4,*в* создаст различную концентрацию поля в зазоре, что ослабит действие потока на звуковую катушку. Такая система работает плохо.

На рис. 5 показаны две магнитные системы с различно ориентированной осью магнита. Как видно из рис. 5,*а*, основной поток проходит через зазор в магнитной системе с нормально выбранной осевой линией. На рис. 5,*б* показано, что большая часть магнитного потока замыкается на магнитопровод, минуя рабочий зазор.

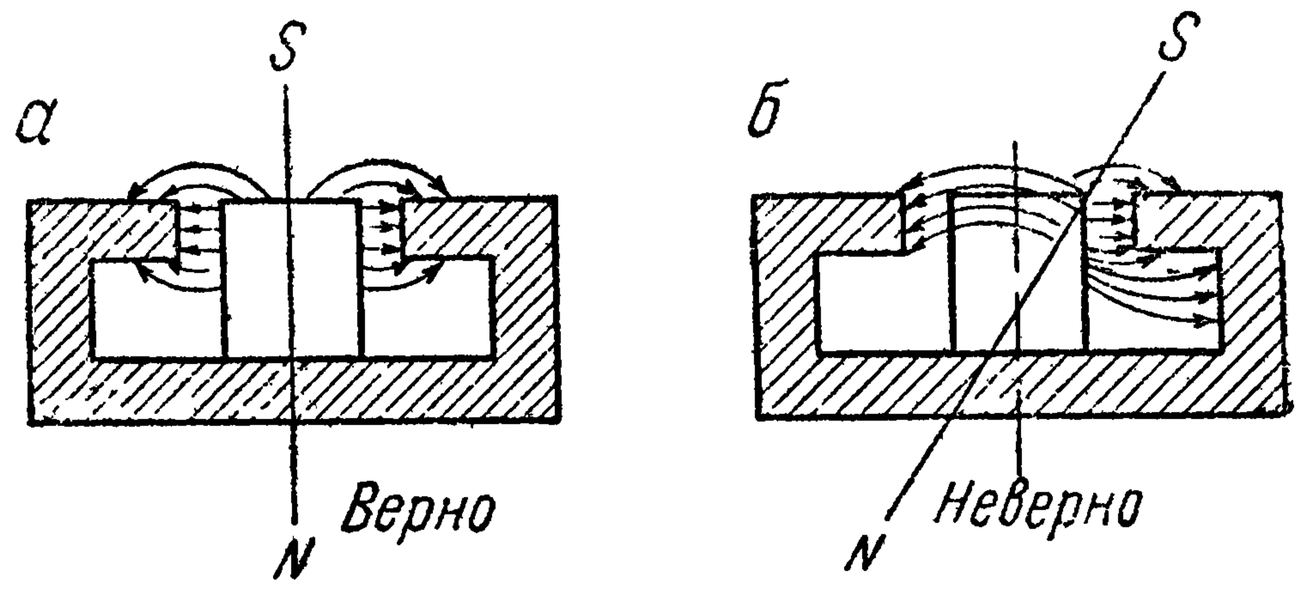


Рис. 5

Для сравнения можно привести следующие экспериментальные данные. Магнитные системы, выполненные из одинаковых материалов, но имеющих разную ориентировку осевых линий магнитов, удерживают различный груз (рис. 6).

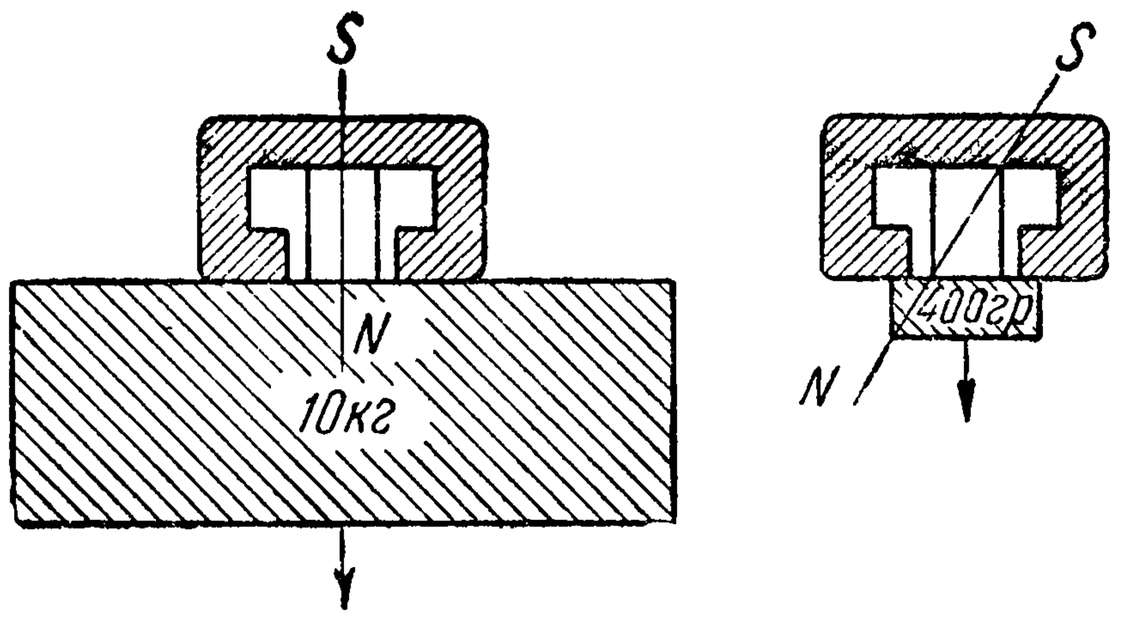


Рис. 6

Некоторые любители режут заготовки из готовых магнитов, применяемых в различных приборах. При обработке нужно правильно выбрать участок магнита, пригодный для использования в малогабаритном громкоговорителе. Для наглядности на рис. 7 приведено расположение осевых линий в отдельных частях разрезанного подковообразного магнита.

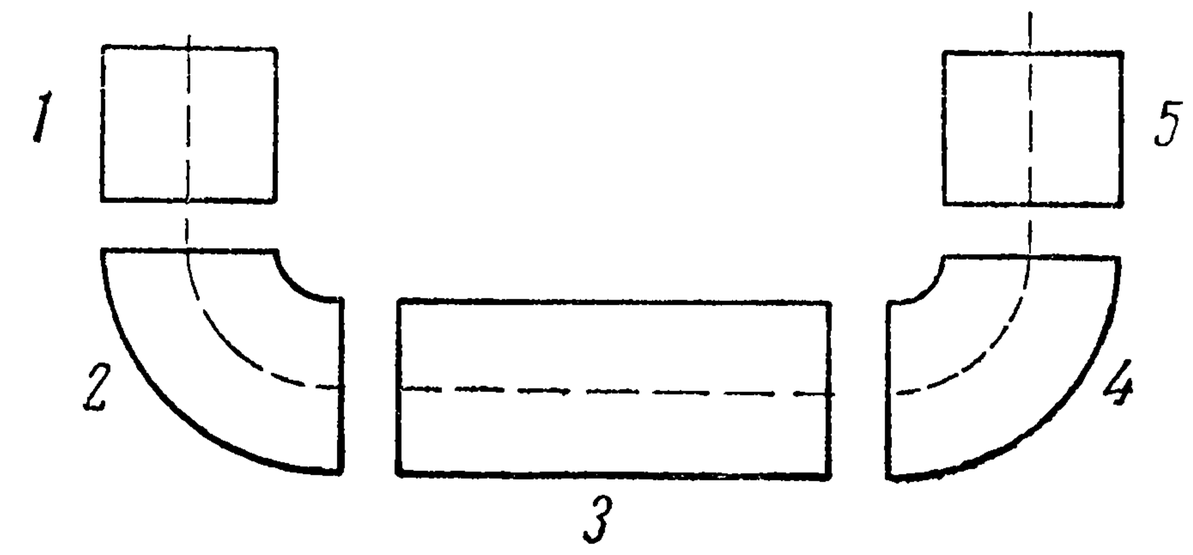


Рис. 7

Заготовки *2, 4* использовать нельзя, а *1, 3* и *5* имеют правильную ориентировку осевой линии и являются наиболее подходящими для громкоговорителей.

Магнитопровод для громкоговорителя изготавливается из малоуглеродистых сталей. Наилучшим материалом является «АРМКО», но с успехом можно применять и сталь обычных марок, например Ст. 10.

После обработки магнитопровод желательно отжечь.

МАГНИТНЫЕ СИСТЕМЫ

Многие радиолюбители в погоне за малыми габаритами громкоговорителя допускают грубую ошибку, сильно сокращая размеры магнитопровода. Это ведет к тому, что даже при сильном магните громкоговоритель работает с малой отдачей. Получается это из-за того, что в неправильно сделанном магнитопроводе большая часть потока замыкается, минуя зазор. Как показала

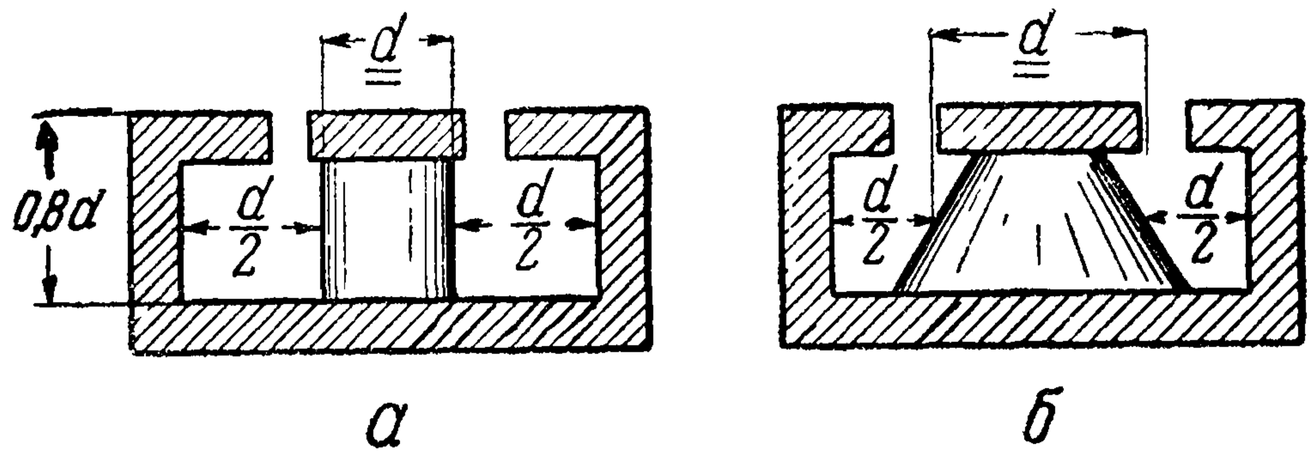


Рис. 8

практика, оптимальное расстояние от магнита до внутренней стенки магнитопровода должно быть равно примерно половине диаметра магнита (керна) (рис. 8).

Наиболее простой в изготовлении и надежной в работе является «открытая» скоба с керновым магнитом цилиндрической или конической формы (см. рис. 8,*а* и 8,*б*).

Применение накладки («пятачка») на магнит уменьшает возможность касания звуковой катушки керна магнита и позволяет использовать магнит нецилиндрической формы.

В магнитной системе, изображенной на рис. 9, используется кольцевой магнит размерами 30×40×7. Этот магнит (дет. *1*) отрезается от кольца из сплава «МАГНИКО» описанным выше способом. Детали *2* и *3* вытачиваются из сплава «АРМКО» или малоуглеродистой стали, например, Ст. 10. Для предохранения от ржавчины эти детали нужно оцинковать. Если это трудно сделать, то можно прибегнуть к следующему простому способу: нагреть деталь до темно-красного каления, опустить в машинное масло и постепенно охлаждать. Поверхность детали покрывается тонким слоем окисла темно-синего, почти черного цвета. Эта пленка хорошо предохраняет металл от коррозии.

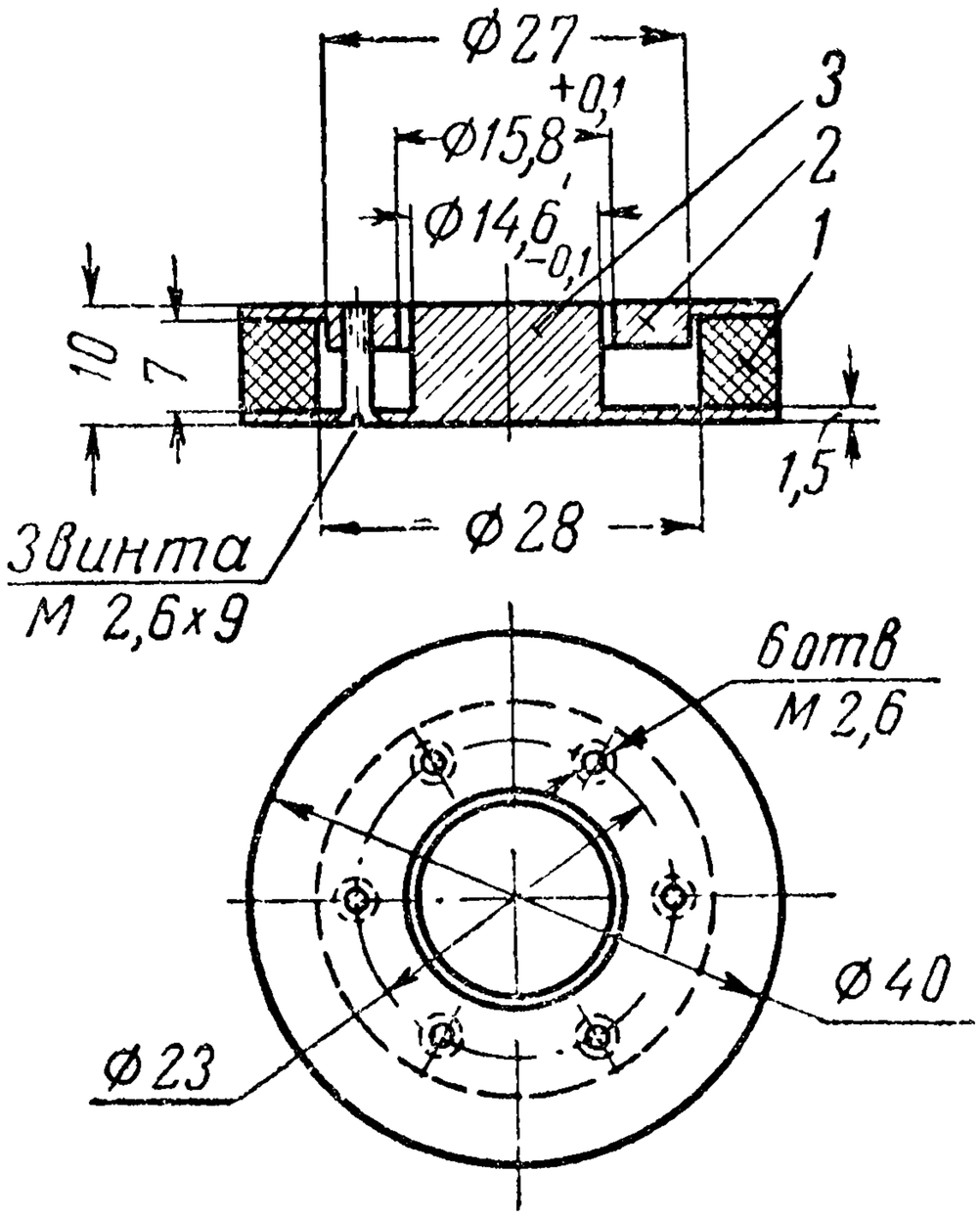


Рис. 9

Места соединения деталей с магнитом следует зачистить мелкозернистой наждачной бумагой, так как слой окисла оказывает лишнее сопротивление магнитному потоку, а это значительно снижает чувствительность громкоговорителя.

Для центрирования магнитной системы в магнитный зазор вводится трубка, изображенная на рис. 10. Магнитная система стягивается тремя винтами М2,6 «впотай». Концы винтов нужно спилить «заподлицо» с деталью *2*. Винты изготавливаются из немагнитного материала, например латуни.

Магнитную систему можно также склеить. Торцы магнита смазываются клеем БФ-2, магнит зажимается между деталями *2* и *3*, в магнитный зазор вводится трубка (см. рис. 10), и вся система прогревается на электроплитке или газовой горелке до температуры не более 120—150° С. Нагревание свыше 150° С недопустимо — магнитный сплав теряет свои свойства, а клей сгорает, не склеивая детали. После склейки трубка вынимается. Такая магнитная система используется в сравнительно мощных громкоговорителях, имеющих плотный диффузор.

Для маломощного громкоговорителя желательно использовать магнитную систему меньшего размера. Такая система изображена на рис. 11. Магнит (*1*) ее имеет размеры 30×22×7. Детали *2* и *3* выточены из мягкого

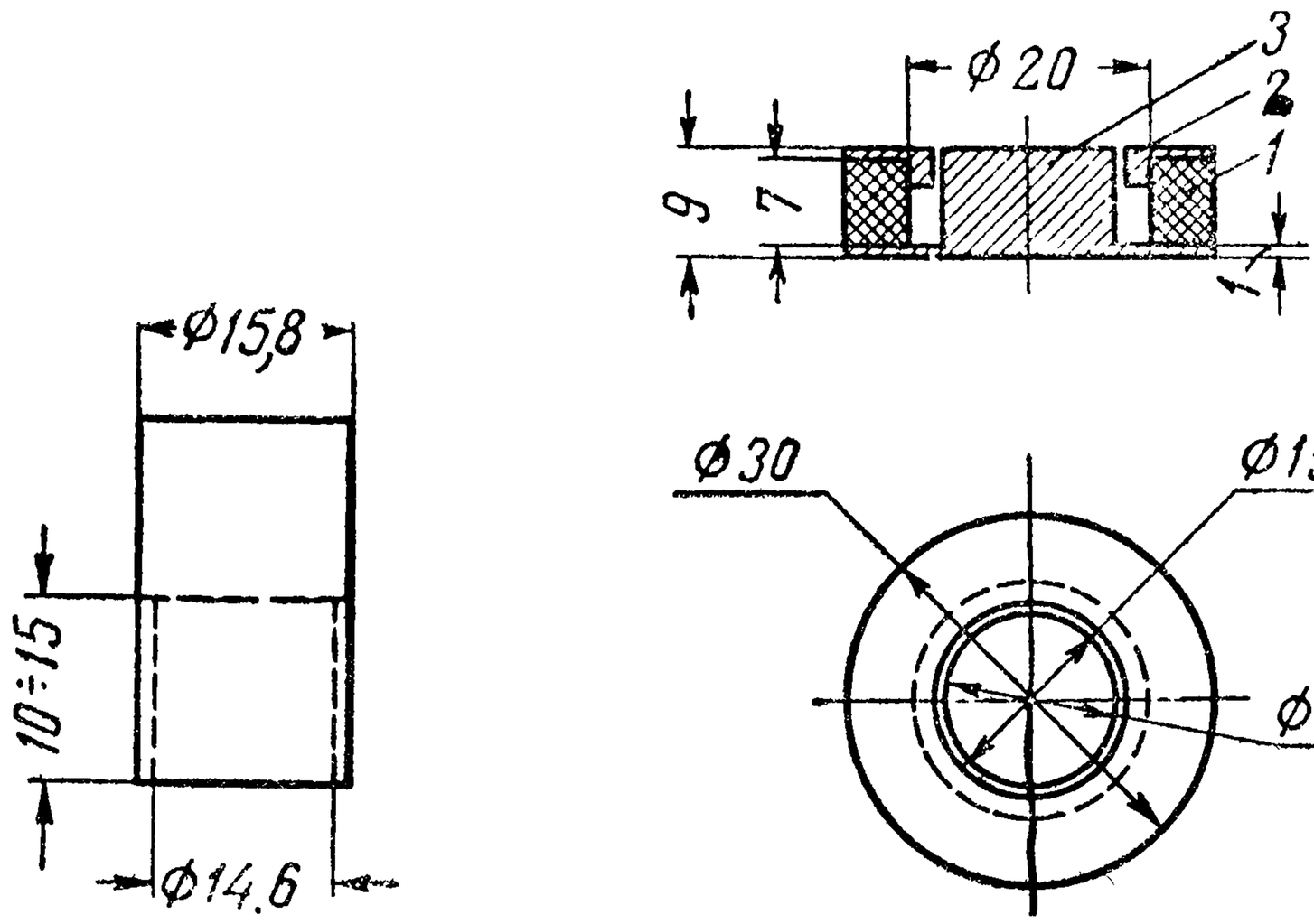


Рис. 10

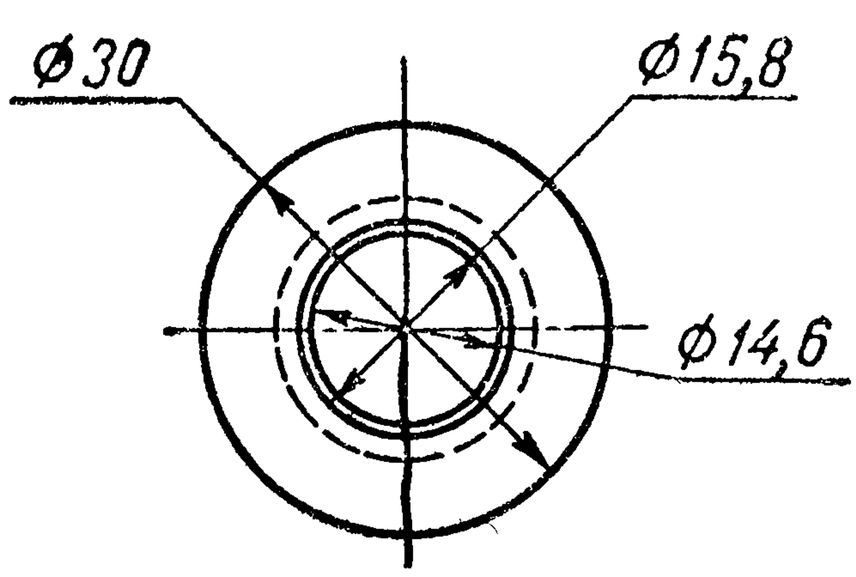


Рис. 11

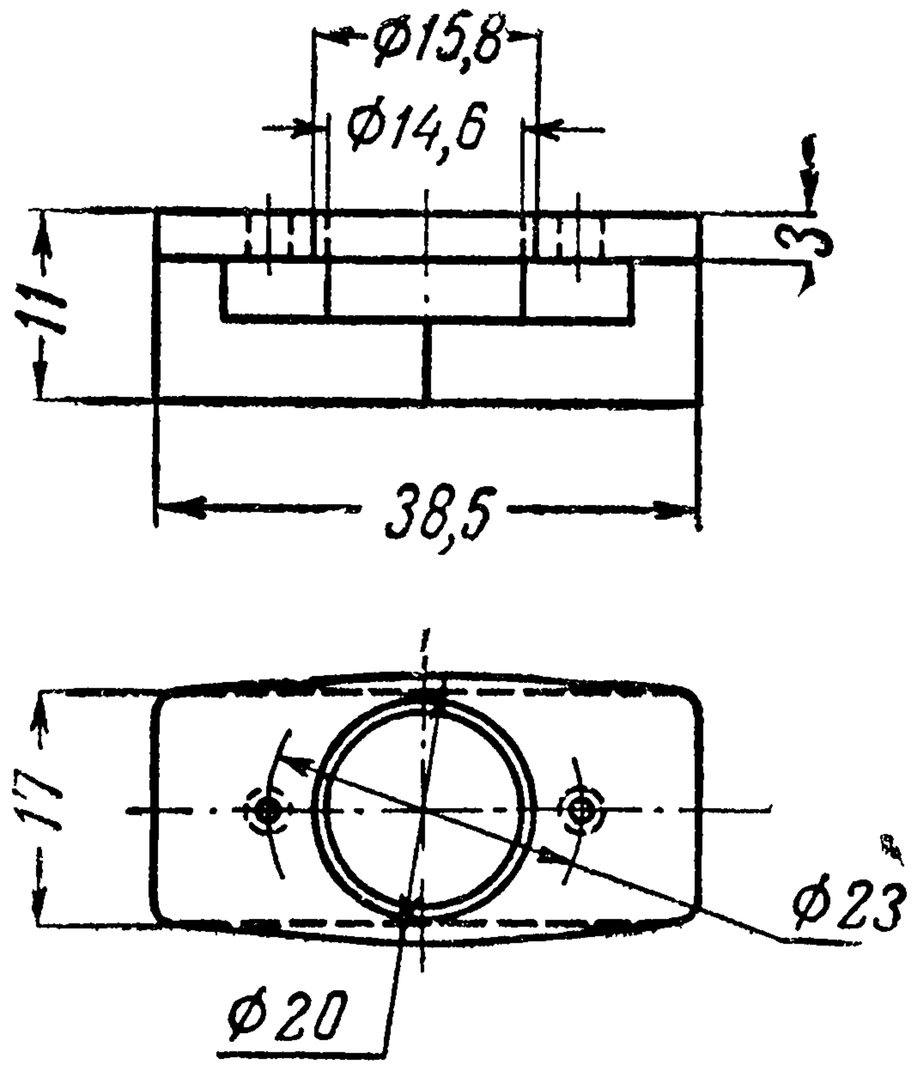


Рис. 12

железа и склеиваются с магнитом клеем БФ-2.

Простую магнитную систему можно сделать из двух магнитов от реле РП-5 (рис. 12). Детали *2* и *3* изготавливаются также из сплава «АРМКО» или малоуглеродистой стали. Детали магнитной системы смазывают клеем БФ-2, сжимают струбцинами и после высыхания клея магнитная система готова к употреблению. Если магниты срезать так, как показано на рис. 13,*б*, то можно изготовить более компактную магнитную систему (рис. 13,*а*).

Рис. 13

НАМАГНИЧИВАНИЕ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ

После сборки любой магнитной системы ее следует намагнитить. Для намагничивания системы с кольцевым магнитом из изоляционного материала вытачивается или склеивается катушка с внутренним диаметром, равным наружному диаметру магнитной системы. Размеры ка-

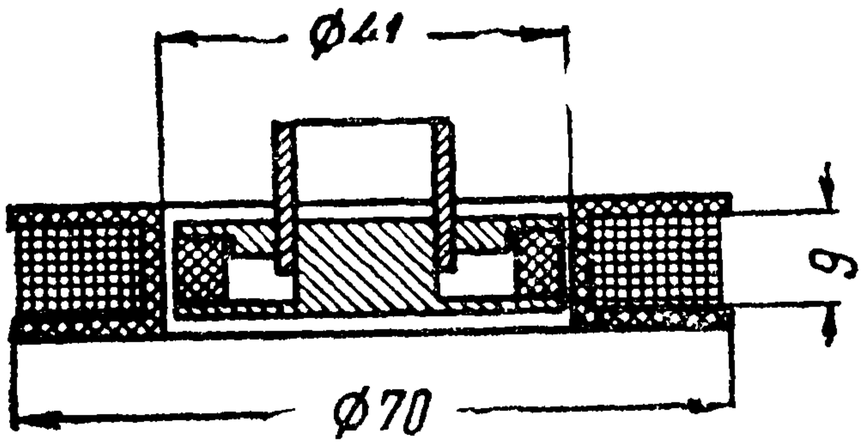


Рис. 14

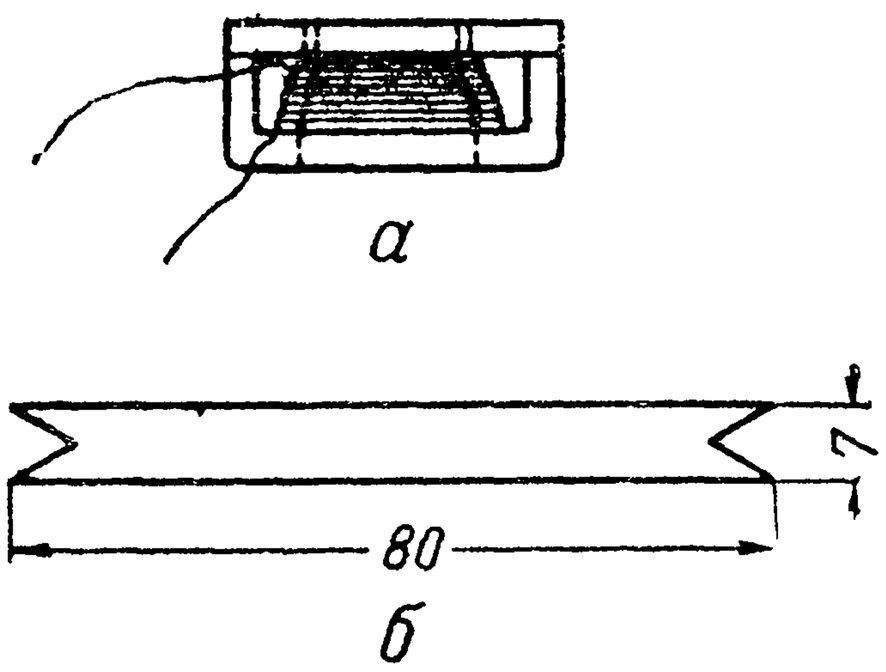


Рис. 15

тушки для намагничивания системы, изображенной на рис. 9, приведены на рис. 14; катушка содержит 150—200 витков провода ПЭЛ 0,4. Магнитная система с трубкой из магнитного материала — малоуглеродистой стали — в магнитном зазоре помещается внутрь катушки. Катушка включается в сеть переменного тока напряжением 127 или 220 *в* через отрезок медной проволоки диаметром 0,1 *мм* и длиной 40—60 *мм*. При включении в сеть эта проволочка, играющая роль плавкого предохранителя, мгновенно перегорает. Импульс тока, проходя по обмотке, создает сильное магнитное поле, намагничивающее магнит.

Магнитную систему с керновым магнитом можно намагнитить по тому же принципу. Провод ПЭЛ 0,4 при помощи челнока (рис. 15,*б*) наматывается на керн до заполнения свободного пространства внутри магнитной системы. В магнитный зазор вводится трубка из магнитного материала, и катушка включается в сеть через такой же плавкий предохранитель.

Если у радиолюбителя есть выпрямитель, дающий напряжение 150—250 *в* при токе 3—5 *а*, то он может сделать универсальное приспособление для намагничивания магнитов и магнитных систем. Размеры приспособления приведены на рис. 16. Все детали изготавливаются из малоуглеродистой стали. Обмотка катушек содержит несколько тысяч витков провода ПЭШО 1,0—0,8 *мм*, катушки соединяются последовательно. Установка магнитных систем с кольцевым и керновым магнитами показана соответственно на рис. 17,*а* и *б*.

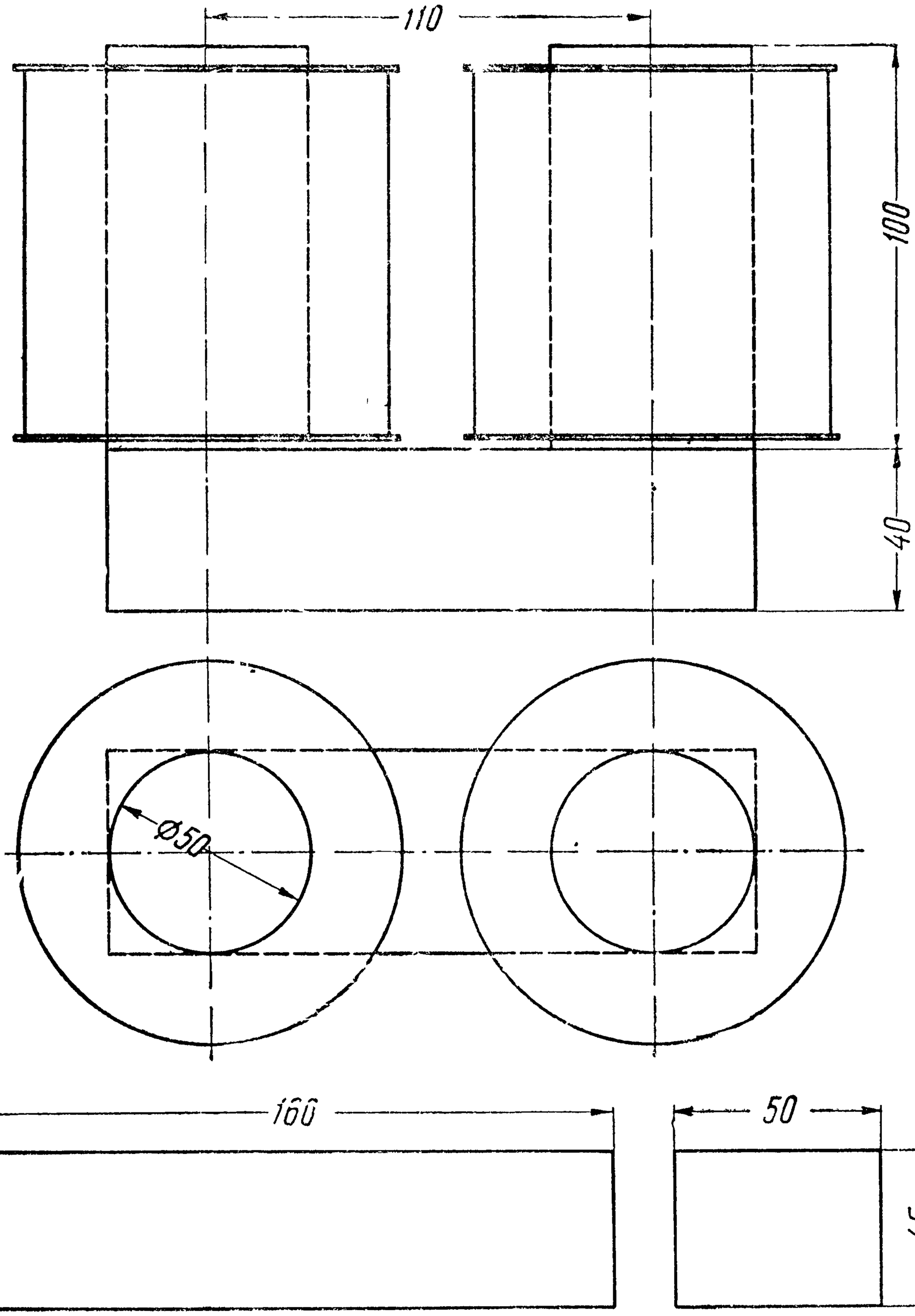


Рис. 16

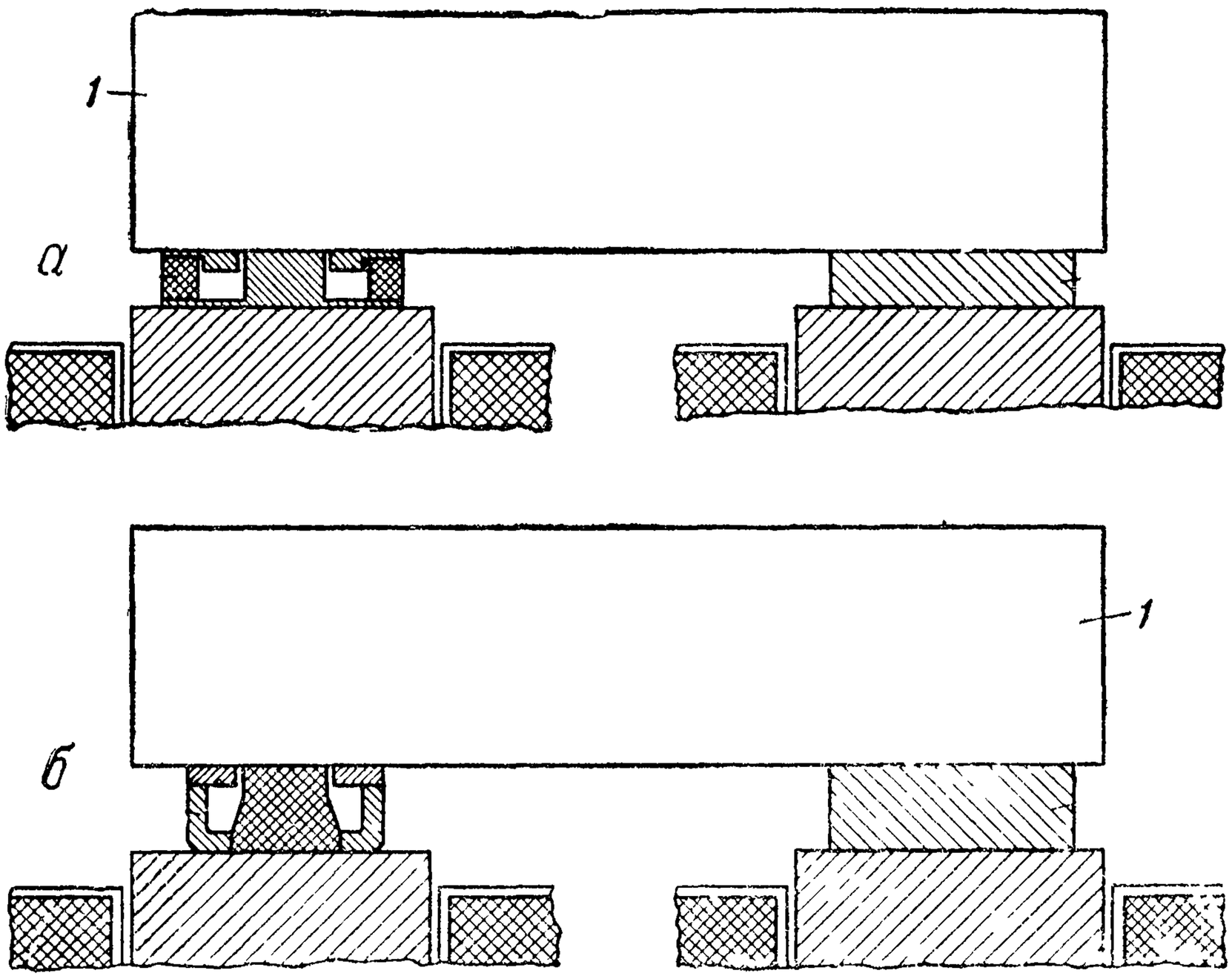


Рис. 17

Во всех случаях размеры накладок выбираются с таким расчетом, чтобы накладка (дет. *1*) прилегала к металлу всей плоскостью.

Намагничивание производится следующим образом: один конец обмотки подключают к одному из выводов выпрямителя, а второй несколько раз кратковременно, на доли секунды, подсоединяют ко второму выводу. В момент разрыва цепи по катушкам протекает большой ток, создающий сильный магнитный поток, проходящий через магнит.

Намагничивание других систем производится аналогичным образом.

Качество намагничивания можно проверить, поднимая стальной груз величиной 4—8 *кг*. Если магнит держит такой груз, то процесс намагничивания можно считать законченным. Если же величина поднимаемого груза мала (0,5—1 *кг*), то процесс намагничивания повторяют снова.

Степень намагничивания во многом зависит от качества обработки склеиваемых поверхностей магнита и магнитопровода. Это следует учесть при изготовлении магнитной системы.

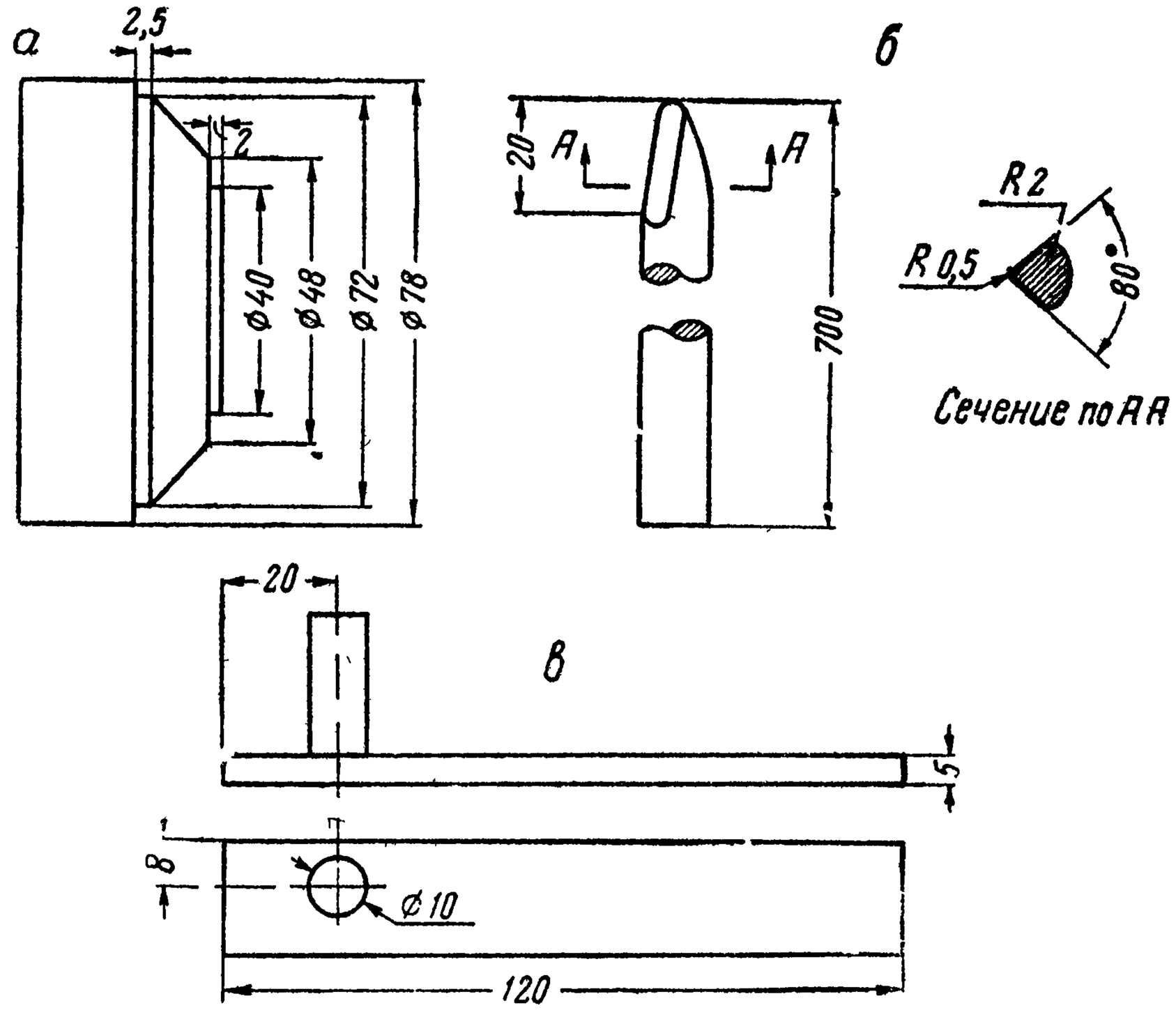


Рис. 18

Закончив намагничивание, еще раз очищают зазор от случайной пыли и металлических стружек; для этой цели в магнитный зазор вводят «ушко» тонкой швейной иглы. Таким образом можно легко «выудить» всю металлическую пыль.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДИФФУЗОРОДЕРЖАТЕЛЯ

Закончив работу с магнитной системой, можно приступить к изготовлению диффузородержателя.

Держатель выдавливается на токарном станке из мягкого листового алюминия толщиной 0,8—1,0 *мм*. Для этого из стали, латуни или дюралюминия вытачивается оправка (рис. 18). Поверхность оправки должна быть тщательно зачищена. Из стального прутка диаметром 15—17 *мм* изготавливается давильник, длина которого должна быть не менее 60 *см* (рис. 18,*б*). Грани его должны быть тщательно зачищены, ребра скруглены.

Оправку зажимают в патроне токарного станка. На торец ее накладывают диск из алюминия диаметром на 10—15 *мм* больше диаметра оправки. Этот кружок че-

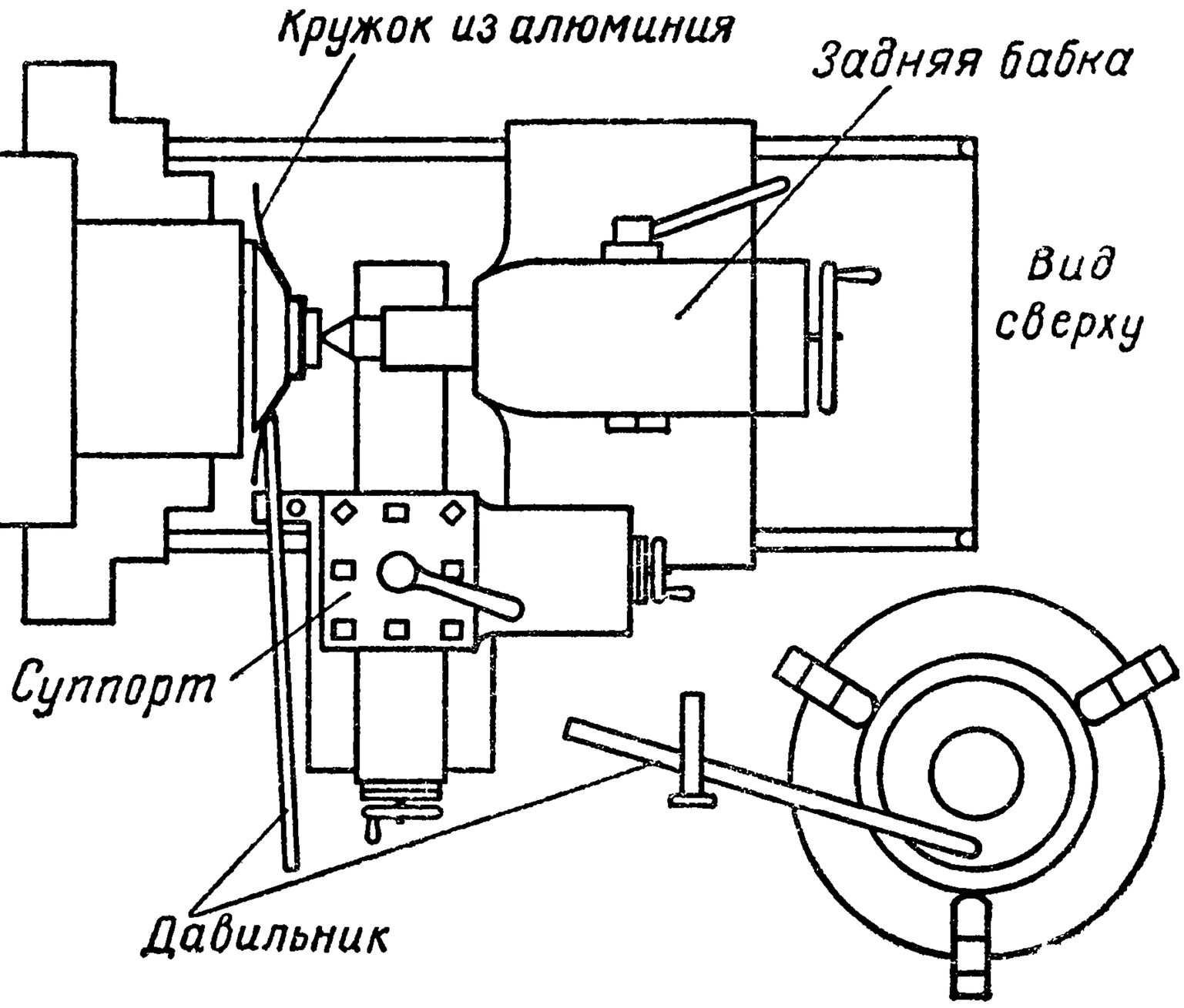


Рис. 19

рез шайбу (рис. 19) прижимают к оправке вращающимся центром, вставленным в заднюю бабку станка. В резцедержателе зажимают упор для давильника (рис. 18,*в*). Наружную сторону алюминиевого диска смазывают машинным маслом. Один конец давильника должен быть расположен несколько ниже центра оправки, другой его конец пропускается под мышкой. Включают станок и, действуя давильником, как рычагом, держа его в руках и опираясь на упор, зажатый в резцедержателе, прижимают давильник к алюминиевой пластине полукруглой стороной. Конец давильника перемещают от центра к краям, выдавливая чашку диффузородержателя (см. рис. 19). Выдавленный диффузородержатель обрабатывается мелкой шкуркой с машинным маслом. Затем он снимается с оправки; выступающие края заготовки, оставшиеся после давления, срезаются и в держателе сверлятся 6—8 отверстий диаметром 12—15 *мм*. Окончательные размеры диффузородержателя приведены на рис. 20. Таким же способом изготавливается диффузородержатель и для громкоговорителя диаметром 70 *мм*. Размеры оправки для него приведены на рис. 21.

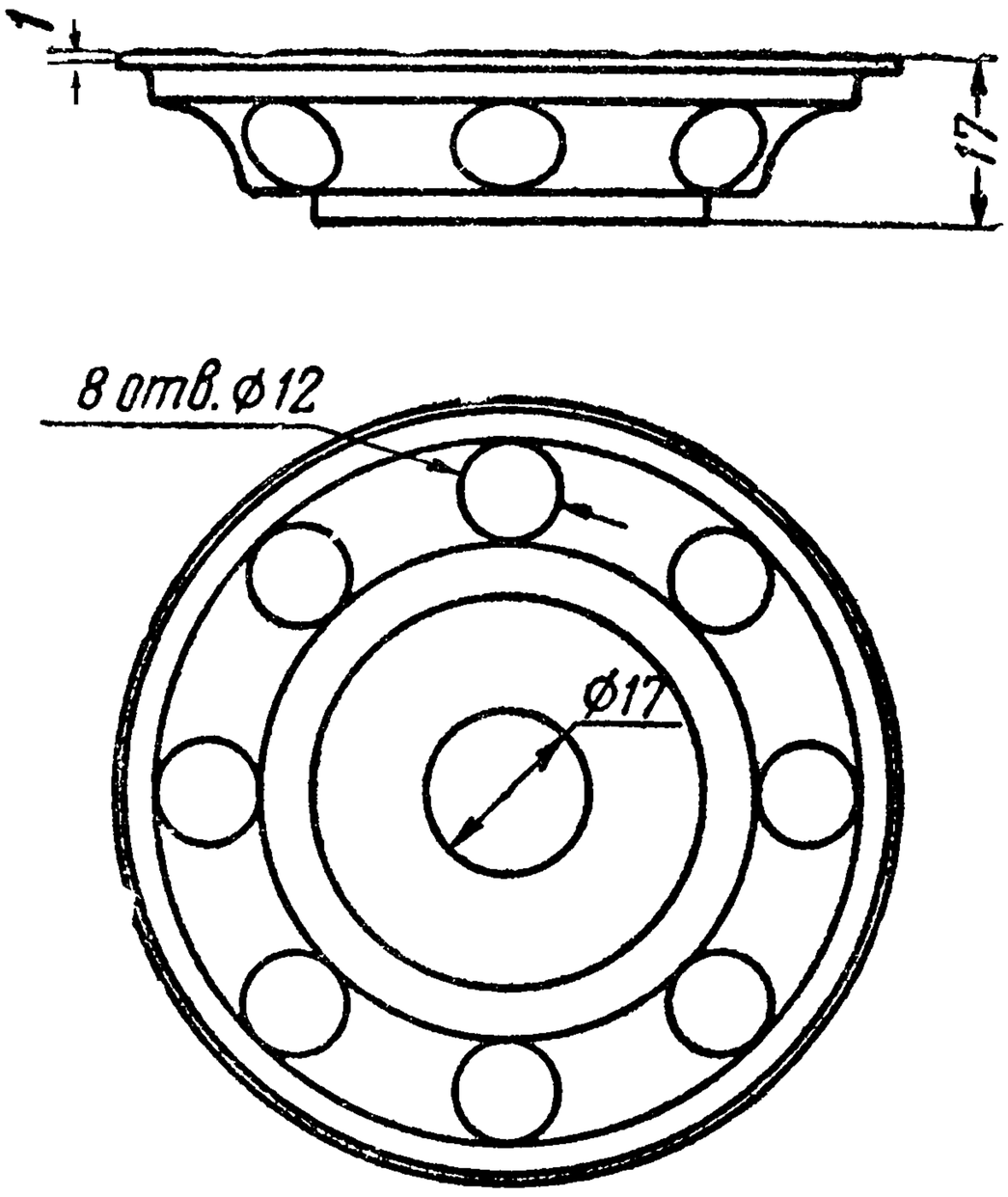


Рис. 20

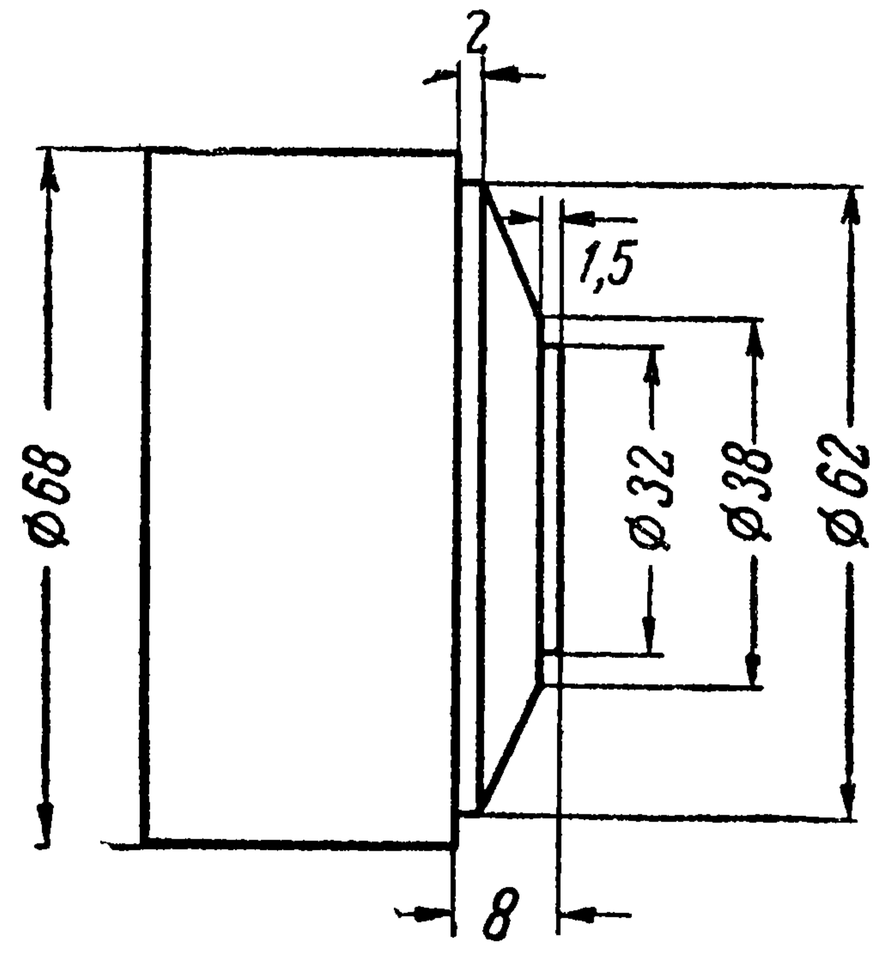


Рис. 21

Если изготовить такой держатель затруднительно, его можно сделать из куска латуни или жести толщиной 0,8—1,0 *мм*. Размеры заготовки приведены на рис. 22,*а* (заштрихованные участки вырезаются). По краям заготовки делается отбортовка высотой 1,0—

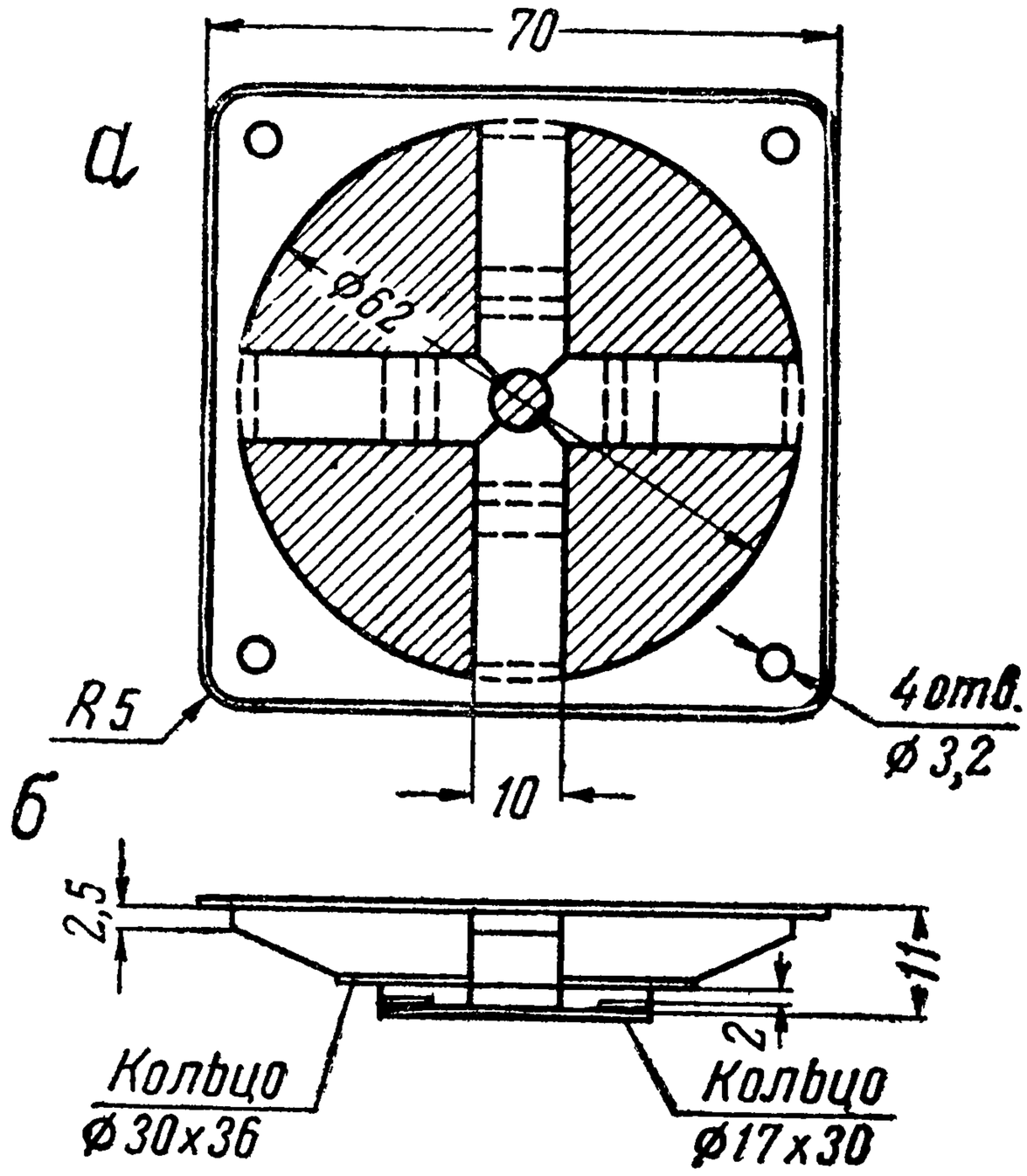


Рис. 22

1,5 *мм*. Лапки шириной 10 *мм* изгибаются по пунктирным линиям так, как показано на рис. 22,*б*, и к ним припаивается кольцо диаметром 30 *мм*, шириной 6 *мм*, вырезанное из листовой латуни толщиной 0,6—0,8 *мм*.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДИФФУЗОРА И ЦЕНТРИРУЮЩЕЙ ШАЙБЫ

Материалом для изготовления диффузоров малогабаритных громкоговорителей может служить различная бумага. Так, для промкоговорителей мощностью порядка 10—20 *мвт* пригодна тонкая промокательная бумага. Плотная промокательная бумага применяется для громкоговорителей с мощностью порядка 20—50 *мвт*. Фильтровальная бумага, которая используется в химической промышленности, идет на изготовление диффузоров для громкоговорителей мощностью 50—150 *мвт*.

Для громкоговорителей мощностью 150—250 *мвт* нужно применять бумагу от диффузоров динамических громкоговорителей мощностью 0,5—1 *вт*. Можно использовать и не слишком толстую гладкую оберточную бумагу.

Центрирующие шайбы изготавливают из бумаги в два раза тоньше, чем бумага, идущая на изготовление диффузора.

Для придания диффузору некоторой жесткости по конусу можно делать круговые выступы малого диаметра, которые впоследствии хорошо пропитываются и не являются гофром.

Пуансон (рис. 23) вытачивается из дюралюминия или другого металла на токарном станке.

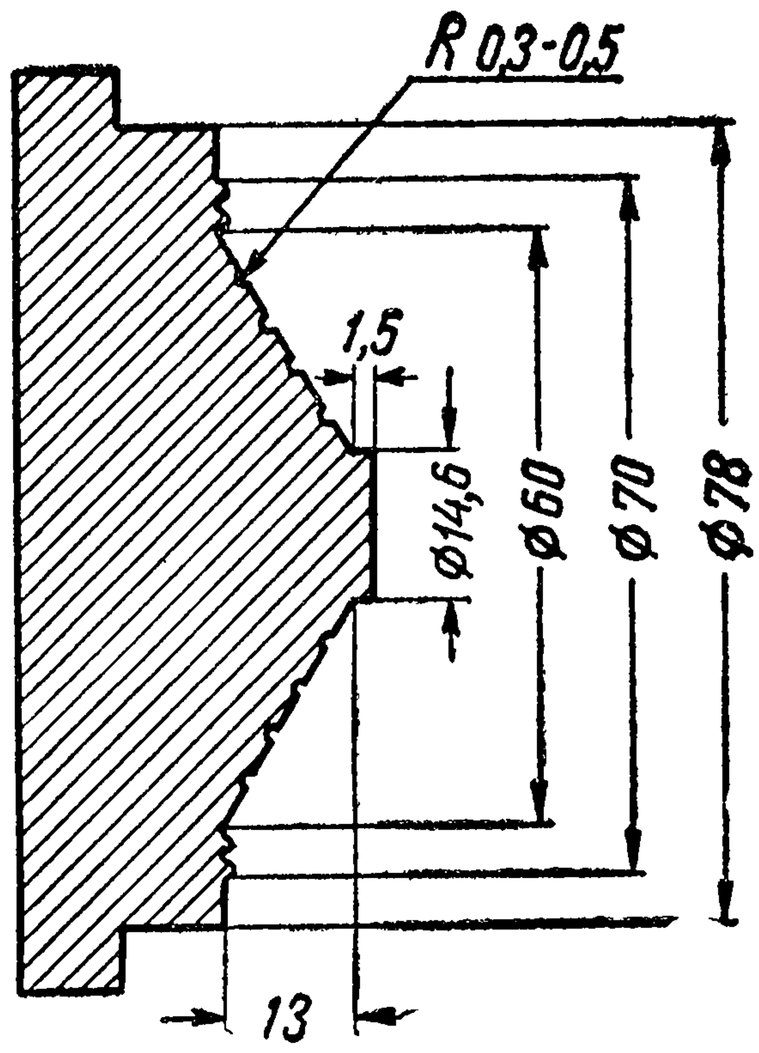


Рис. 23

Матрица отливается из свинца. Для этого на пуансон надевается цилиндр, свернутый «внахлест» из листового алюминия или жести (рис. 24). Пуансон нагревается, и в ци-

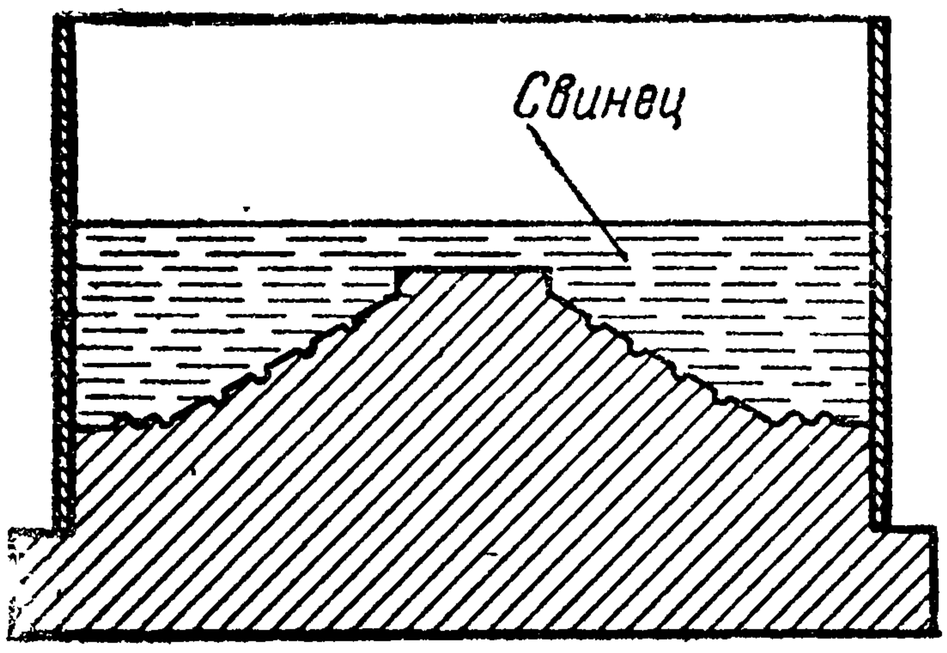


Рис. 24

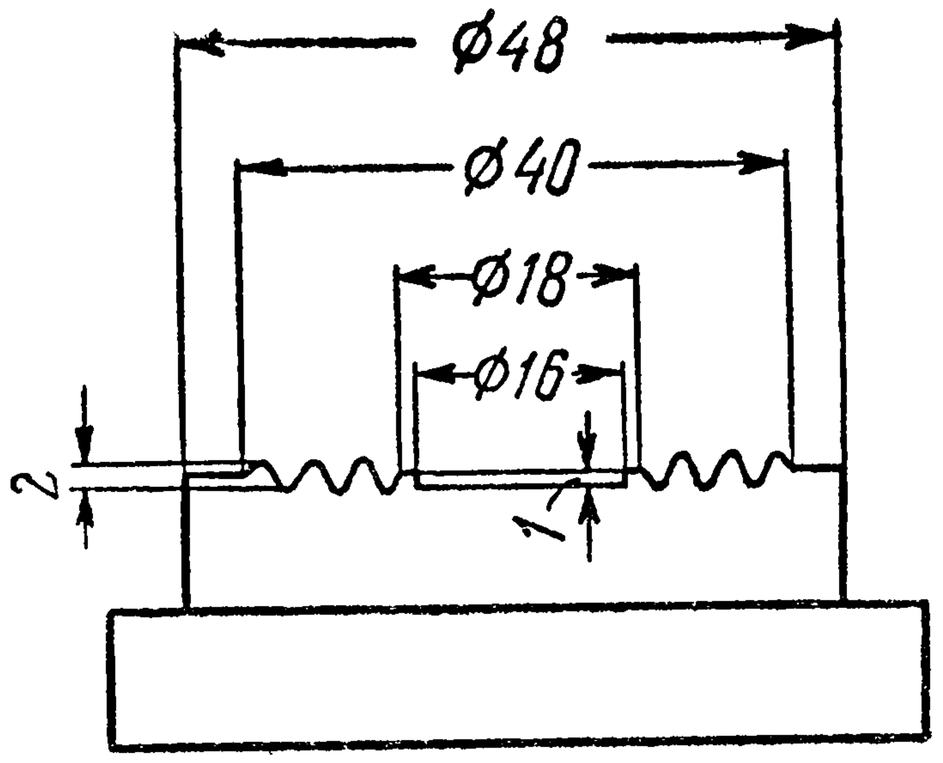


Рис. 25

линдр выливается расплавленный свинец. Выждав, когда он остынет, можно снять цилиндр и матрицу. Внутренняя поверхность отливки должна быть ровной, без крупных раковин, хорошо повторять форму пуансона. Если с первого раза не получилась хорошая матрица, ее следует отлить заново. Пуансон при этом следует нагреть немного больше, чем в первый раз. Степень нагрева определяется опытным путем. Для такого диффузора наиболее подходящим материалом является диффузор от громкоговорителя 1ГД-2, обрезанный до нужного размера.

Когда матрица будет готова, берут заготовку из бумаги, выбранной для диффузора, смачивают ее водой, накладывают на пуансон и прижимают матрицей. Чтобы хорошо отштамповались все канавки, матрицу нужно несколько раз снять и, провернув ее немного, снова прижать диффузор. Во время сушки матрицу нужно снимать на короткое время, чтобы бумага просыхала скорее. Небольшие морщины, образовавшиеся у вершины конуса диффузора, вполне допустимы. Если по краям диффузора появляются трещины, это означает, что слишком мал угол раствора конуса. В этом случае нужно диффузор изготовить из другого сорта бумаги или переделать матрицу и пуансон. Отштампованный диффузор имеет при вершине плоское донышко, которое необходимо срезать. Размеры пуансона для центрирующей шайбы приведены на рис. 25. Матрица отливается из свинца так же, как и для диффузора. Если у радиолюбителя нет свинца, то матрицы для центрирующей шай-

бы и диффузора можно сделать из гипса, вдавив в него пуансон. Готовая центрирующая шайба пропитывается раствором клея БФ-2 в спирте.

Меньший диффузор можно изготовить по размерам пуансона, приведенным на рис. 26. Диффузор изготавливают по способу, описанному выше. Из фильтровальной бумаги вырезают диск диаметром 70—75 *мм*. В центре диска вырезают отверстие диаметром 8—10 *мм*. Бумагу смачивают водой и кладут на пуансон. Осторожно разглаживают ее руками, чтобы она без морщин прилегала к пуансону, а затем прижимают матрицей. Высохший диффузор пропитывают раствором клея БФ-2 в спирте. Центрирующая шайба изготавливается из той же бумаги и тоже пропитывается клеем БФ-2, растворенным в спирте. На рис. 27 показаны размеры матрицы и пуансона для центрирующей шайбы громкоговорителя меньших размеров.

После изготовления диффузор желательно пропитать либо лаком, не образующим хрупкой пленки, либо резиновым клеем. Для этой цели можно использовать раствор клея БФ-2 в спирте. Пропитку производят в два этапа: сначала осуществляют пропитку, необходимую для предохранения диффузора от сырости. После этого усиленно пропитывают часть конуса, расположенную близко к звуковой катушке.

Следует заметить, что пропитка сильно влияет на частотную характеристику.

Жесткий диффузор плохо воспроизводит низкие звуковые частоты и хорошо высокие, а мягкий — наоборот. Это нужно учитывать, пропитывая диффузор.

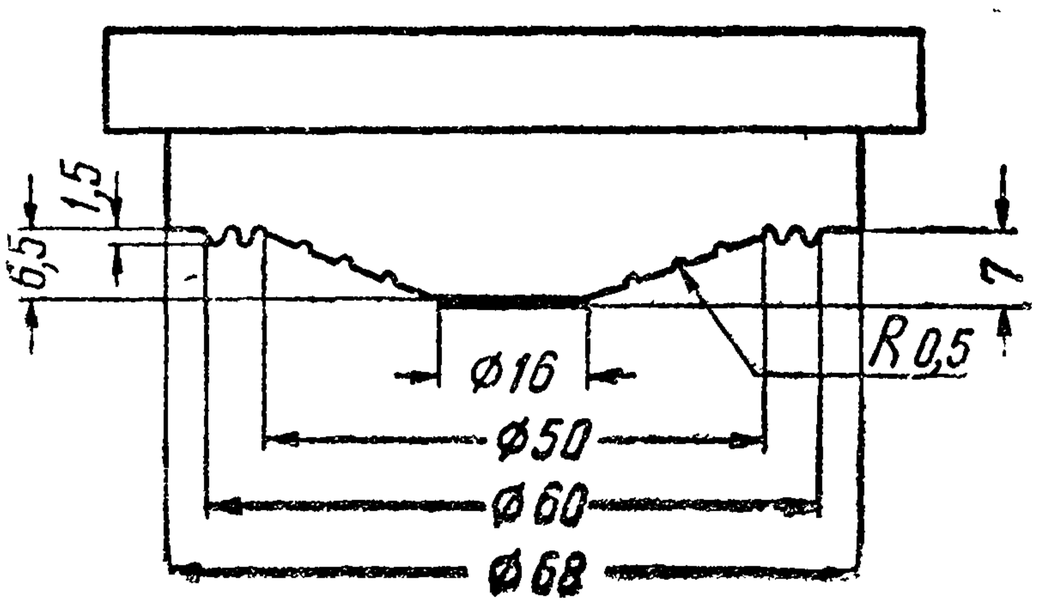


Рис. 26

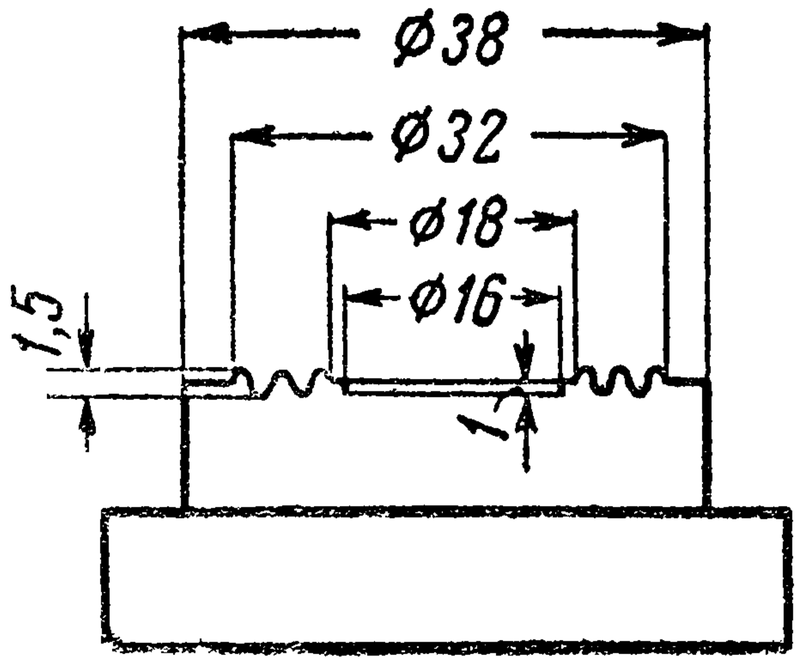


Рис. 27

СБОРКА ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ

Выше описано несколько вариантов различных узлов и деталей малогабаритного громкоговорителя. Комбинируя эти детали, радиолюбитель, исходя из своих возможностей, может изготовить громкоговоритель, наиболее полно отвечающий его требованиям.

Громкоговоритель собирается следующим образом. К магнитной системе тремя винтами М2,6 «впотай» или клеем БФ-2 крепится держатель диффузора. Затем из кабельной бумаги или кальки свертывается «встык» гильза высотой 10—12 *мм* и внутренним диаметром 14,8 *мм*. На этой гильзе наматывается звуковая катушка, содержащая два слоя провода ПЭ 0,12, намотанного «виток к витку» на длине 3,5—4 *мм*. Намотка ведется на оправке диаметром 14,8 *мм*. Начало провода закрепляется на гильзе каплей клея. Намотав первый слой, его пропитывают раствором клея БФ-2 в спирте. Затем наматывают второй слой и также пропитывают клеем. При изготовлении звуковой катушки нельзя натягивать провод, иначе катушку не удастся снять с болванки. Провод должен ложиться плотно, виток к витку. Сопротивление такой звуковой катушки постоянному току 5—6 *ом*. Звуковая катушка показана на рис. 28. Катушка центрируется в магнитном зазоре при помощи бумажной гильзы; бумага берется толщиной 0,1 *мм*. Эта гильза вставляется внутрь звуковой катушки и вместе с ней надевается на керн магнитной системы. Высота гильзы 15—20 *мм*. На звуковую катушку надевается центрирующая шайба и приклеивается к гильзе катушки. Края центрирующей шайбы приклеиваются к диффузородержателю. Затем накладывается диффузор и тоже приклеивается в центре к гильзе звуковой катушки, а по краям — к диффузородержателю. Все склейки производятся клеем БФ-2.

Выводы звуковой катушки делают гибким много-

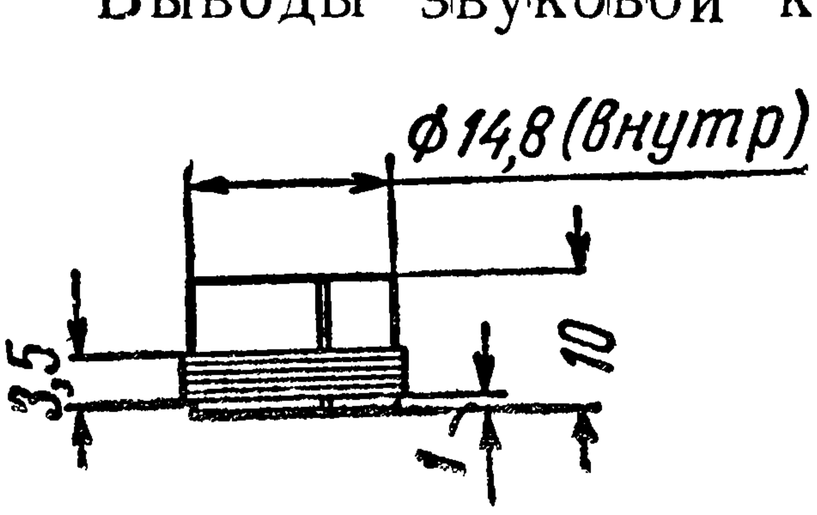


Рис. 28

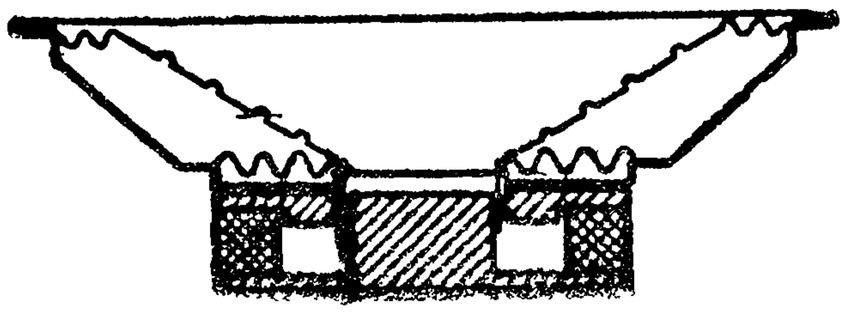


Рис. 29

жильным проводом, например литцендратом ЛЭШО 7×0,07. Когда клей, приклеивающий диффузор и центрирующую шайбу, высохнет, бумажная центрирующая гильза вынимается и громкоговоритель готов. Выступающие края гильзы катушки срезаются, а отверстие в диффузоре заклеивается «донышком», срезанным с вершины диффузора. В «донышке» нужно сделать несколько небольших отверстий. Собранный громкоговоритель изображен на рис. 29.

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ, ВЫПОЛНЕННЫЕ НА БАЗЕ 1ГД-9

Хорошие результаты получаются при использовании диффузора от громкоговорителя 1ГД-9. Общий вид громкоговорителя с таким диффузором приведен на рис. 30. Размеры магнитной системы даны на рис. 31. Детали *а*, *б* и *в* вытачиваются из мягкой стали. Магнит (дет. *2*) можно взять от 1ГД-9 и отрезать его или сточить на наждачном камне до высоты 11 *мм*. Торцы магнита нуж-

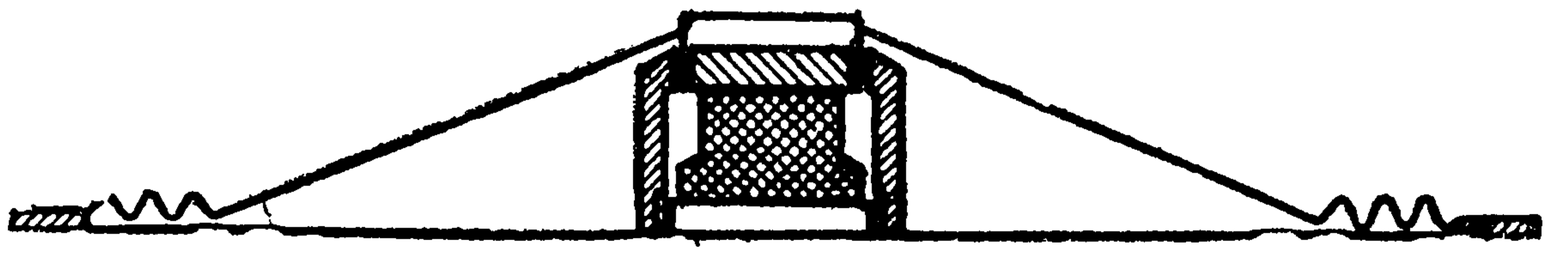


Рис. 30

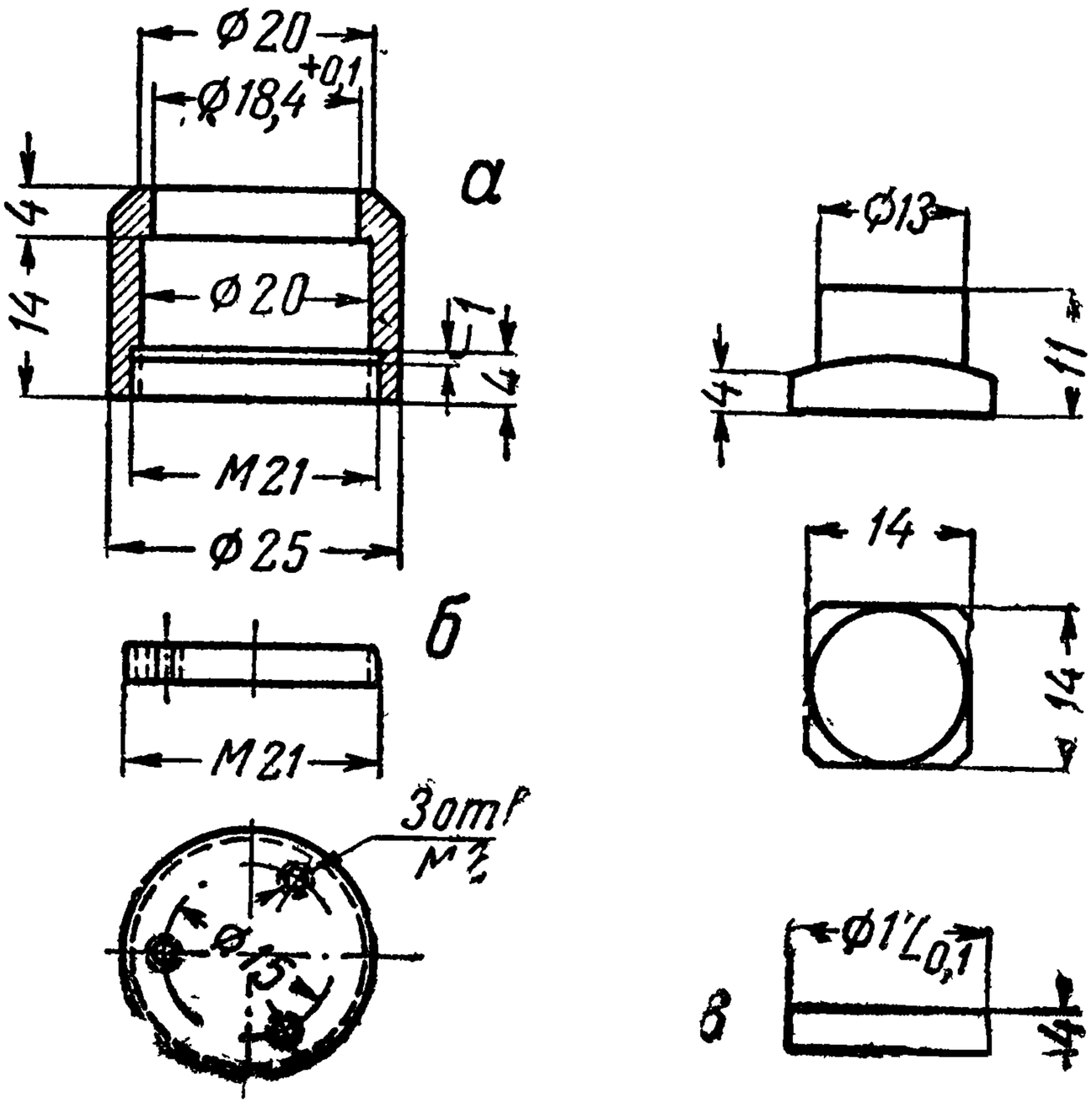


Рис. 31

но отшлифовать. Способы обработки магнитов описаны выше.

Все детали магнитной системы склеиваются клеем БФ-2. Собранная магнитная система намагничивается. Для намагничивания можно воспользоваться описанным выше приспособлением. Намагниченная система тремя винтами М2,6 «впотай» крепится к лицевой стенке футляра приемника. Звуковая катушка центрируется в магнитном зазоре при помощи бумажной гильзы, надеваемой на керн. Диффузор надевается поверх магнитной системы и приклеивается к звуковой катушке. Чтобы обеспечить свободное перемещение диффузора, под него подкладывают картонную прокладку толщиной 1,5—2,0 *мм*. Когда клей высохнет, бумажную гильзу вынимают. Центрирующей шайбы в этом громкоговорителе нет.

На базе громкоговорителя 1ГД-9 можно довольно легко изготовить и другой тип громкоговорителя, имеющий сравнительно небольшие размеры.

Прежде всего следует разобрать громкоговоритель 1ГД-9. Для этого, вставив лезвие отвертки между «чашкой» диффузородержателя и магнитопроводом, осторожно, чтобы не повредить звуковую катушку, отделяют скобу с магнитом (рис. 32).

Отделив магнитопровод, следует разобрать его. С этой целью снимают верхнюю пластину магнитопровода *1* (рис. 33) и аккуратно, пользуясь деревянным или текстолитовым бруском и молотком, выбивают магнит с «пятачком» из скобы *2*. Отделяя магнит, не следует сбивать приклеенный «пятачок».

Разобрав магнитопровод, приступают к его переделке. Магнит укорачивают, пользуясь наждачным кругом, до размеров, приведенных на рис. 34.

При обработке магнит нельзя перегревать. Сняв основной излишек магнита, необходимо притереть площадь сечения по *АА* на мелкозернистой наждачной бу-

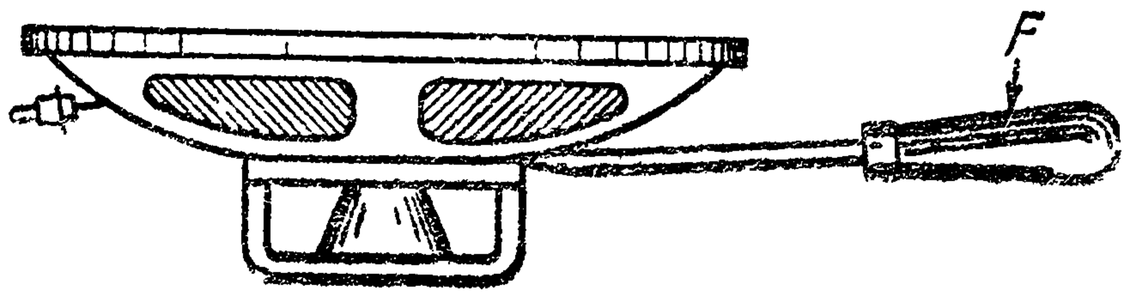


Рис. 32

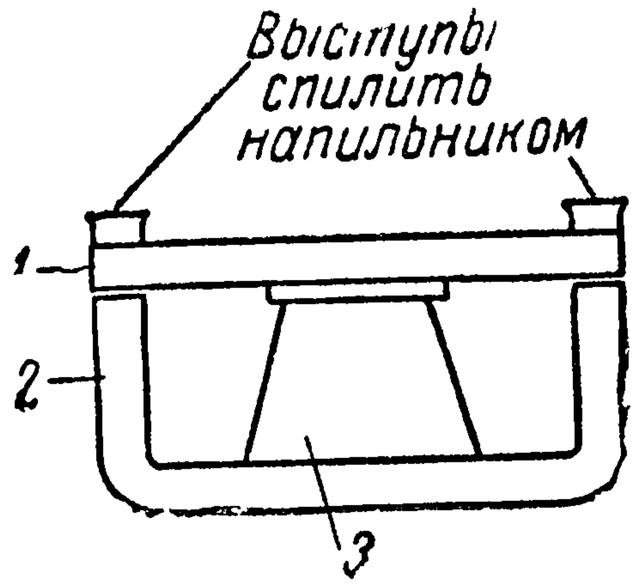


Рис. 33

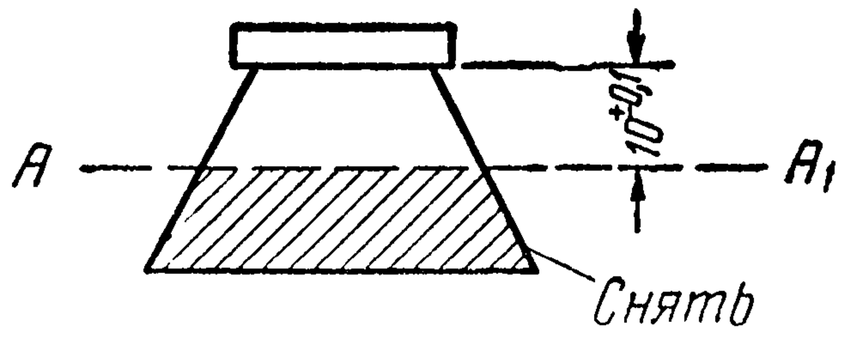


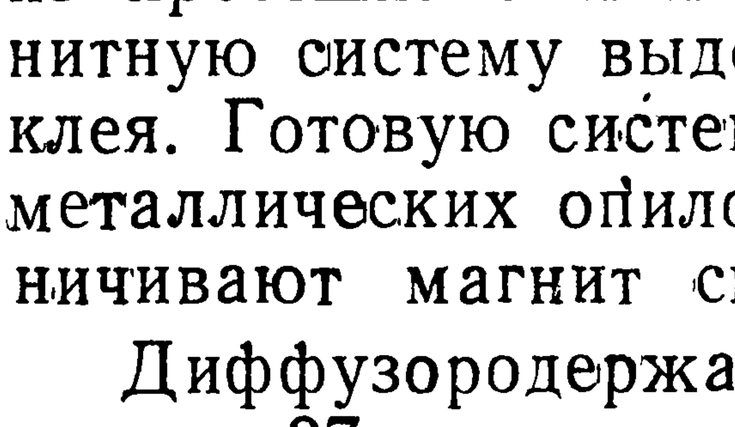
Рис. 34

маге, проверяя параллельность верхнего и нижнего оснований конуса.

После этого укорачивают скобу магнитопровода (рис. 35) и добиваются плотного соединения скобы и накладной планки. Места соприкосновения должны иметь минимальный зазор, иначе уменьшается магнитный поток в рабочем зазоре и падает чувствительность громкоговорителя.

После этого можно приступить к сборке магнитной системы (рис. 36). Детали *1, 2* и *3* в местах соединения склеиваются клеем БФ-2, и вся система нагревается до 100—150°. Для центровки магнита в зазор вводят кольцо из прессшпана или текстолита. После нагревания магнитную систему выдерживают до полного высыхания клея. Готовую систему очищают от попавших на магнит металлических опилок и других инородных тел и намагничивают магнит способом, описанным выше.

Диффузородержатель обрезают так, как показано на рис. 37, предварительно отпаяв от контактных пистонов концы звуковой катушки. В качестве диффузора используется центрирующая шайба громкоговорителя.



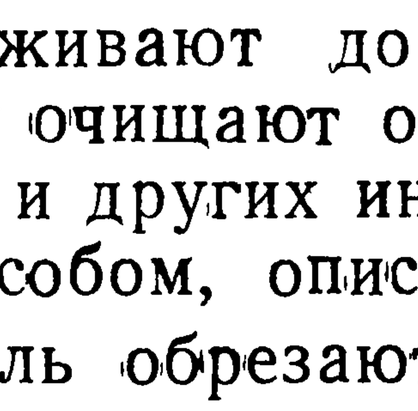


Рис. 35

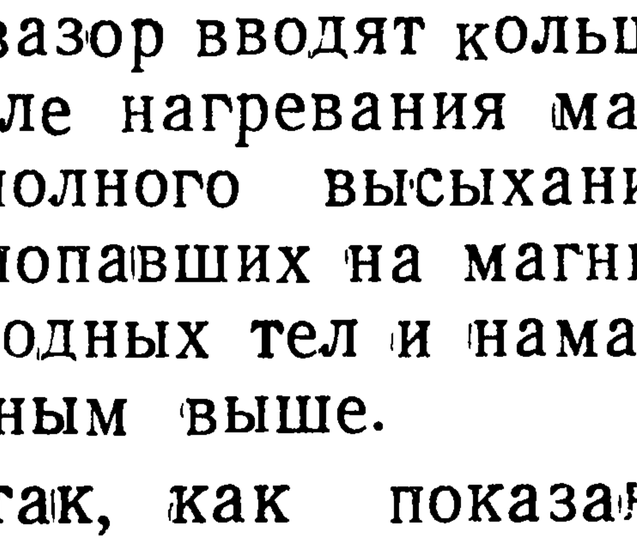


Рис. 36

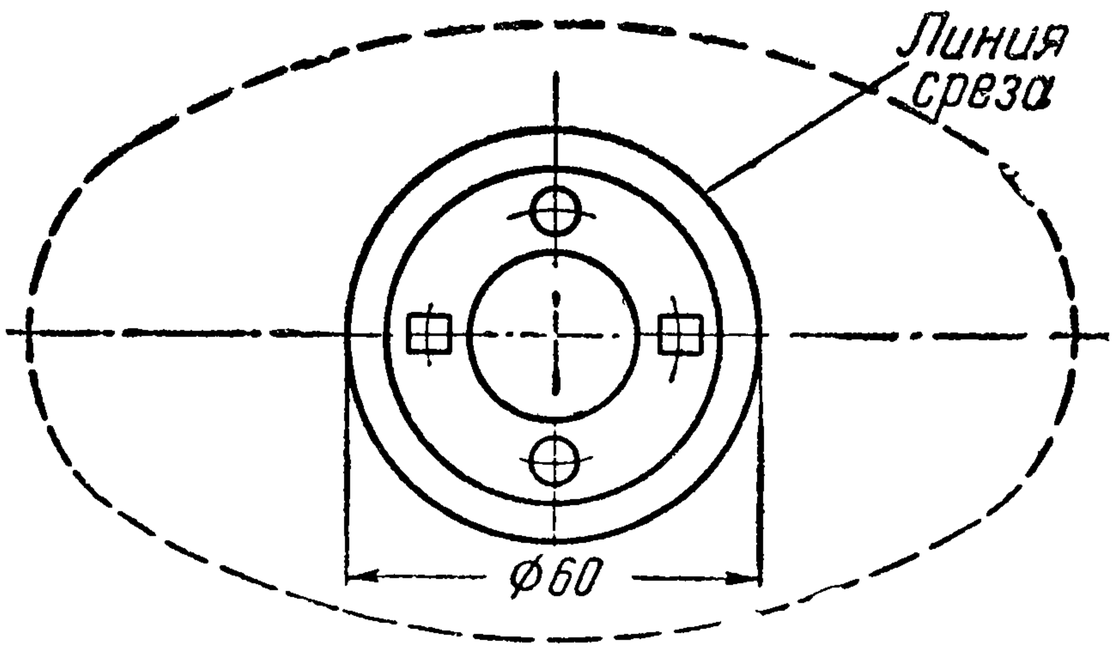


Рис. 37

Сам диффузор срезают как можно ближе к звуковой катушке.

Проделав это, получим диффузор с уже вклеенной звуковой катушкой и плоским диффузородержателем (рис. 38).

Для нормальной работы громкоговорителя необходимо в плоской части диффузородержателя просверлить отверстия диаметром 3—4 *мм*, как показано на рис. 38. Для того чтобы не испортить диффузор, нужно на сверло надеть ограничитель по высоте, выполненный из кусочка текстолита или дерева.

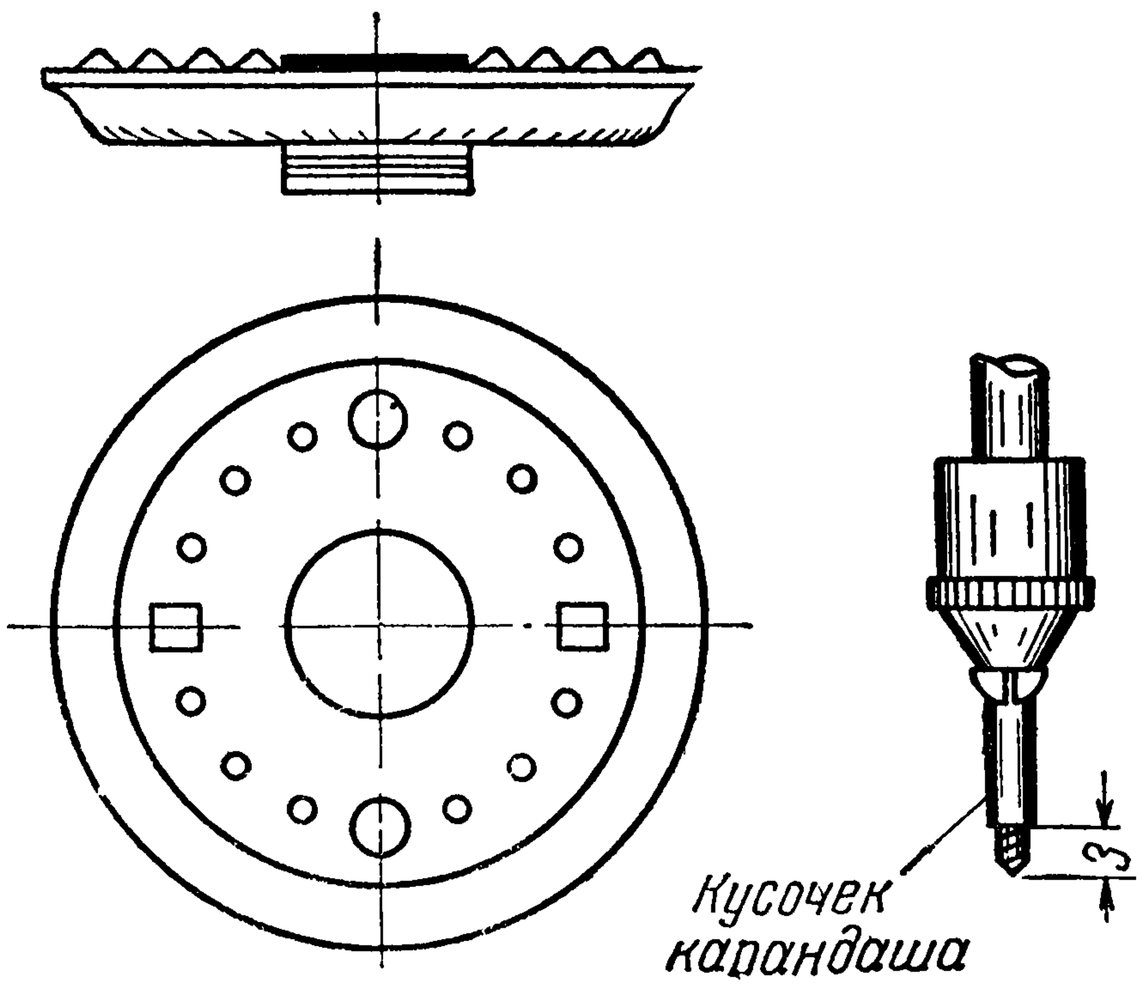


Рис. 38

Сделав отверстия, собирают громкоговоритель. Чашку закрепляют на магнитопроводе при помощи клея БФ-2 и прямоугольных выступов на скобе. Проводнички звуковой катушки удлиняют и подпаивают к лепесткам, закрепленным на прессшпановом кольце (рис. 39).

Вставив в зазор между катушкой и «пятачком» магнитопровода кольцо из бумаги 0,12—0,15, пропитывают несколько раз диффузор клеем БФ-2 или БФ-4, давая каждый раз клею подсохнуть.

Закончив пропитку и высушив диффузор, можно опробовать громкоговоритель, включив его через трансформатор в любой приемник или трансляционную сеть. В качестве трансформатора для однотактной схемы будущего карманного приемника можно использовать выходной трансформатор слухового аппарата, перемотав его обмотки. Сердечник трансформатора выполняется из пермаллоя 45—70. Пластины используются Ш-4, толщи-

на набора — 10 *мм*, обмотка I содержит 600 витков провода ПЭЛ 0,1, обмотка II — имеет 100—120 витков провода ПЭЛ 0,25—0,35.

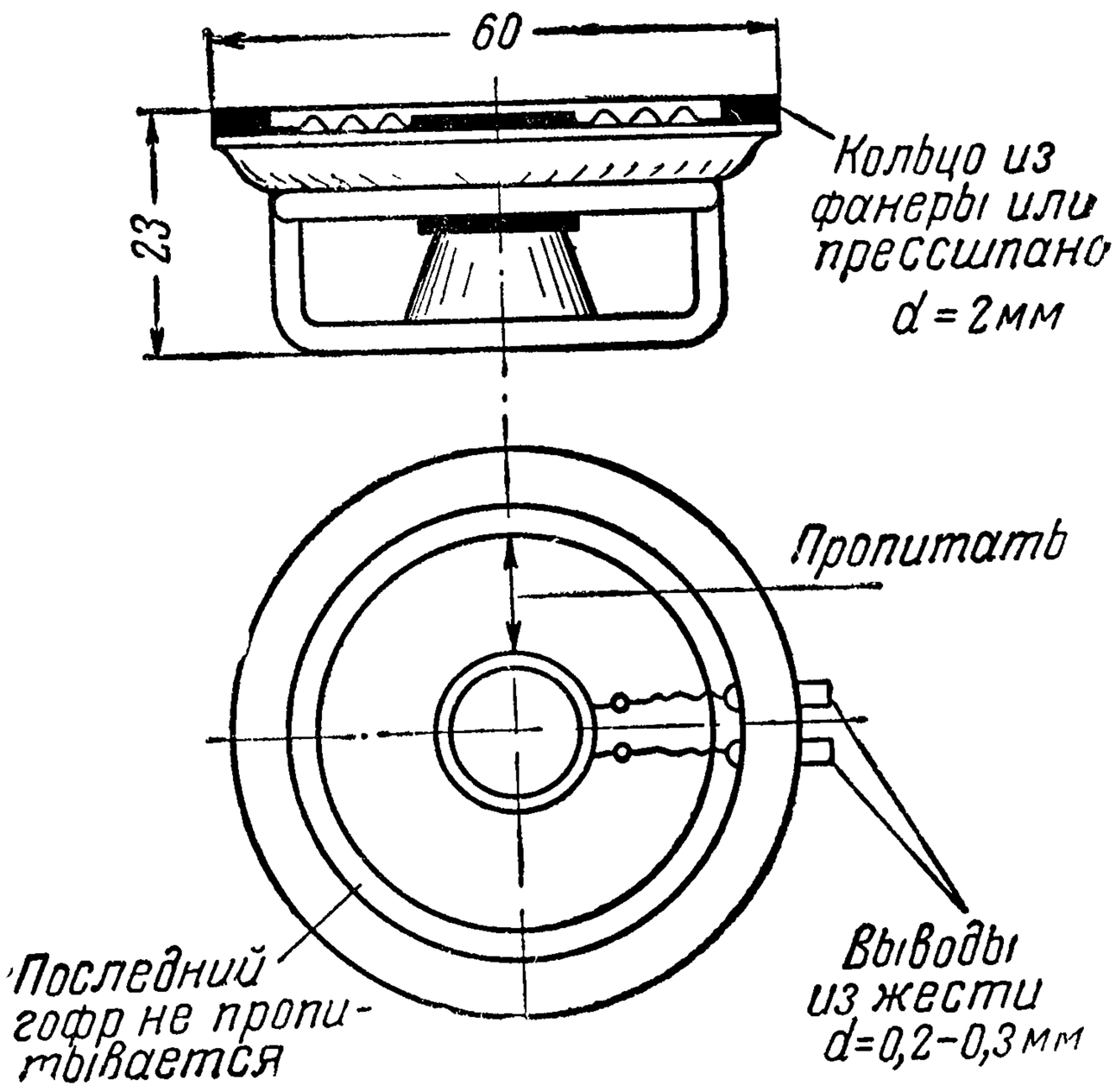


Рис. 39

Радиолюбитель, желающий иметь громкоговоритель, обладающий лучшими частотными свойствами, может усовершенствовать описанную выше конструкцию, изготовив конический диффузор и новый диффузородержатель, использовав от 1ГД-9 только переделанную магнитную систему.

Для этого лобзиком или иным приспособлением вырезаются два одинаковых диска из листового органического стекла толщиной 4—5 *мм*. Одно из них имеет внутреннее отверстие (рис. 40).

Затем из стальной проволоки диаметром 1,5—2 *мм* изготавливаются два кольца: одно диаметром 62 *мм* и второе диаметром 64 *мм*. Кольца необходимо выполнить аккуратно, так как от них зависит качество гофра диффузора.

Места стыка можно спаять и хорошо зачистить. Так как пайка встык затруднительна, то необходимо сделать скосы на торцах проволоки.

Затем готовые проволочные кольца накладывают на диск, имеющий отверстие, и в нескольких точках приклеивают клеем БФ-2 (рис. 41).

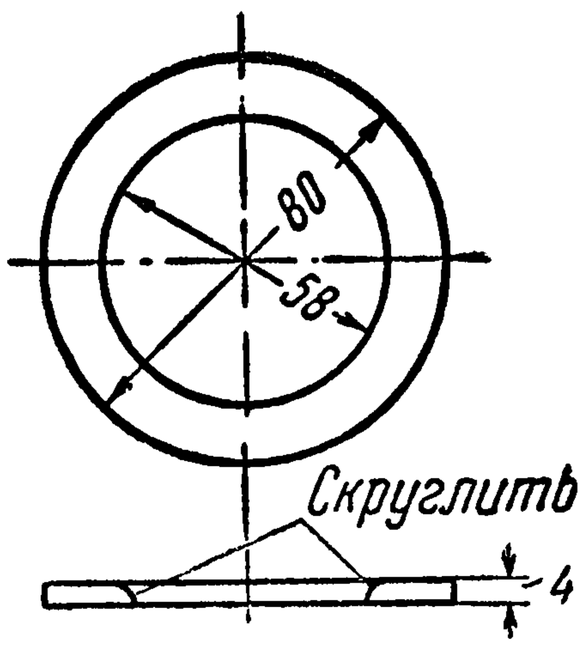
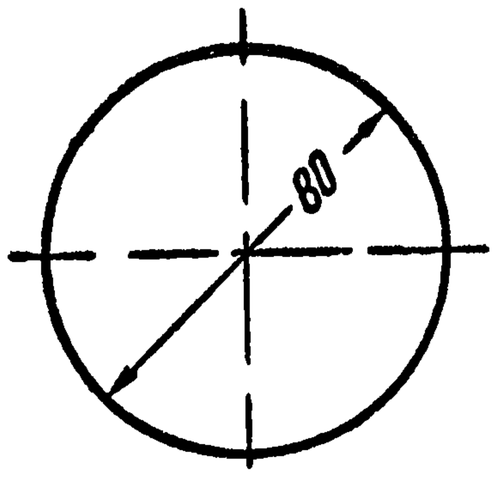


Рис. 40



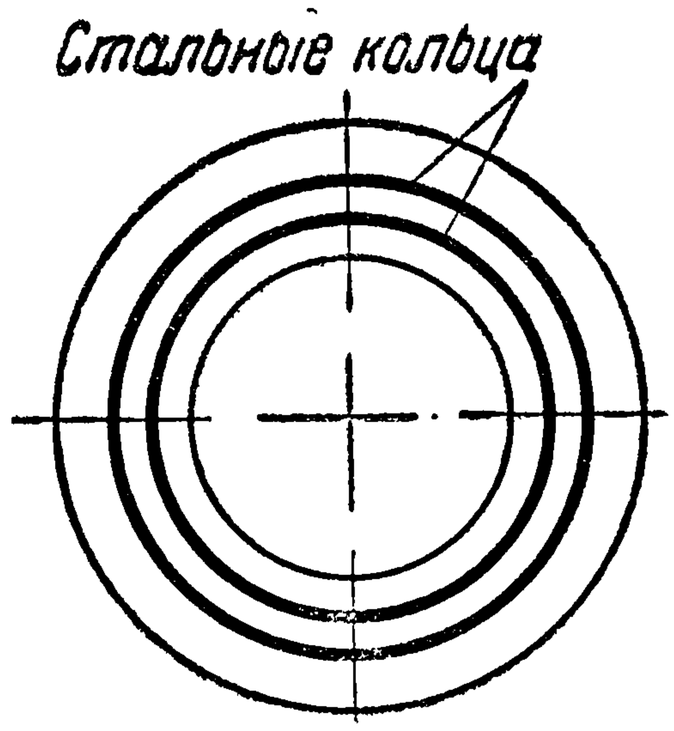


Рис. 41

После того как клей подсохнет и кольца будут удерживаться им на плоскости диска, на заготовку со стороны колец накладывают утюг, нагретый до температуры порядка 100—120° С. Утюг, разогревая металлические кольца, вдавит их в диск. Процесс вдавливания продолжается до момента соприкосновения плоскости утюга и диска. Сняв утюг, быстро накладывают второй диск и прижимают его сверху каким-либо грузом, захватывающим всю площадь диска. Затем диски охлаждают до комнатной температуры.

Сняв груз и верхний диск, осторожно извлекают из углублений, получившихся во время «горячего прессования», стальные кольца. После этого из фильтрованной бумаги, применяемой в химических лабораториях, или другой довольно рыхлой бумаги делают конус будущего диффузора.

Высота конуса определяется габаритными размерами, а поэтому радиолюбителю необходимо выбрать ее, пользуясь своими конструктивными соображениями. Следует отметить, что слишком большой раствор конуса и его малая высота ухудшают качество работы громкоговорителя.

Сделав бумажную заготовку и свернув конус, вставляют его в отверстие в диске (рис. 42). Выступающая часть конуса при помощи кисточки обильно смачивается теплой водой и аккуратно отгибается по кругу до полного соприкосновения с диском. Поверх бумаги накладывают стальные проволочные кольца, сверху все прикрывают вторым диском с грузом (рис. 43) и ставят заготовку на просушку на несколько часов. После

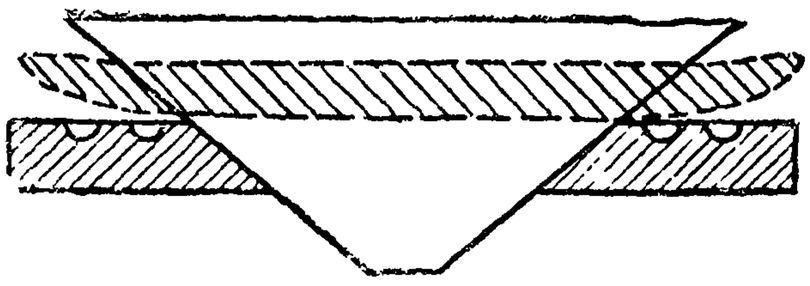


Рис. 42

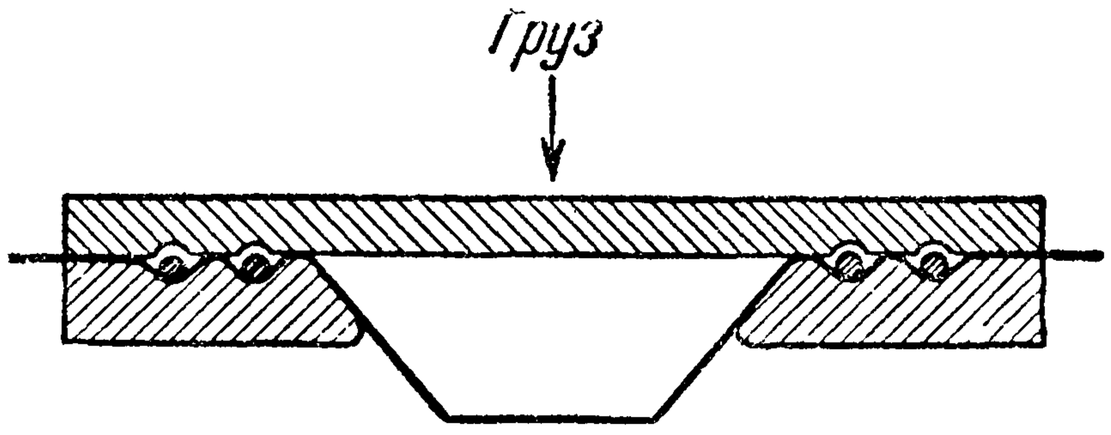


Рис. 43

высыхания бумаги снимают груз и диск и освобождают диффузор от колец. Диффузор с отпрессованным гофром склеивают по шву при помощи клея БФ-2, предварительно обрезав излишек бумаги. После просушки гофр следует еще раз «подформовать».

Подрезав диффузор по диаметру и высоте, пропитывают его в жидком резиновом клее. Пропитку делают, пользуясь мягкой кисточкой.

Не дав окончательно высохнуть клею, производят окончательную формовку гофра. После полного высыхания клея к диффузору приклеивают звуковую катушку и закрепляют гибкие выводы на конусе диффузора (рис. 44).

После этого диффузор готов. Для диффузора необходимо изготовить диффузородержатель одним из способов, описанным в настоящей брошюре.

Радиолюбитель, имеющий в своем распоряжении листовое органическое стекло толщиной 1,5—2 *мм,* может изготовить «чашку» держателя способом «горячей» формовки. Для этого необходимо иметь оправку, имеющую форму «чашки». Подобную оправку может с успехом заменить «грибок», употребляемый при штопке носок. Подобрав нужный размер «грибка», по нему с некоторым запасом вырезают диск из оргстекла. В диске высверливают отверстия, показанные на рис. 45.

После этого диск помещается в кипящую воду для полного размягчения. Размягченный диск накладывается на «грибок» и обжимается тампоном из плотной материи (рис. 46). Лучшие результаты получаются в том случае, если вместо материи применить плотную губчатую резину.

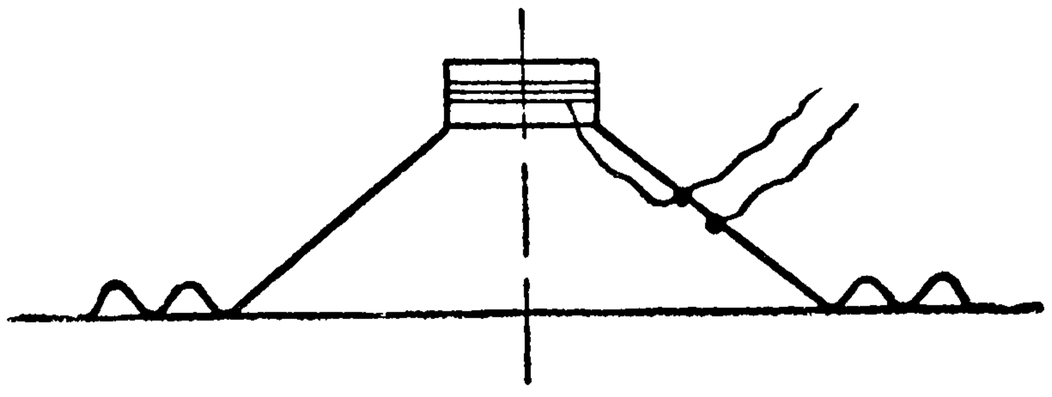


Рис. 44

Операцию «обжима»

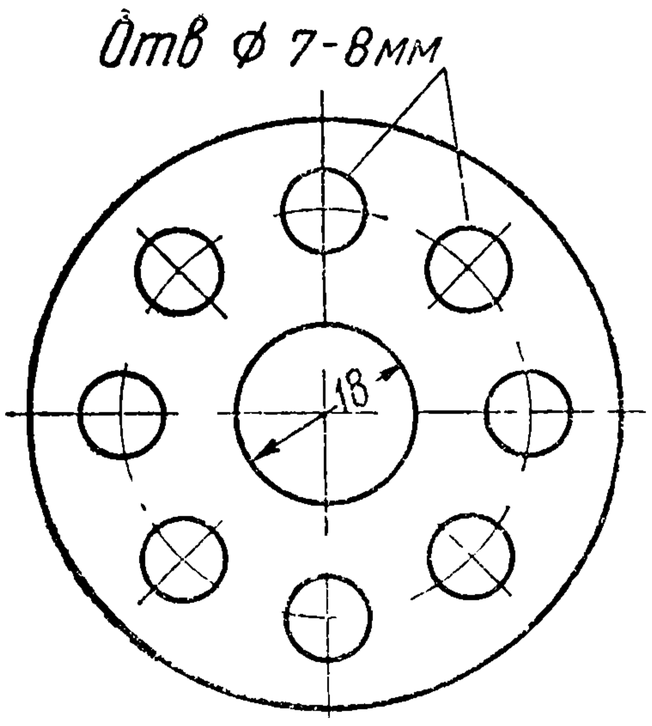


Рис. 45

следует производить очень быстро, иначе диск затвердеет и не примет правильной формы. Если чашка получается неправильной формы, то следует разогреть заготовку снова и повторить операцию формовки. Готовый диффузородержатель соединяется с магнитной системой при помощи клея БФ-2 или скобы из органического стекла толщиной 1,5—2 *мм* (рис. 47). Скоба захватывает магнитопровод; ее приклеивают при помощи ацетона или дихлорэтана к «чашке». Диффузор со звуковой катушкой вклеивают обычным способом.

Рис. 46

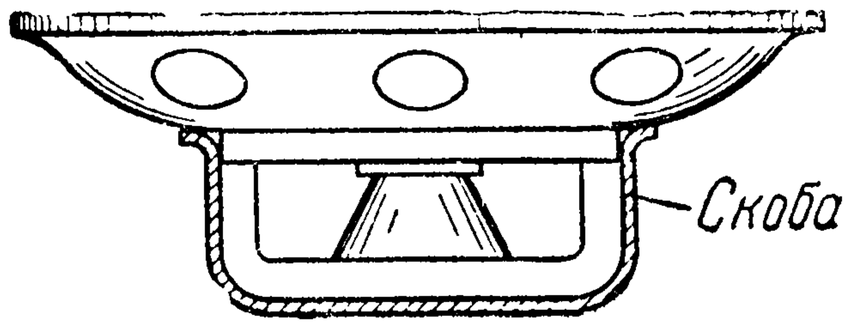


Рис. 47

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

В этом разделе приводится описание малогабаритных электромагнитных громкоговорителей, которые обладают большей чувствительностью по сравнению с электродинамическими громкоговорителями, описанными ранее. Второе преимущество электромагнитных громкоговорителей состоит в том, что они не требуют выходного трансформатора.

В качестве магнитной системы для электромагнитных громкоговорителей наиболее часто используют магнитную систему от телефонных капсюлей типа ДЭМШ или ДЭМ-4.

Магнитные системы обоих типов не требуют почти никакой переделки, и для малогабаритного электромагнитного громкоговорителя нужно изготовить только диффузор и диффузородержатель.

Громкоговоритель на капсюле ДЭМШ. Диффузор этого громкоговорителя переделывают из фабричного диффузора от полуваттного громкоговорителя. Способ изготовления диффузора и пуансона для него описаны в разделе «Электродинамические громкоговорители». Некоторое отличие состоит только в том, что донышко при вершине диффузора не срезается. Если диффузор не имеет такого донышка, то отверстие заклеивают диском из плотной бумаги. С наружной стороны к донышку приклеивают клеем БФ-2 диск диаметром 15 *мм* из фосфористой бронзы толщиной 0,2 *мм*. В центре этого диска прокалывают отверстие диаметром 1,0—1,5 *мм*.

Вершину диффузора пропитывают клеем БФ-2. Из алюминия или латуни вытачивают держатель капсюля ДЭМШ (рис. 48,*а*). К мембране капсюля припаивают латунную или стальную иглу диаметром 0,8—1,0 *мм*. Для этого алюминиевая опрессовка вскрывается с одной стороны и капсюль разбирается. Вновь собранный капсюль вставляется в держатель и приклеивается. Громкоговоритель монтируется на передней стенке (панели) футляра приемника. Держатель с капсюлем крепится к этой стенке тремя винтами М3×5 с хромированными головками. Этими же винтами осуществляется центровка мембраны в капсюле. Для натяжения винтов под держатель подкладывается пружинящая шайба, вырезанная из фосфористой бронзы толщиной 0,3—0,4 *мм* (рис. 48,*б*).

Капсюль накрывается диффузором так, чтобы игла, припаянная к мембране, прошла сквозь отверстие в его донышке. Под края диффузора подкладывается кольцо из картона 70×78 *мм* толщиной 1,0—2,0 *мм*. Края диффузора приклеиваются к этому кольцу. Винты, крепящие держатель капсюля, отвинчиваются настолько, чтобы между дном держателя и стенкой приемника оставался зазор 0,8—1,0 *мм*, после чего игла припаивается к кружку из бронзы, приклеенному к вершине диффузора. Регулировка громкоговорителя производится «на слух». Громкоговоритель включают на выход при-

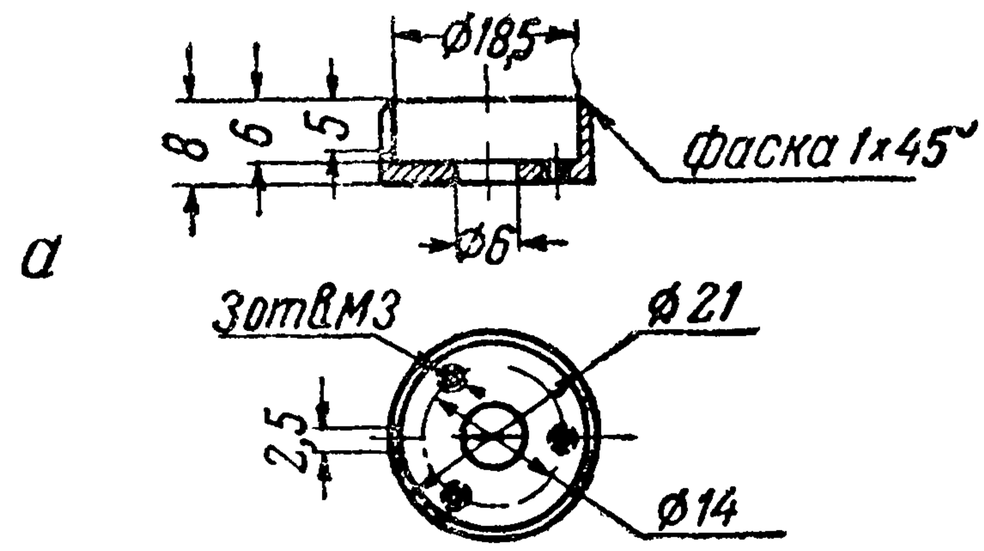


Рис. 48

емника и, вращая винты, добиваются наилучшего звучания. После регулировки винты контрят клеем БФ-2.

Общий вид громкоговорителя показан на рис. 49. Громкоговоритель обладает хорошей чувствительностью и удовлетворительным качеством звучания. Если капсюль перегружается и издает при максимальной громкости дребезжащий звук, то это неприятное явление устраняется с помощью центрирующей шайбы. В этом случае громкоговоритель закрывают держателем диффузора, у которого срезано основание, а центрирующую шайбу приклеивают снаружи к держателю и к вершине диффузора.

При отсутствии нужного диффузора можно использовать диффузор, центрирующую шайбу и держатель диффузора, описанные в разделе «Электродинамические громкоговорители». В центре держателя следует просверлить отверстие диаметром 4 *мм*. Отверстие при вершине конуса диффузора заклеивается диском из тонкого картона, к которому с внутренней стороны диффузора приклеивается диск из меди или латуни толщиной 0,1—0,15 *мм* с отверстием 1,0—1,5 *мм* в центре.

Из органического стекла вытачивается держатель (рис. 50,*а*), причем с таким расчетом, чтобы капсюль мог свободно перемещаться в нем. Держатель капсюля

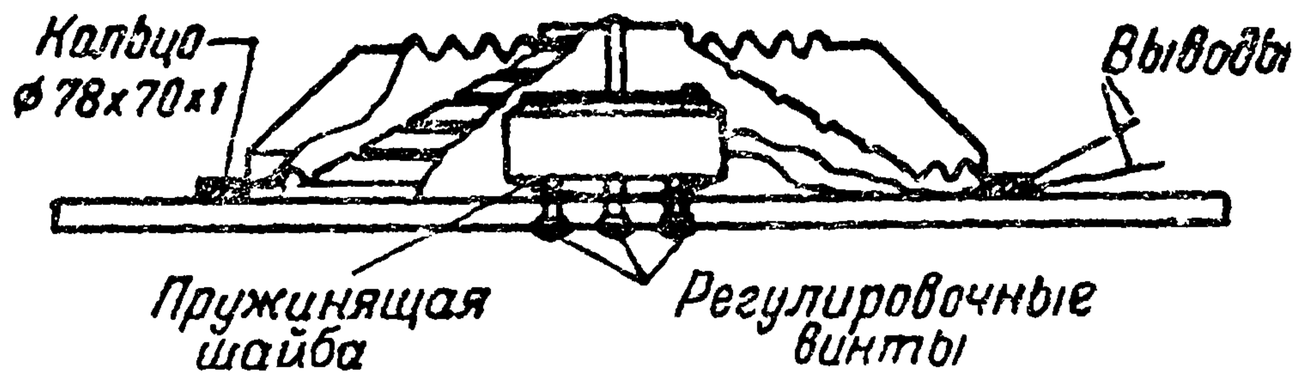


Рис. 49

крепится к держателю диффузора тремя винтами М2,6×5 «впотай». Из фосфористой бронзы толщиной 0,3—0,5 *мм* вырезается пружинящая шайба (рис. 50,*в*) и вершина ее аккуратно припаивается к детали *б* (рис. 50,*б*). Капсюль нижним основанием приклеивается к детали (рис. 50,*б*). Громкоговоритель в сборе показан на рис. 51. Регулировка громкоговорителя осуществляется тремя винтами, ввернутыми в дно держателя капсюля.

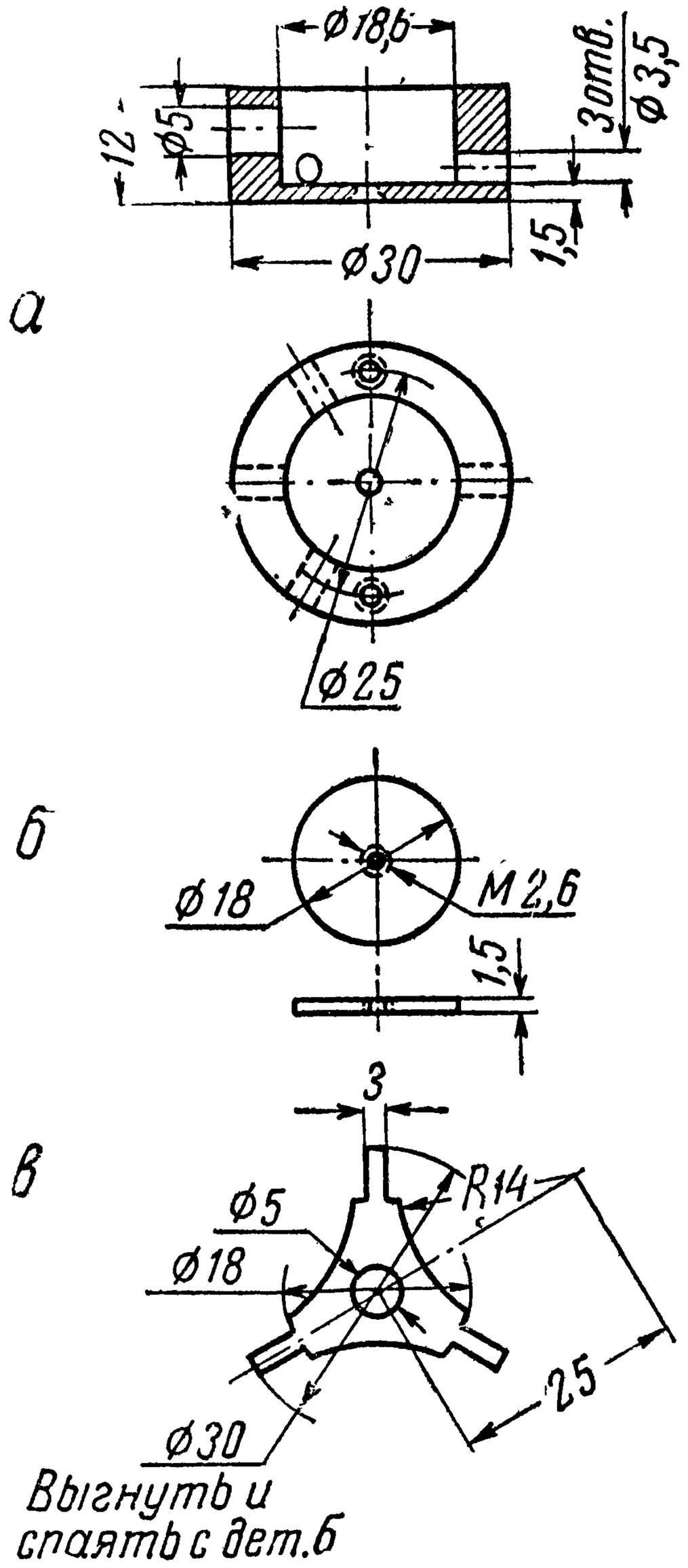


Рис. 50

Диффузородержатель и диффузор для электромагнитного громкоговорителя можно изготовить из органического стекла способом, описанным в разделе «Малогабаритный громкоговоритель на базе 1ГД-9». С этой целью на «грибок» для штопки наклеивается или прибивается диск из дерева, органического стекла или другого материала (рис. 52). Затем из листового оргстекла толщиной 1—2 *мм* вырезается диск по размерам будущего диффузородержателя и изготавливается держатель капсюля и диффузора (рис. 53) способом горячей штамповки. В конструкцию капсюля ДЭМШ следует внести некоторые изменения. В мембране капсюля необходимо сделать отверстие диаметром 0,5 *мм* для иглы и закрепить ее, что выполняют, не вскрывая капсюля. С этой целью используют цилиндрик *а* (рис. 54), изготовленный из текстолита. Размеры *l* и *d* — высота и диаметр отверстия в капсюле ДЭМШ (рис. 55). Цилиндрик *а* вставляют в отверстие капсюля.

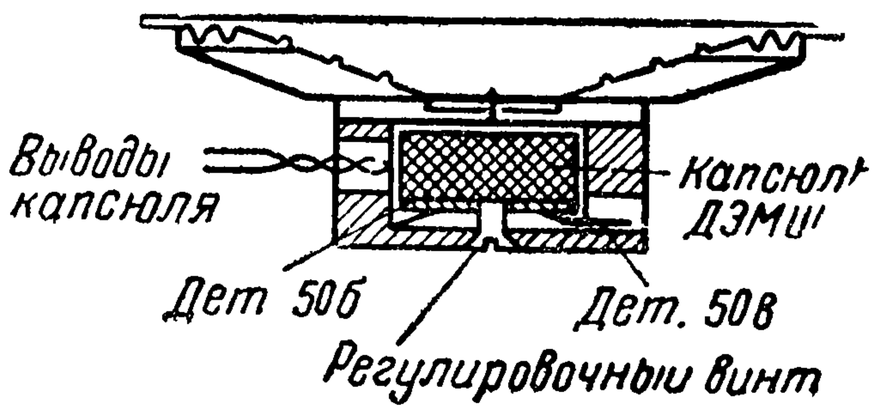


Рис. 51

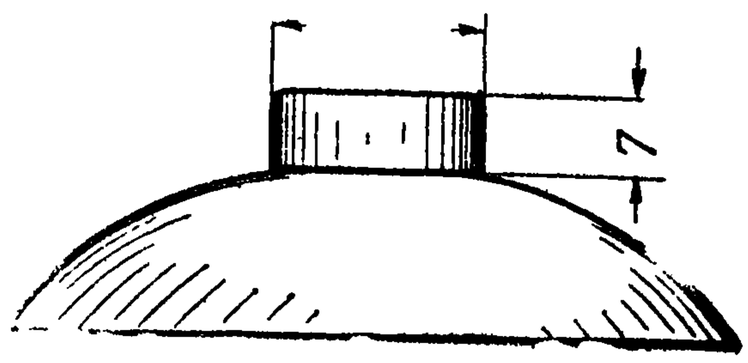


Рис. 52

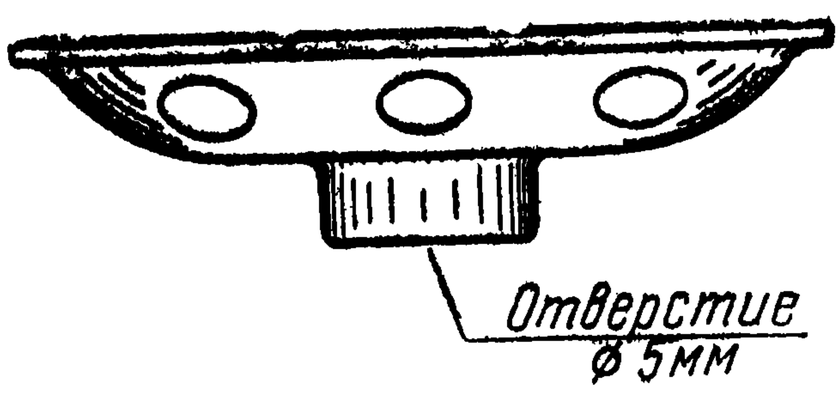


Рис. 53

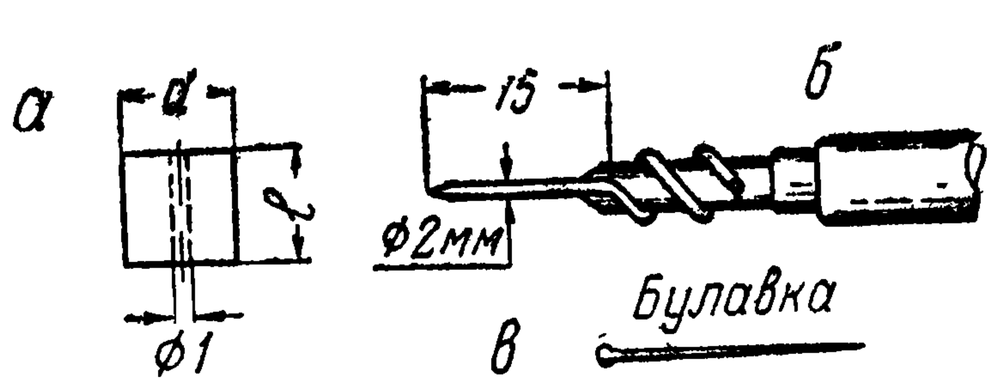


Рис. 54

и с обратной стороны мембрану прокалывают при помощи иглы. Затем берут обычную швейную булавку, залуженную возле головки, вставляют ее в отверстие и, нанеся на мембрану небольшое количество паяльной пасты, производят пайку.

Пайку необходимо произвести быстро и аккуратно. Для этого маленькую застывшую капельку олова помещают рядом с иглой на мембране (рис. 56) и, хорошо разогрев жало паяльника, быстро производят пайку иглы и мембраны. После капсюль помещают в держатель и закрепляют клеем. На держателе устанавливают лепестки с выводами капсюля.

Диффузор можно изготовить одним из описанных выше способов.

Центровка мембраны осуществляется изменением натяжения иглы за счет усилия, создаваемого диффузо-

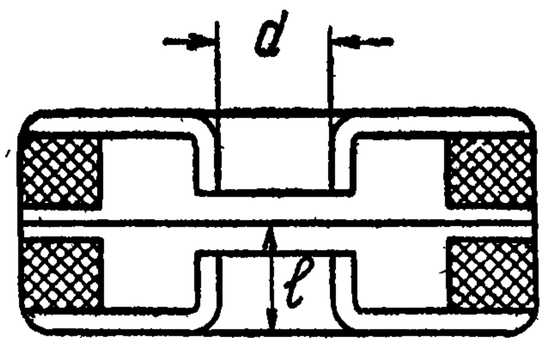


Рис. 55

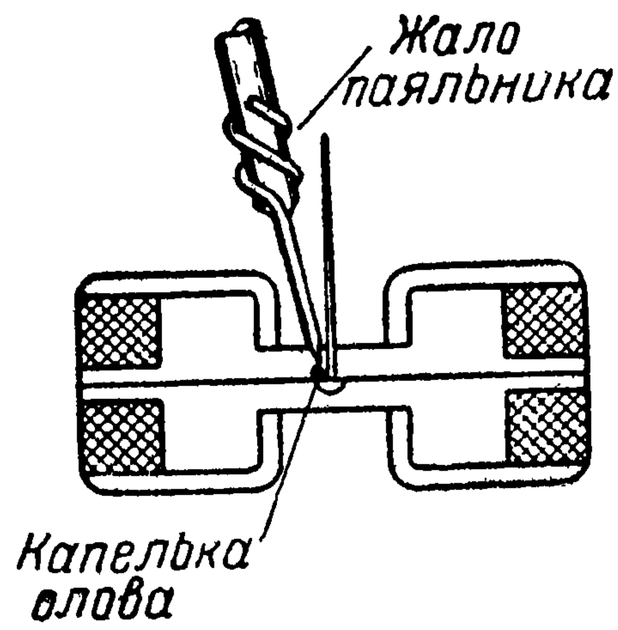


Рис. 56

ром, и производится перемещением шайбы, приклеенной к диффузору, по игле.

После регулировки, обеспечивающей наилучшее звучание, шайбу припаивают к игле.

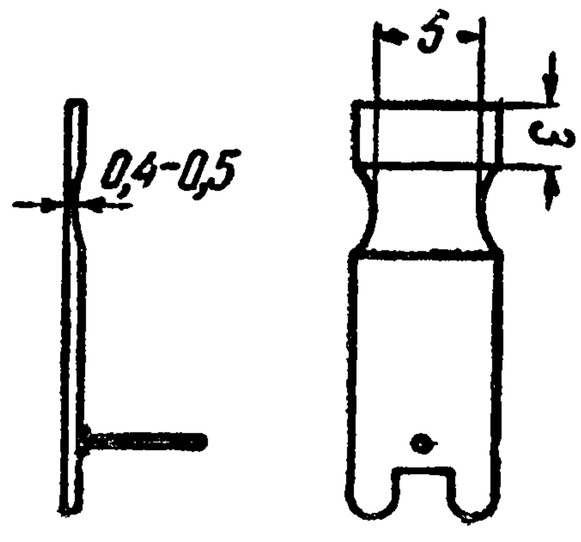


Рис. 57

Громкоговоритель, изготовленный на базе капсюля ДЭМШ, обладает высокой чувствительностью, но частотная характеристика его значительно хуже, чем у электродинамических громкоговорителей.

Громкоговоритель с капсюлем типа ДЭМ. Капсюль, используемый для громкоговорителя, подвергается некоторой переделке. От капсюля отделяются все экраны, мембрана с держателем и центрирующая система. Якорь магнитной системы спиливается так, как показано на рис. 57. Звуковую катушку можно перемотать проводом ПЭЛ 0,1, сложенным вдвое, «вна-вал» до заполнения каркаса. Сопротивление обмотки в этом случае получается около 2×90 *ом*, причем обе половины совершенно одинаковы. Громкоговоритель с такой звуковой катушкой удобен тем, что он может работать на выходе однотактного и двухтактного каскадов приемника без выходного трансформатора.

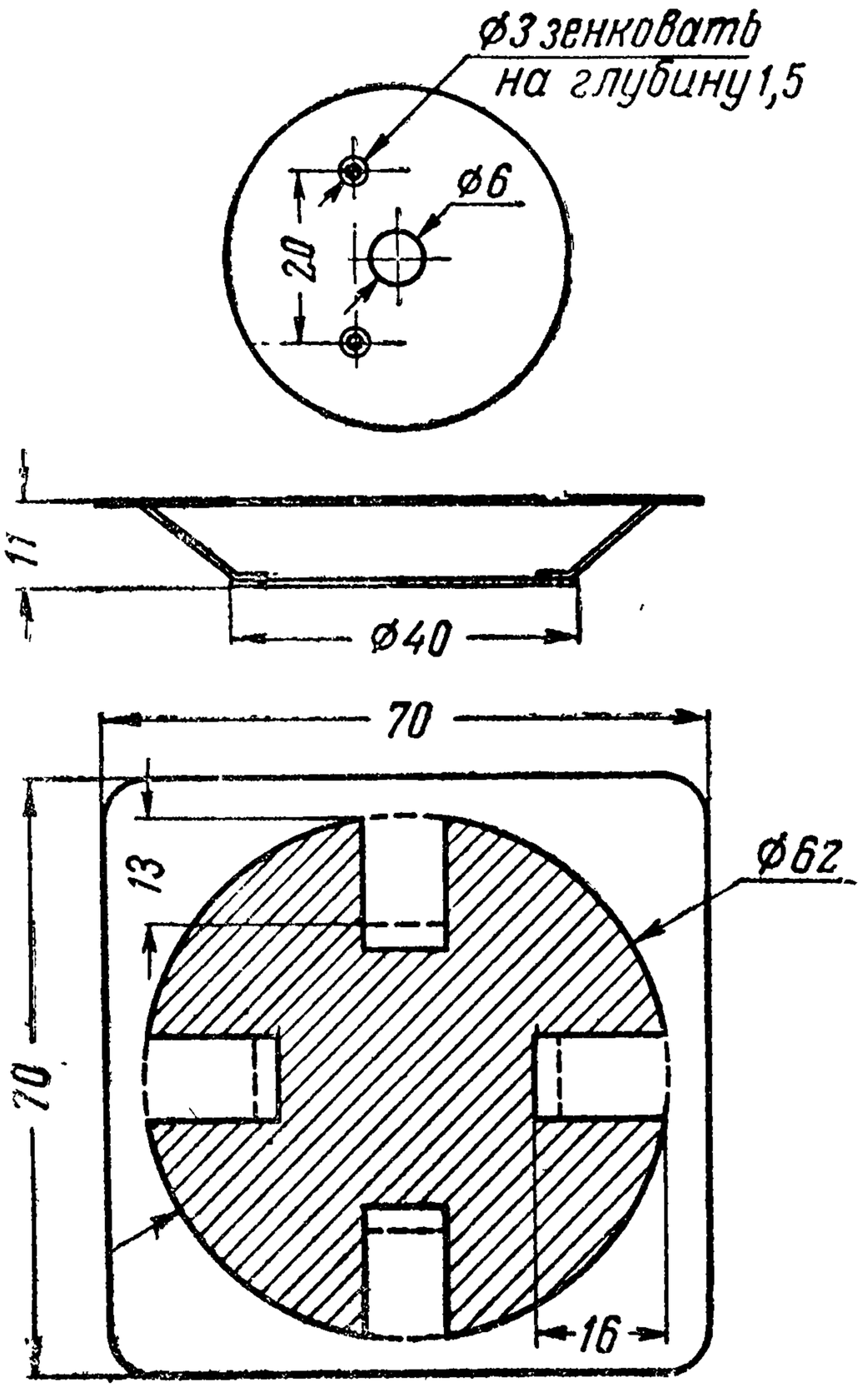


Рис. 58

Катушку и якорь капсюля ставят на прежние места, и накладки магнитов (полюсные наконечники) стягиваются четырьмя винтами М3×22 «впотай» с гайками. Винты выбирают из немагнит-

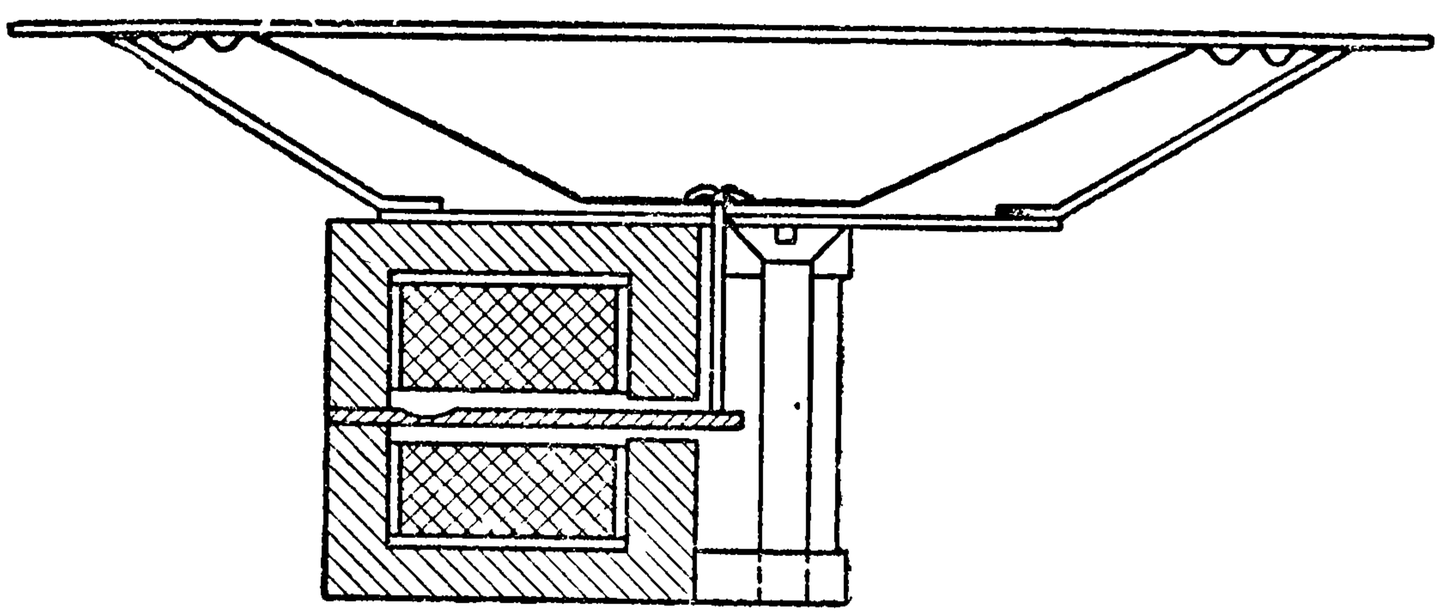


Рис. 59

ного материала. Якорь должен находиться в центре магнитного зазора, легко ходить в нем, но не «залипать» к полюсным наконечникам. Центрирующей системы для этого громкоговорителя не нужно. К собранной магнитной системе двумя винтами М3 «впотай» крепится держатель диффузора. Можно употребить держатель, изображенный на рис. 20. Можно сделать также более простой держатель из латуни толщиной 0,8—1,0 *мм* (рис. 58). Заштрихованная часть вырезается, лапки изгибаются по пунктиру и припаиваются к латунному кольцу, как показано на рисунке. Диффузор описан в первом разделе статьи. Отверстие в донышке диффузора заклеивают диском из тонкого картона. Сам диффузор пропитывают раствором клея БФ-2 в спирте 1—2 раза. Часть диффузора, примыкающую к вершине, следует пропитать более густым раствором 3—4 раза. На ось якоря надевается на клею трубочка из тонкой бумаги, промазанной клеем. Для этого бумажная полоска шириной 8 *мм* наматывается на проволоку диаметром 0,8 *мм*. Наружный диаметр трубочки около 2 *мм*. Когда клей высохнет, трубочку снимают с проволоки и наклеивают на иглу якоря. Свободный конец ее пропускают в отверстие, проколотое в донышке диффузора, и заклеивают.

На рис. 59 показан внешний вид громкоговорителя, собранного на базе капсюля ДЭМ-4.

ПРОСТОЙ МАЛОГАБАРИТНЫЙ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ

А. Боков

Преимуществом данной конструкции является простота изготовления, не требующая сложного инструмента. Из материалов нужно иметь только небольшой кусок мягкой стали толщиной 3 *мм*, немного фанеры, кусок промокательной бумаги для диффузора, провод 0,15 *мм* и два одинаковых магнита размером 15×6 и 17 *мм*.

Если почему-либо нельзя будет достать магниты указанных размеров, то их можно приготовить из магнита, имеющегося в звукоснимателе УЭЗ-1. Этот магнит аккуратно раскалывается пополам (рис. 1), и стороны скола стачиваются и шлифуются.

Изготовление громкоговорителя нужно начинать с магнитной системы. Для этого из листа стали толщиной 3 *мм* нужно выпилить или вырубить зубилом, а затем опилить напильником пластинку размером 20×30×3 *мм*, на которую затем будут наклеены магниты, причем обязательно одноименными полюсами, как показано на рис. 2.

После изготовления нижней пластинки—основания—выпиливают верхнюю накладку с отверстием в центре диаметром 13 *мм*. Средний стержень отрезают от болта диаметром 12 *мм*. Высота его выбирается с таким расчетом, чтобы средний стержень не выступал над поверхностью верхней накладки. Когда все это изготовлено, начинают сборку всей магнитной системы. Все детали

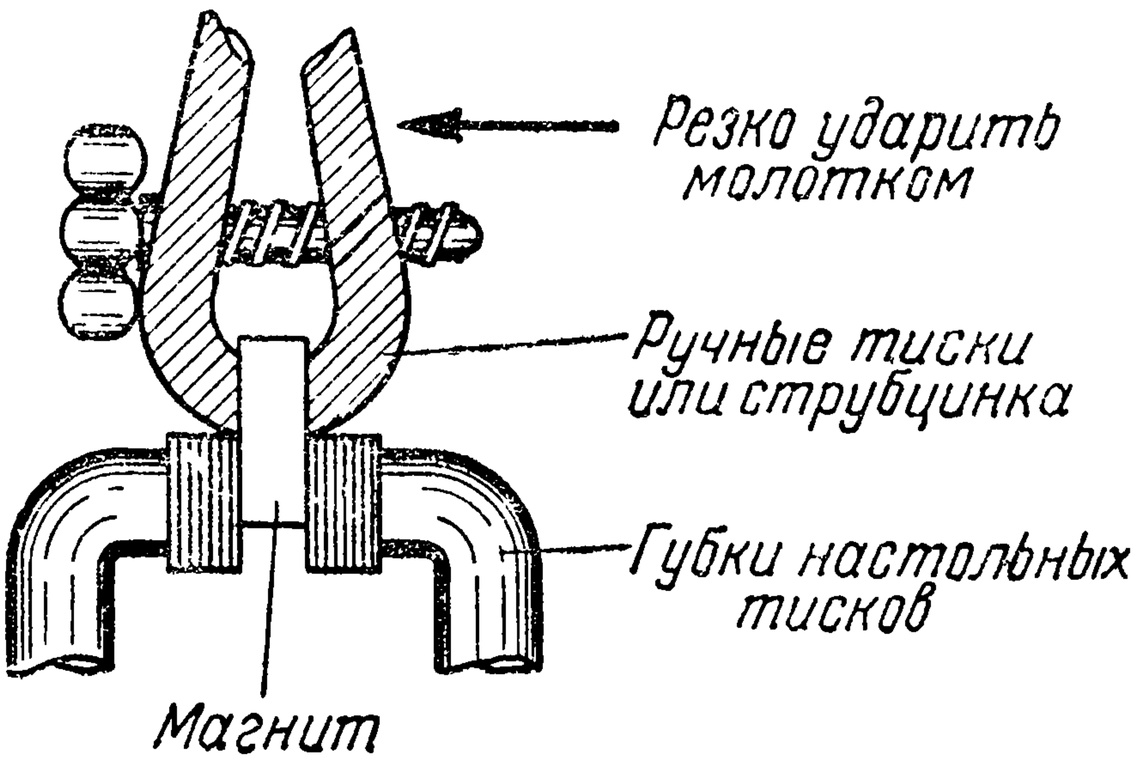


Рис. 1

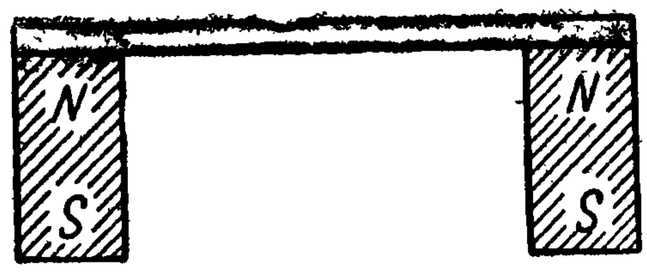


Рис. 2

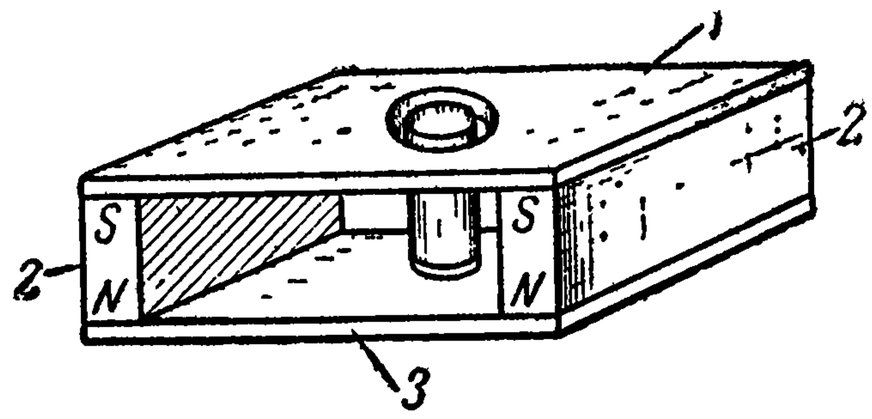


Рис. 3

склеивают клеем БФ-2. Особое внимание следует обратить на центровку среднего стержня. Готовая магнитная система имеет вид, приведенный на рис. 3.

Диффузор можно взять готовый от трансляционного динамического громкоговорителя 1ГД-0,35 или же использовать часть диффузора от динамического громкоговорителя 1ГД-0,5 (рис. 4).

Высота отрезаемой части выбирается радиолюбителем с учетом габаритных размеров.

Диффузородержатель изготавливают из фанерного кольца и четырех полосок листовой жести (рис. 5).

Готовый диффузородержатель крепят концами полосок к магнитопроводу клеем БФ-2, винтами или припаивают (рис. 6).

Звуковая катушка наматывается проводом ПЭЛ 0,15 и имеет 43 витка (намотка в два слоя). Сопротивление

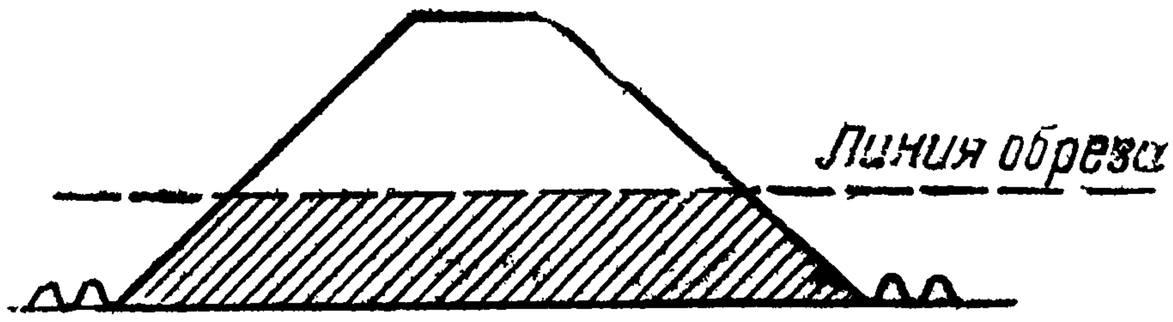


Рис. 4

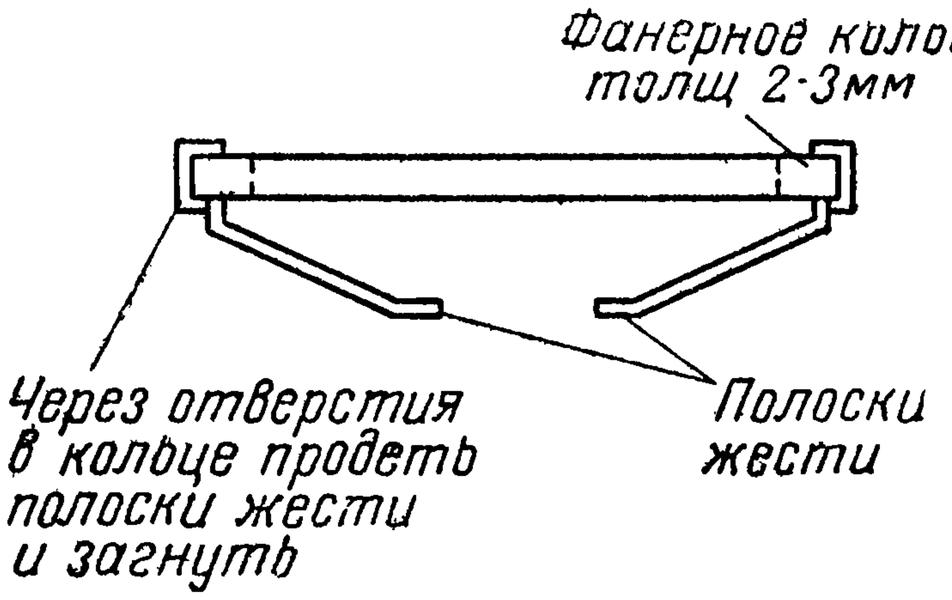


Рис. 5

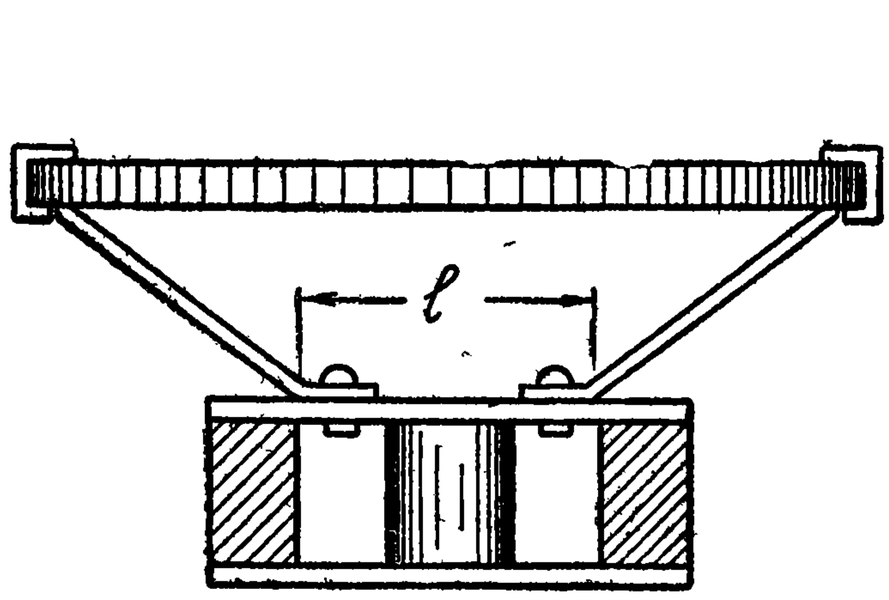


Рис. 6

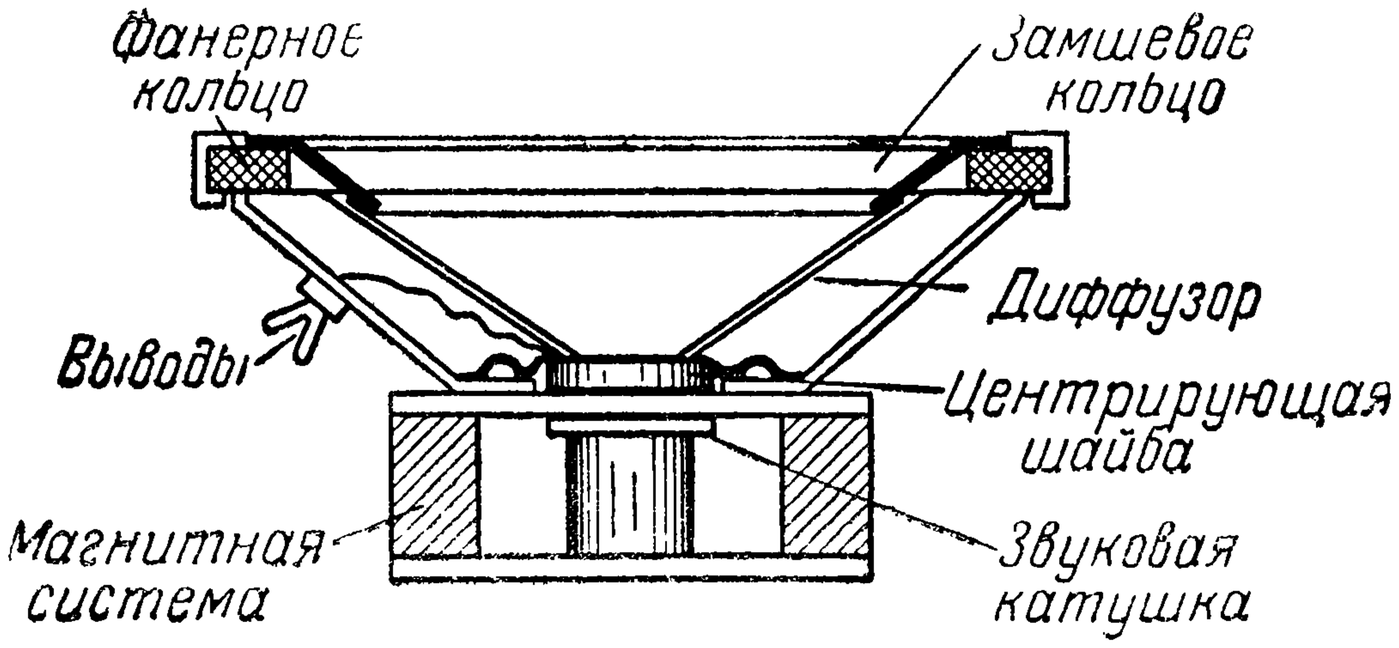


Рис. 7

звуковой катушки постоянному току равно 2,5 *ом*. Выводы звуковой катушки делают из гибкого провода. Полная сборка громкоговорителя приведена на рис. 7.

Гофр диффузора заменит кольцо, вырезанное из замши или другого эластичного материала и приклеенное к краям диффузора. Центрирующую полоску с гофром изготавливают из прессшпана толщиной 0,1 *мм*.

Выходной трансформатор лучше применить миниатюрный. Описание такого трансформатора дано в журнале «Радио» № 8, 1959 г., стр. 46.

ВЫСОКООМНЫЙ МАЛОГАБАРИТНЫЙ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ

В. Кокачев, В. Шуберт

Самодельный малогабаритный динамический громкоговоритель, описание которого приводится ниже, имеет диаметр 60 *мм* и высоту 15 *мм*. Мощность его 0,1 *вт*. Полоса воспроизводимых частот 300—7000 *гц*. Сопротивление звуковой катушки постоянному току 40—42 *ом*. Вследствие этого громкоговоритель может быть подключен к выходу приемника непосредственно, без выходного трансформатора, что и составляет его первую особенность. Второй особенностью является то, что в качестве магнитопровода здесь использован диффузородержатель, что позволило свести высоту промкоговорителя до минимума.

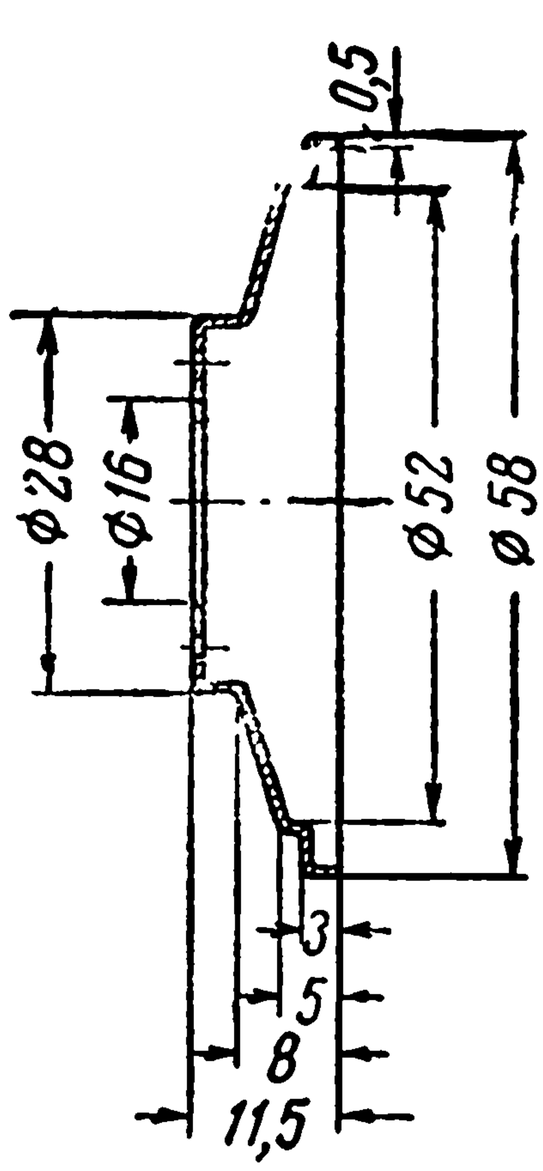
ДЕТАЛИ И ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЕ

Диффузородержатель *I* (рис. 1) изготовляется из сплава «АРМКО» или мягкой стали Ст. 10 и др., лучше всего способом штамповки. Штамп делается из твердой стали, например Ст. 35 или Ст. 50. Отверстия сверлятся по разметке. Диффузор *II* лучше всего изготовить из старого диффузора от громкоговорителя мощностью 2—3 *вт*. Предварительно диффузор разрезается на 3—4 части, из которых вырезаются круглые заготовки диаметром 70 *мм*.

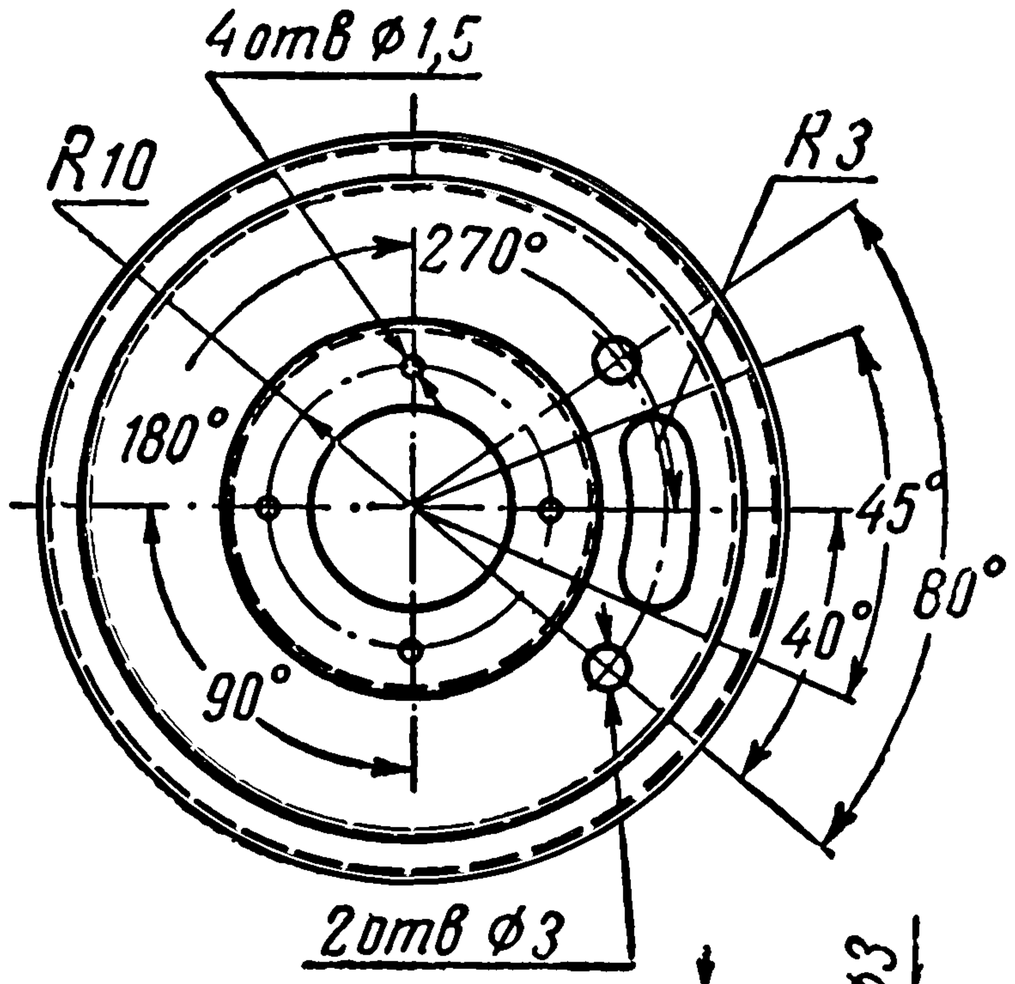
Пуансон для выдавливания диффузора можно выточить из латуни или крепкого дерева (дуб, береза), а в крайнем случае из текстолита или гетинакса. Конусную поверхность пуансона и в особенности гофр необходимо тщательно отполировать мелкой наждачной бумагой. Затем в свинце при помощи пуансона выдавливается профильное углубление. Чтобы свинец при этом не расползался, его целесообразно поместить в металлическую чашку. Выдавливание матрицы удобнее всего произвести под прессом или в слесарных тисках. Когда матрица готова и в ней нет забоин и вмятин, можно приступить к выдавливанию диффузора. Для этого заготовка тщательно смачивается в теплой воде и аккуратно разминается пальцами до полного размягчения бумаги. Однако переломов и изгибов заготовки следует избегать. Выдавливание диффузора можно произвести вручную. При этом особое внимание следует обратить на то, чтобы бумага вытягивалась равномерно, без морщин. Если морщины все-таки появляются, их необходимо тщательно разглаживать. Сушка диффузора производится при комнатной температуре в течение 12—24 часов. Изготовление остальных деталей понятно из рис. 1.

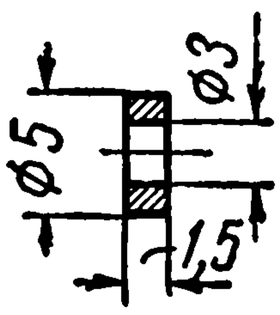
——————→

Рис. 1: *I* — диффузородержатель-магнитопровод; *II* — диффузор; *III* — шайба-магнитопровод («АРМКО», Ст. 10)—1 шт.; *IV*—кольцо («АРМКО», Ст. 10)—1 шт.; *V*—керновый магнит (сплав «АНКО-4»); *VI* — звуковая катушка (провод ПЭЛ-1 0,05; 99 витков в два слоя) — 1 шт.; *VII* — шайба (гетинакс, текстолит, прессшпан) — 1 шт.; *VIII* — втулка изоляционная (эбонит, гетинакс, текстолит) — 2 шт.; *IX* — шайба изоляционная (эбонит, гетинакс, прессшпан) — 2 шт.; *X* — заклепка (латунь мягкая) — 2 шт.; *XI* — лепесток (латунь мягкая) — 2 шт.

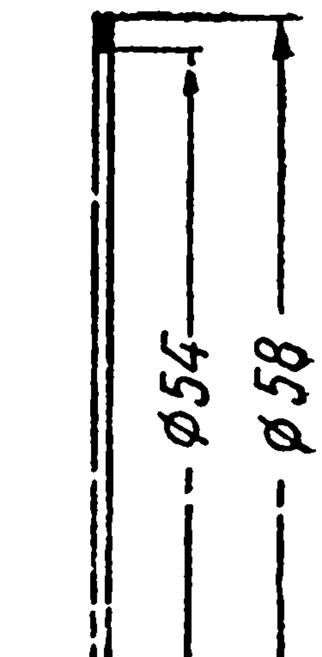


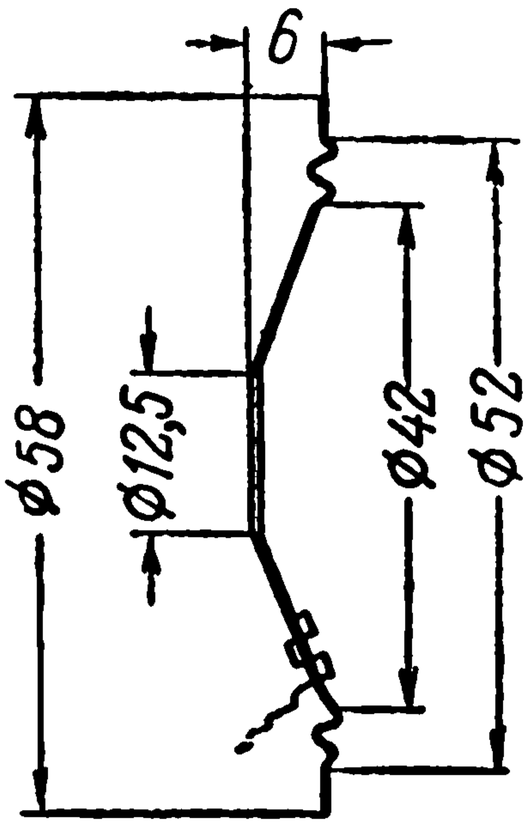
I



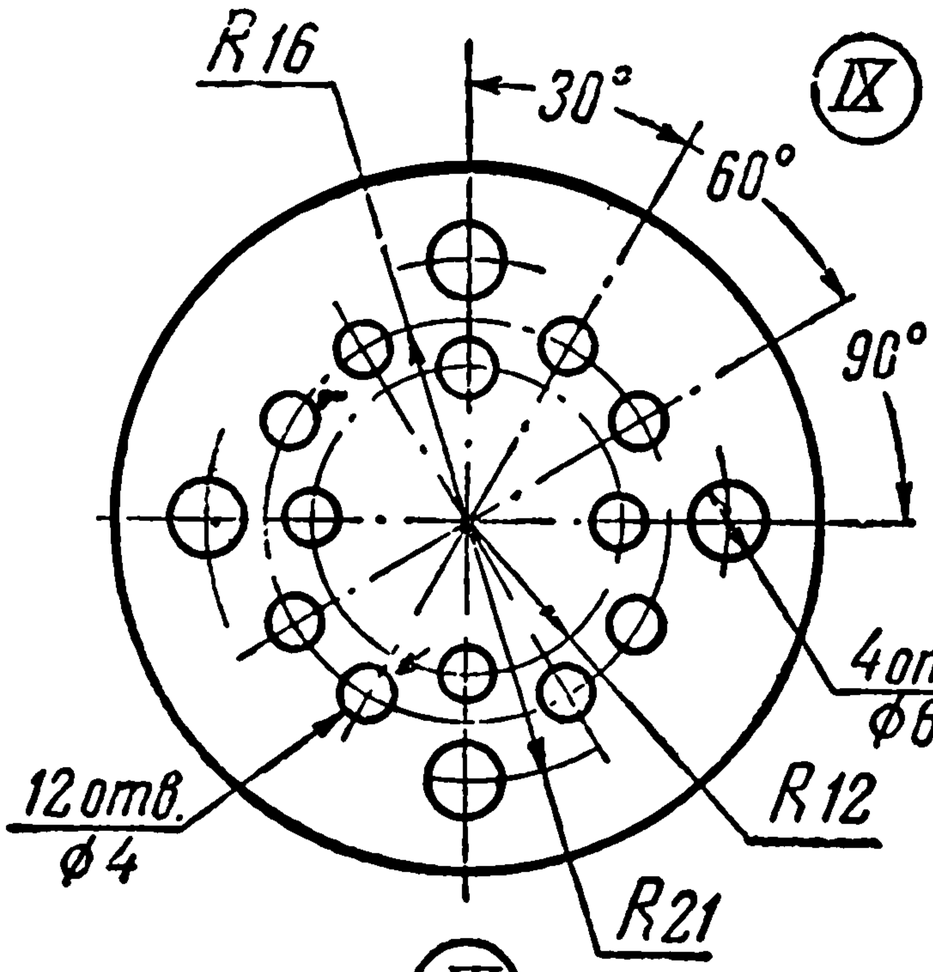


VII



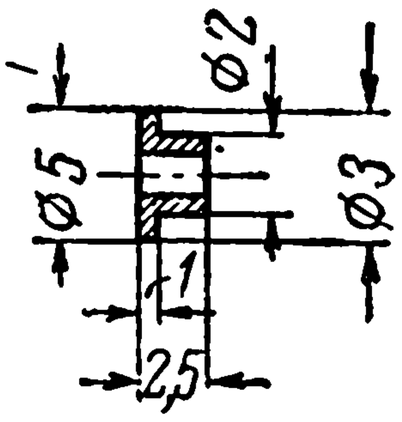


II

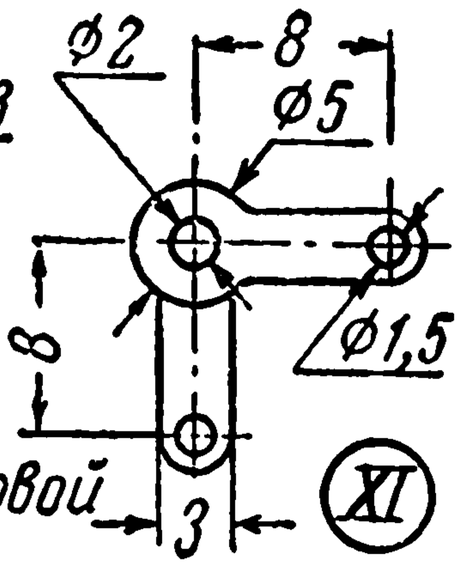


III

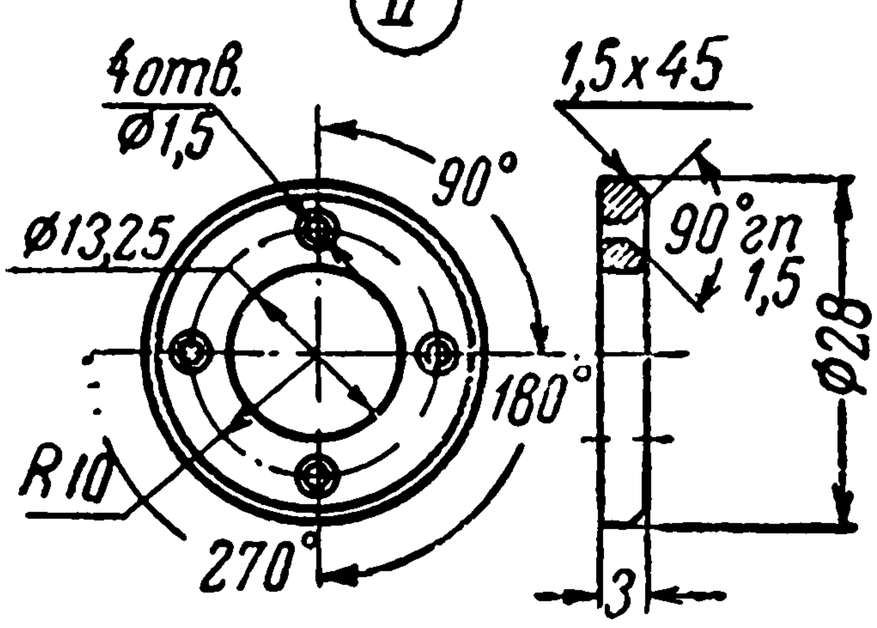
IX



VIII

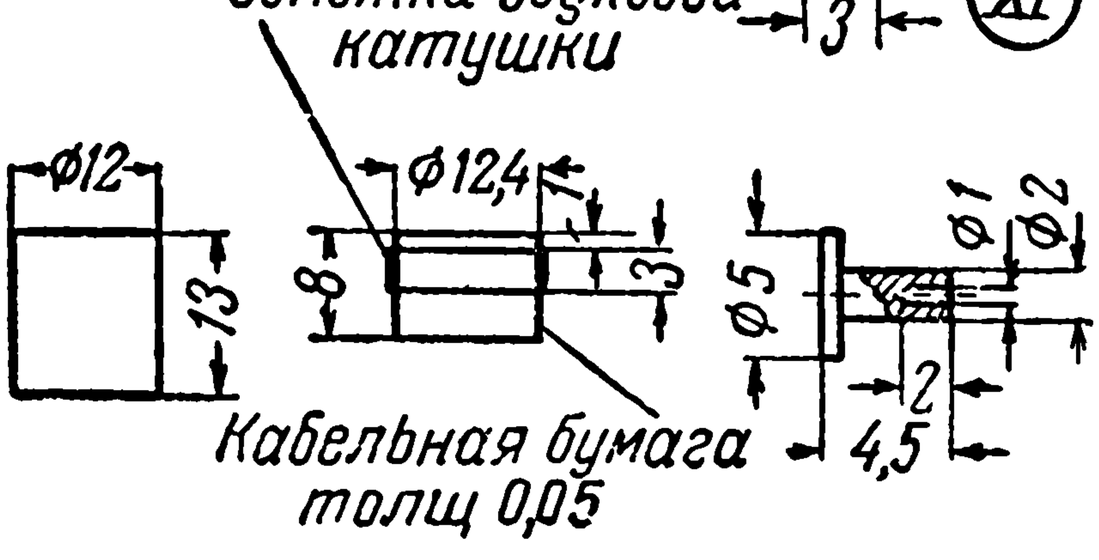


XI



IV

Обмотка звуковой катушки



Кабельная бумага толщ 0,05

V

VI

X

СБОРКА ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ

К диффузору *II* клеем БФ-2 приклеивается кольцо *VII* со стороны, противоположной конусу (рис. 2). Звуковая катушка *VI* вклеивается в центральное отверстие диффузора так, чтобы край обмотки находился от торца конуса на расстоянии 3 *мм*. Для обеспечения перпендикулярности оси звуковой катушки к плоскости приклеенного кольца *VII* внутрь катушки нужно ввести заранее выточенную установочную оправку диаметром 12,4 *мм* с гладкой торцевой поверхностью. Звуковая катушка склеивается с диффузором клеем БФ-2 и устанавливается на просушку на ровную плиту или доску. Выводы катушки при этом должны находиться с внутренней стороны конусной части диффузора. После просушки выводы припаивают к концам многожильного гибкого медного провода (например, марки ЛЭШО 7×0,07), укрепленным на диффузоре. Концы провода заделываются на длину 4 *мм*, зачищаются и скручиваются. В диффузоре, на расстоянии 3 *мм* от гофра, через 1 *мм* прокалываются иглой по три отверстия для каждого вывода (см. рис. 1, дет. *II*); скрученный конец вывода пропускается в эти отверстия. После подпайки к нему вывода звуковой катушки место спайки добавочно приклеивается к диффузору каплей клея БФ-2. Такое соединение показало себя надежным и обрывов во время работы громкоговорителя не наблюдалось.

Для предохранения магнитного зазора от попадания в него посторонних предметов сверху на кольцо *IV* может быть наклеен колпачок, изготовленный из мягкой латуни, алюминия или плотной бумаги (см. пунктир на рис. 2).

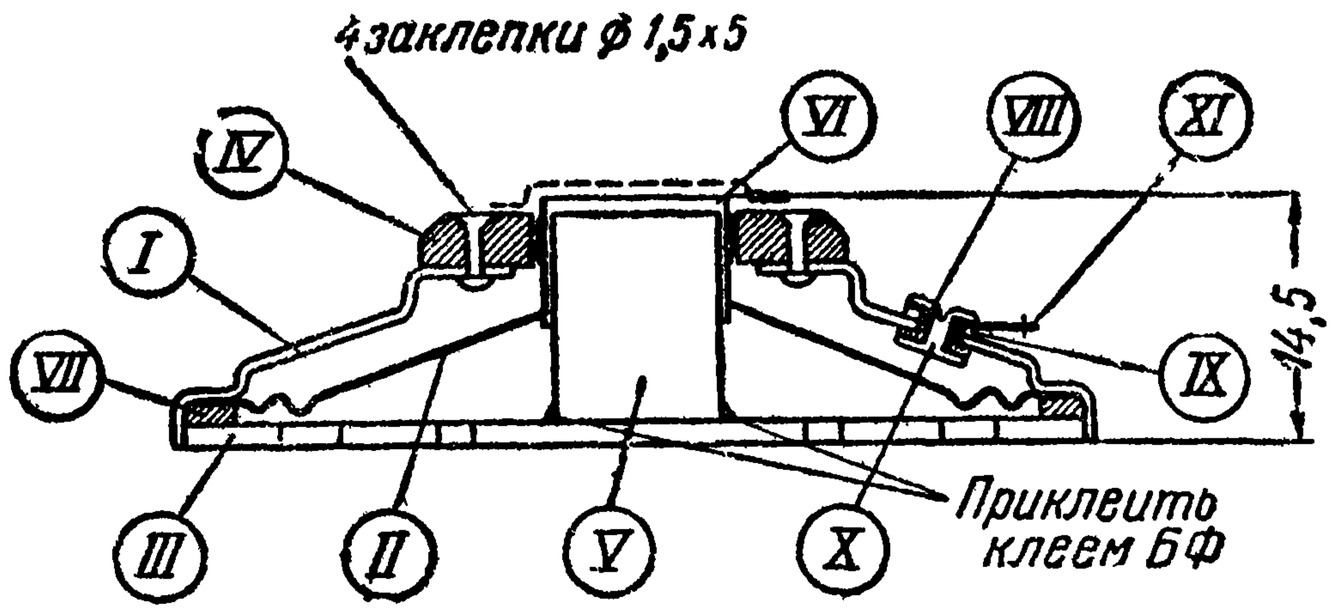


Рис. 2

Вместо отверстий в детали *III* могут быть выпилены фигурные пазы веером через 30—45° каждый.

* * *

Следует отметить, что изготовление описанных громкоговорителей требует особой тщательности, точности и аккуратности и под силу лишь радиолюбителям, имеющим определенные навыки. В случае необходимости звуковая катушка громкоговорителя может быть как высокоомной, так и низкоомной. Данные различных катушек приведены в таблице.

Сопротивление звуковой катушки, *ом*	Количество витков	Марка и диаметр провода	Количество слоев	Количество витков по слоям	Диаметр зазора
6—7	45	ПЭЛ 0,08	2	23—22	13,35
30—32	79	ПЭЛ 0,05	2	40—39	13,25
40—42	99	ПЭЛ 0,05	2	50—49	13,25
50—52	123	ПЭЛ 0,5	3	42—41—40	13,35
85—90	194	ПЭЛ 0,5	4	50—49—48—47	13,5

Примечание. Данные приведены для звуковых катушек, выполненных на бумаге толщиной 0,05 *мм*, с внутренним диаметром 12,4 *мм*, при диаметре керна 12 *мм*. При трехслойной намотке начальный вывод прокладывается между торцами каркаса, а намотка катушки начинается с противоположной стороны.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР РАДИОЛЮБИТЕЛЯ НА БАЗЕ АВОМЕТРА ТТ-1

В. Большов

Наиболее распространенным измерительным прибором среди радиолюбителей и радиомастеров является авометр типа ТТ-1. Серьезными недостатками этого авометра являются малое входное сопротивление при измерении постоянных напряжений, ограниченный частотный диапазон при измерении переменных напряжений, отсутствие возможности измерения малых напряжений низкой частоты, больших сопротивлений и величин емкости и индуктивности.

С помощью описываемой ниже приставки авометр ТТ-1 может быть превращен в современный ламповый измерительный прибор, который позволяет измерять:

— напряжение постоянного тока от 50 *мв* до 1000 *в* на семи диапазонах 1; 2,5; 10; 25; 100; 250; 1000 *в*. Входное сопротивление вольтметра на всех диапазонах равно 20 *Мом*;

— напряжения переменного тока высокой частоты (до 100 *Мгц*) до 100 *в*, низкой частоты от 1 *мв* до 100 *в*;

— сопротивления от 0,1 *ом* до 1000 *Мом*;

— емкость конденсаторов от 5 *пф* до 25 *мкф*;

— индуктивность на частоте 50 *гц* в пределах от 1 *мгн* до 1000 *гн*.

При измерениях с приставкой авометр используется как миллиамперметр (по шкале 0,25 *ма*). Никаких переделок в нем не производится.

Если радиолюбитель имеет микроамперметр чувствительностью 250 *мка*, то приставку можно выполнить в виде самостоятельного лампового прибора.

В этом случае в прибор целесообразно ввести лампо-

вый выпрямитель для измерения переменных напряжений до 1000 *в* и многопредельный амперметр.

Ламповая приставка выполнена на одной лампе типа 6Ф1П. Питание приставки осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 и 220 *в*. При изменении напряжения сети на +10% и —20% дополнительная ошибка измерений не превышает 2%. Приставка потребляет от сети мощность не более 12 *вт*.

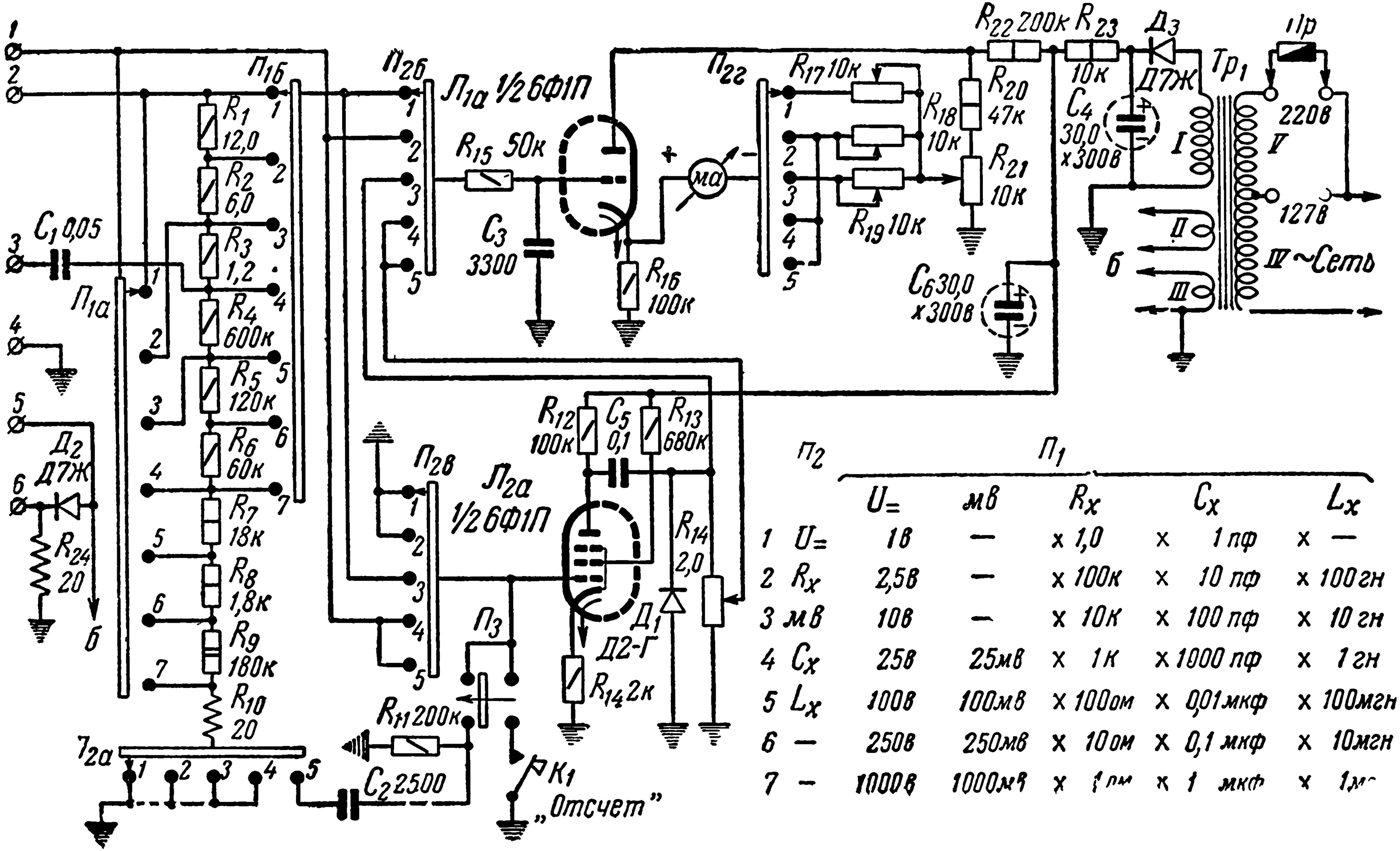
При разработке приставки автор стремился к тому, чтобы уменьшить число сопротивлений, величина которых должна быть подобрана с высокой точностью. Для этого одни и те же сопротивления используются как в делителе напряжения вольтметра и милливольтметра, так и в качестве эталонных сопротивлений при измерении R_x, C_x и L_x.

СХЕМА

Поскольку изготовление шкал в любительских условиях затруднительно, то схемы измерителей L_x и C_x выбраны таким образом, что они имеют равномерные шкалы. Это позволяет производить отсчет непосредственно по линейной шкале вольтметра постоянных напряжений авометра. Схема измерителя R построена так, что отсчет величины сопротивления, измеряемого ламповым омметром, производится по шкале омов авометра. Таким образом для отсчета всех измеряемых с помощью ламповой приставки величин используются шкалы авометра без каких-либо переделок.

Принципиальная схема приставки изображена на рис. 1. Основным ее узлом является вольтметр постоянного напряжения, выполненный по схеме катодного повторителя на триодной части лампы 6Ф1П (рис. 2,*а*).

Установка нуля вольтметра производится с помощью сопротивления R_{20}. Если между сеткой триода и землей приложить измеряемое постоянное напряжение U_x, то это приведет к уменьшению отрицательного смещения на сетке и увеличению анодного тока триода. Падение напряжения на сопротивлении R_{16} увеличится, и в цепи гальванометра появится ток. Благодаря глубокой отрицательной обратной связи по постоянному току, образующейся за счет включения сопротивления R_{16}, ток в цепи микроамперметра изменяется линейно в зависимости от измеряемого напряжения. Полное отклонение



$П_2$	$П_1$				
	$U_=$	мв	R_x	C_x	L_x
1 $U_=$	1в	—	х 1,0	х 1 пф	х —
2 R_x	2,5в	—	х 100к	х 10 пф	х 100гн
3 мв	10в	—	х 10к	х 100 пф	х 10 гн
4 C_x	25в	25мв	х 1к	х 1000 пф	х 1 гн
5 L_x	100в	100мв	х 100ом	х 0,01мкф	х 100мгн
6 —	250в	250мв	х 10ом	х 0,1 мкф	х 10мгн
7 —	1000в	1000мв	х 1ом	х 1 мкф	х 1м

стрелки микроамперметра с чувствительностью 250 *мка* получается при входном напряжении 1 *в*. Для измерения напряжений выше 1 *в* на входе вольтметра включен делитель напряжения R_1—R_{10}.

Измеряемое напряжение подается на сетку триода через фильтр $R_{15}C_2$. При измерении постоянных напряжений наличие сопротивления R_{15} исключает необходимость корректировки нуля вольтметра при переключении пределов измерений, а также предохраняет сетку триода от попадания на нее больших постоянных напряжений при неправильной установке диапазона измеряемого напряжения. При измерении переменных и пульсирующих напряжений цепь $R_{15}C_2$ является фильтром, ослабляющим переменную составляющую измеряемого напряжения на сетке лампы.

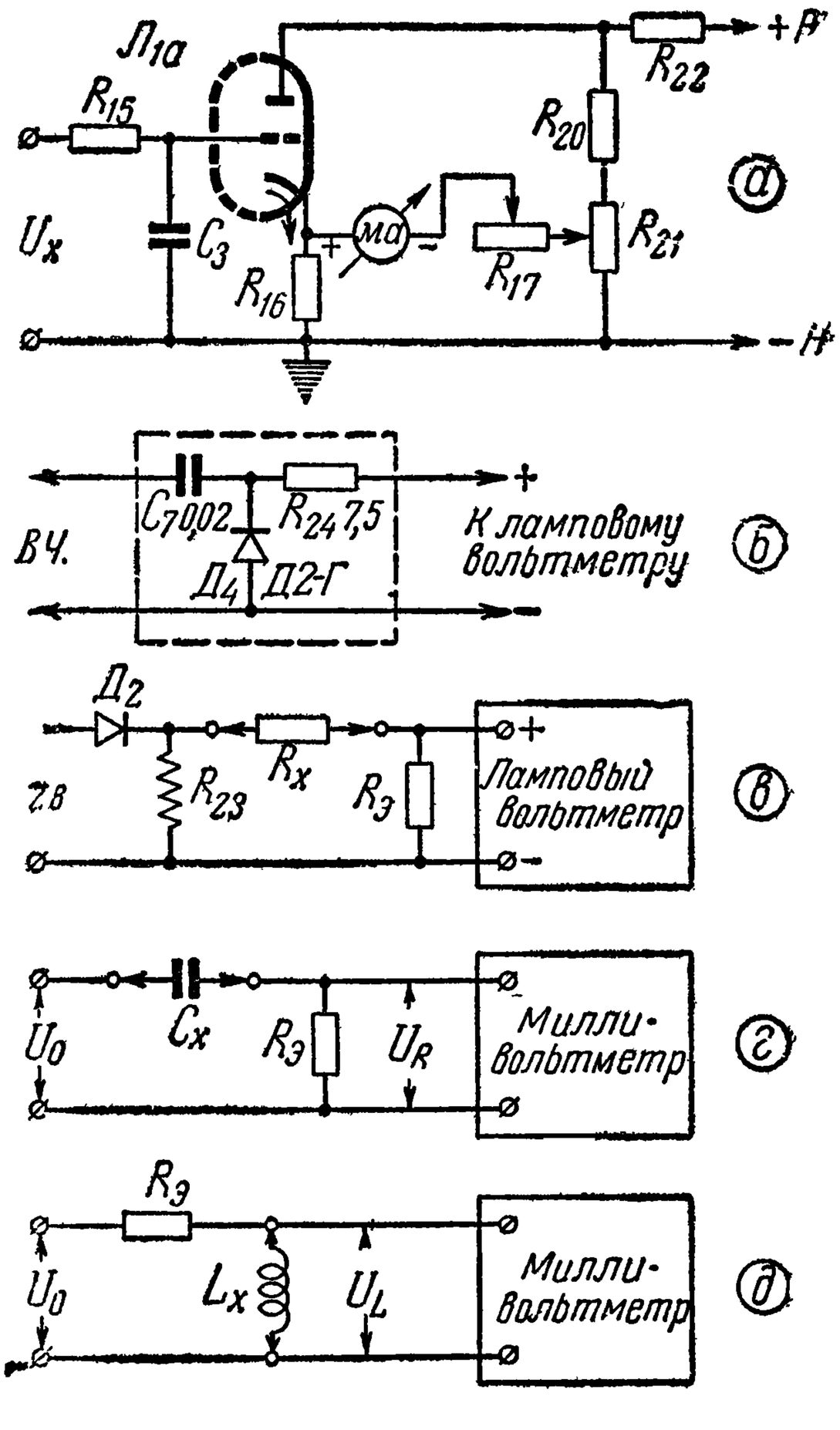


Рис. 2

Питание анодной цепи вольтметра производится пониженным напряжением (25 *в*), что приводит к уменьшению сеточных токов и позволяет включить в цепь сетки сопротивления до 20 *Мом*. Благодаря глубокой отрицательной обратной связи изменения напряжения питания до ± 10% и — 20% вызывают ошибку не более 1—2%. Кроме того, схема мало чувствительна к изменению параметров лампы.

Напряжение звуковой и высокой частоты можно измерять с помощью выносного выпрямителя пробника на полупроводниковом диоде (рис. 2,*б*). Во время отрицательного полупериода конденсатор C_5 заряжается через

диод $Д_4$ до амплитудного значения измеряемого напряжения, в положительный полупериод этот конденсатор разряжается в основном через обратное сопротивление полупроводникового диода. Постоянная времени разряда выбирается много большей, чем период наиболее низкой частоты измеряемого напряжения, поэтому постоянная составляющая выпрямленного напряжения близка к амплитуде измеряемого напряжения. Поскольку шкала вольтметра градуируется в действующих, а не амплитудных значениях, то выпрямленное напряжение подается на вход вольтметра через сопротивление R_{24}, которое вместе с сопротивлениями R_1—R_{10} образует дополнительный делитель напряжения. Кроме того, сопротивление R_{24} отделяет входную емкость пробника от емкости кабеля и монтажа прибора, что способствует уменьшению входной емкости пробника.

Входное сопротивление пробника на низких частотах определяется обратным сопротивлением $R_{обр}$ диода $Д_4$ и равно 0,5 $R_{обр}$. Практически оно лежит в пределах 0,4—1,0 *Мом*. На высоких частотах входное сопротивление определяется входной емкостью, которая при аккуратном выполнении монтажа получается равной 4—6 *пф*, т. е. значительно меньшей, чем при применении лампового диода (входная емкость у промышленного лампового вольтметра переменных напряжений типа ВКС-7 равна 12—15 *пф*).

Наибольшее переменное напряжение, которое можно измерять таким пробником, равно примерно 0,4 обратного напряжения примененного полупроводникового диода. Поэтому желательно иметь два отдельных пробника: с точечным диодом (ДГ-Ц7; Д2-Ж) для измерения напряжений высокой частоты и с плоскостным диодом (ДГ-Ц24) для измерения звуковых частот.

При измерении с пробником напряжений до 2,5 *в* следует пользоваться шкалой переменных напряжений авометра, причем ошибка в этом случае не превышает 3—5%. При измерении больших напряжений используется шкала постоянных напряжений.

Для измерения малых переменных напряжений низкой частоты в приставке имеется усилитель низкой частоты, выполненный на пентодной части лампы 6Ф1П.

Измеряемое напряжение подается с входных гнезд *3—4* на делитель входного напряжения, образованный

сопротивлениями R_4—R_{10}. С делителя напряжение подводится к сетке лампы $Л_{16}$, усиливается ею и затем выпрямляется диодом $Д_1$. Выпрямленное напряжение измеряется вольтметром постоянного напряжения приставки. Входное сопротивление милливольтметра составляет 800 *ком*.

Упрощенная схема измерения сопротивлений приведена на рис. 2,*в*. В качестве источника питания используется выпрямленное диодом $Д_2$ (Д7Ж) напряжение, снимаемое с обмотки III силового трансформатора. Нагрузкой диода $Д_2$ служит сопротивление R_{24} величиной 20 *ом*, что уменьшает изменение выпрямленного напряжения при подключении различных сопротивлений. Измерение сопротивления фактически сводится к измерению напряжения на одном из эталонных сопротивлений (R_1—R_{10}), включенных последовательно с измеряемым сопротивлением. Для того чтобы отсчет величины сопротивления, измеряемого ламповым омметром, можно было производить по шкале омов авометра, надо обеспечить кратность входных сопротивлений лампового омметра и омметра авометра в 10, 100, 1000 и т. д. раз, что достигается соответствующим выбором эталонных сопротивлений R_1—R_{10}. Перед измерением сопротивлений, кроме обычной установки нуля, производится установка нуля омметра, которая выполняется при замкнутых щупах, включенных в гнезда *2* и *6* при помощи переменного сопротивления R_{18}.

Схема измерителя емкости показана на рис. 2,*г*. Переменное напряжение с обмотки III силового трансформатора подводится к последовательно включенным конденсатору C_x и одному из эталонных сопротивлений R_1—R_{10} (обозначим его $R_э$). Ток в цепи $C_x X R_э$ определяется выражением:

$$I = \frac{U_0}{\sqrt{R_э^2 + X_c^2}},$$

где X_c — емкостное сопротивление конденсатора C_x.

Если $R_э \ll X_c$, то первым членом в знаменателе можно пренебречь. Тогда:

$$I = \frac{U_0}{X_c} = U_0 2\pi f C_x,$$

Падение напряжения на сопротивлении $R_э$, равно:

$$U_k = IR_э = U_0 2\pi f C_x R_э = K_1 C_x,$$

где $K_1 = U_0 2\pi f R_э$ — величина постоянная. Следовательно, падение напряжения на сопротивлении $R_э$ прямо пропорционально величине емкости конденсатора C_x, т. е. получается равномерная шкала емкостей. Напряжение с сопротивления $R_э$ подается на сетку усилительного каскада, выполненного на пентодной части лампы $Л_1$, затем выпрямляется диодом $Д_1$ и поступает на вход вольтметра постоянного напряжения.

При напряжении U, равном 2,0 *в*, напряжение на эталонном сопротивлении будет равно 0,3 *в*, поэтому на вход вольтметра постоянных напряжений подается не все выпрямленное напряжение, а только часть его, снимаемая с движка переменного сопротивления R_{14}.

Перед измерением емкости производится калибровка шкалы измерителя емкости: переключатель $П_3$ переводится в положение «Калибровка» и с помощью переменного сопротивления R_{18} стрелка гальванометра устанавливается на последнее деление шкалы вольтметра постоянного напряжения авометра (переключатель $П_2$ при этом должен быть в положении C_x, а переключатель $П_1$ может быть в любом положении). Отсчет величины емкости измеряемого конденсатора осуществляется при разомкнутых контактах кнопки $К_1$ («Отсчет»). Полное отклонение стрелки на шкале «х1» получается при емкости C_x, равной 25 *пф*. При измерении на этом диапазоне прибор будет вносить в измерения систематическую ошибку, равную емкости между зажимами *2* и *5*. Поэтому при измерении малых емкостей из показаний прибора следует вычитать значение этой емкости, которую определяют следующим образом: переключатель диапазонов ставят в положение «х100» и производят установку нуля. Затем переводят переключатель $П_2$ в положение «х1». При этом прибор покажет не нуль (зажимы разомкнуты), а какое-то значение емкости, равное емкости между зажимами. Емкость электролитических конденсаторов и конденсаторов с малым сопротивлением изоляции измерять прибором нельзя.

Схема измерителя индуктивности показана на рис. 2,*д*. Переменное напряжение 2 *в* с обмотки III силового трансформатора подводится к последовательно

включенным эталонному сопротивлению $R_э$ (равному 20, 200, 2000 *ом* и т. д.) и измеряемой индуктивности. Величины $R_э$ и L_x выбираются такими, чтобы сопротивление $R_э$ было бы намного больше, чем индуктивное сопротивление X_L. В этом случае ток в последовательной цепи будет определяться лишь величиной сопротивления $R_э$, т. е.

$$I = \frac{U_э}{R_э},$$

а падение напряжения на индуктивности U_L равно:

$$U_L = I \cdot X_L = \frac{U_0}{R_0} 2\pi f L_x = K_2 L_x,$$

т. е. прямо пропорционально величине измеряемой индуктивности. Напряжение U_L усиливается пентодной частью 6Ф1П ($Л_{16}$), выпрямляется и подается на вход вольтметра постоянных напряжений. Полное отклонение стрелки на шкале «х1» ($R_э = 20$ *ом*) получается при индуктивности 10 *мгн*. Измеряемая индуктивность включается между зажимами *2* и *4* приставки. Перед измерением индуктивности производят установку нуля с помощью сопротивления R_{20} и калибровку с помощью сопротивления R_{17} (аналогично калибровке измерителя емкостей). Отсчет индуктивности производят при разомкнутых контактах кнопки K_1, причем размыкание осуществляют после подключения измеряемой индуктивности. Если бы в приставке не было кнопки K_1, то при отключенной L_x на сетку лампы $Л_{16}$ подавалось бы полное напряжение с обмотки III силового трансформатора, что приводило бы к зашкаливанию гальванометра. При измерении индуктивности на шкалах «х1» и «х100»

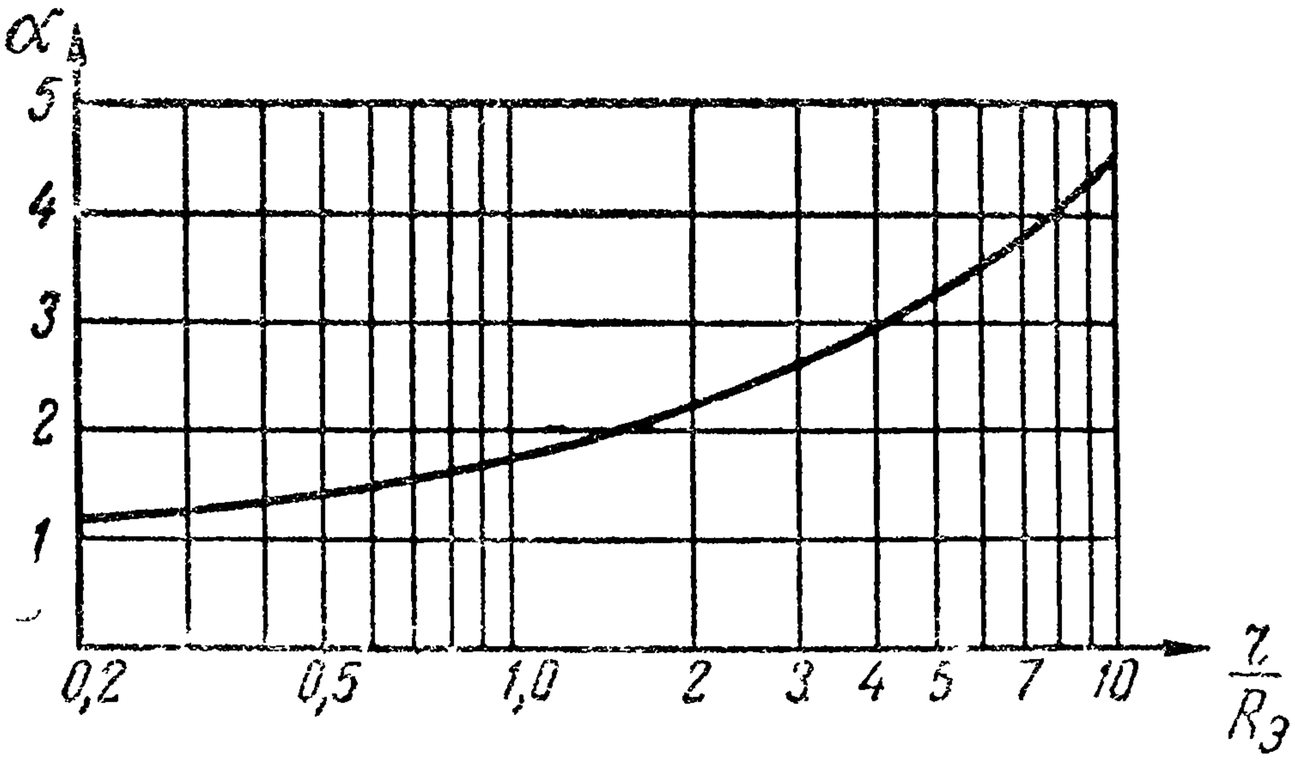


Рис. 3

индуктивное сопротивление катушек может быть сравнимо с активным сопротивлением их, что приводит к значительным погрешностям при измерении. Поэтому для определения истинного значения индуктивности необходимо измерить с помощью омметра активное сопротивление катушки, после чего величина $L_{ист}$ находится по формуле:

$$L^2_{ист} = (1 + \frac{2r}{R_э}) L^2_0 - \frac{R^2_э}{W^2},$$

где L_0 — значение индуктивности по шкале;
$R_э$ — эталонное сопротивление в диапазоне измерения.

Для практических расчетов с достаточной точностью можно пользоваться следующей формулой:

$$L_{ист} = L_0 \cdot \alpha,$$

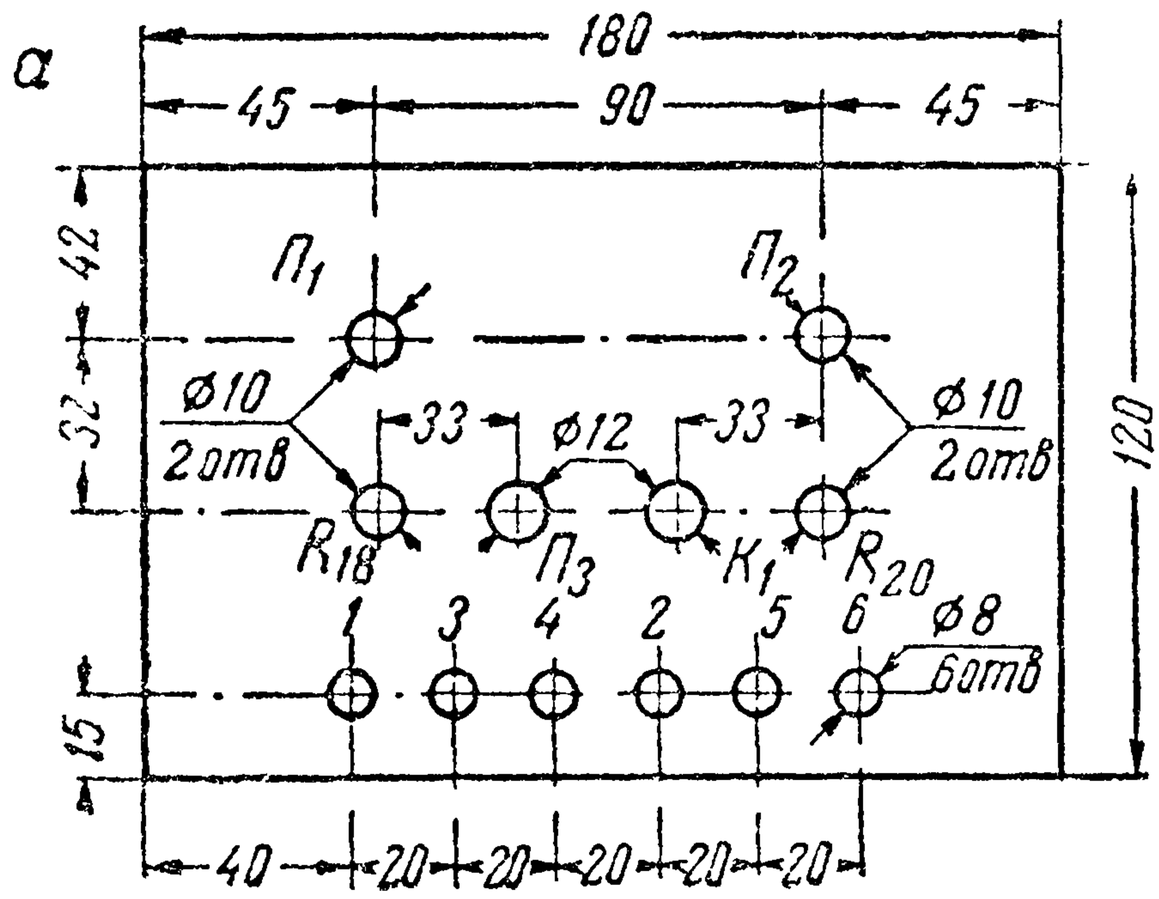
где α — коэффициент, определяемый в зависимости от отношения $\frac{r}{R_э}$ по графику рис. 3.

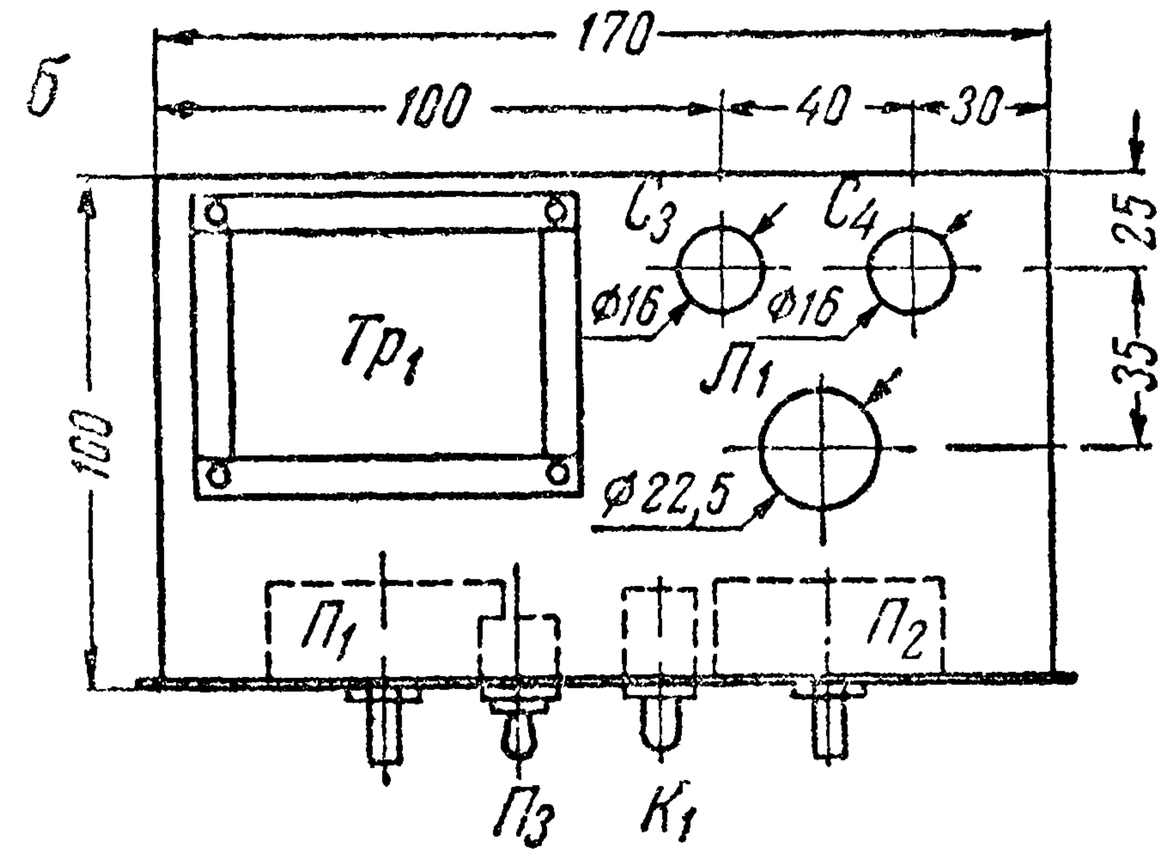
Питание анодных цепей приставки осуществляется от однополупериодного выпрямителя на полупроводниковом диоде типа Д7Ж ($Д_3$). Фильтр выпрямителя состоит из сопротивления R_{23} и электролитических конденсаторов C_4—C_6. Для упрощения приставки выключатель сети отсутствует. Переключение напряжения сети осуществляется перестановкой предохранителя *Пр.*

КОНСТРУКЦИЯ

Приставка монтируется на П-образном металлическом шасси размерами 50×100×170 *мм*. Спереди шасси прикреплена лицевая панель размерами 120×180 *мм*, выполненная из дюралюминия толщиной 2,5 *мм*. На лицевой панели укреплены переключатели $П_1$, $П_2$, $П_3$, кнопка K_1, сопротивления R_{18} и R_{20}, а также входные гнезда прибора, обозначенные на принципиальной схеме цифрами *1—6*. Потенциометры R_{14}, R_{17} и R_{23}, а также силовой трансформатор, лампа $Л_1$ и конденсаторы C_3, C_4 укрепляются на верхней части шасси. Все остальные постоянные сопротивления и конденсаторы крепятся либо на ламелях переключателей, либо подпаиваются к

соответствующим выводам ламповой панельки и других деталей. Гнезда для подключения щупов авометра расположены на задней стенке шасси. В целях более гибкого использования прибора и безопасности при производстве измерений кожух прибора изолирован от шасси.





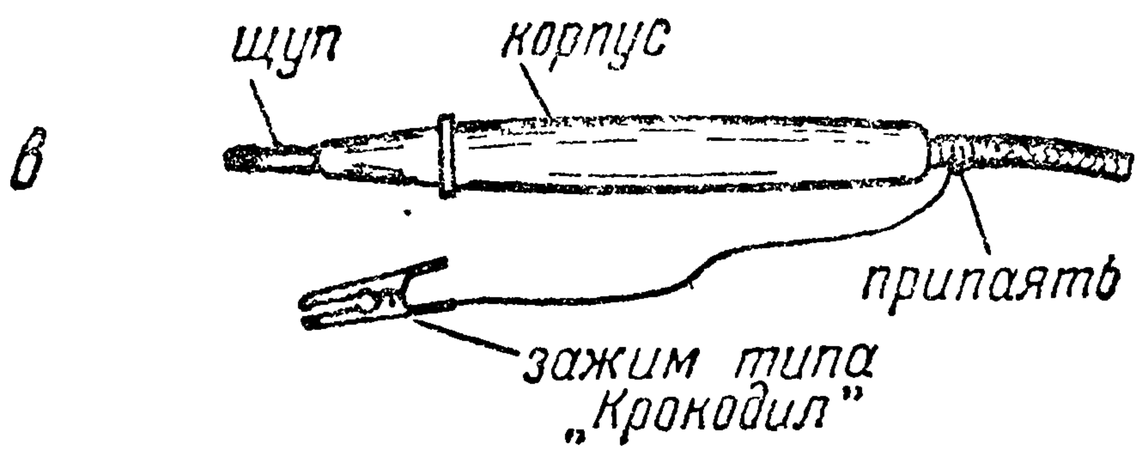


Рис. 4

Расположение органов управления на лицевой панели, а также расположение деталей на шасси приставки показано на рис. 4,*а* и *б*. Там же приведены все размеры шасси и лицевой панели.

Выносной ВЧ пробник монтируется в пластмассовом корпусе от неисправной авторучки. Выводные концы пробника заключены в гибкую металлическую оплетку и заканчиваются однополюсными вилками (рис. 4,*в*).

Переключатели $П_1$ и $П_2$ и ламповую панельку для лампы $Л_1$ желательно применить фарфоровые. Силовой трансформатор $Тр_1$ — самодельный; сердечник набран из пластин типа УШ-19, толщина набора — 20 *мм*. Обмотка I имеет 1500 витков провода ПЭЛ 0,15; обмотка II — 75 витков провода ПЭЛ 0,8; обмотка III — 22 витка провода ПЭЛ 0,35; обмотка IV — 1500 витков провода ПЭЛ 0,18, обмотка V — 1200 витков провода ПЭЛ 0,15.

Кнопку *К* необходимо подбирать такой конструкции, чтобы при нажиме на нее контакты размыкались.

НАЛАЖИВАНИЕ

Налаживание правильно смонтированной приставки начинается с налаживания вольтметра постоянного напряжения. С этой целью переключатель $П_1$ устанавливается в положение «1*в*», а переключатель $П_2$ — в положение «*U*» и проверяется действие потенциометра R_{20} (установка нуля). Установка нуля должна происходить при среднем положении движка потенциометра R_{20}, в противном случае надо подобрать величину сопротивления R_{19}. Установив нуль вольтметра, подают на вход постоянное напряжение 1 *в*, контролируемое эталонным вольтметром, и регулировкой потециометра R_{17} устанавливают стрелку гальванометра на последнее деление шкалы. Если сопротивления делителя R_1—R_{10} подобраны с точностью $\pm 1 \div 2\%$, на этом налаживание вольтметра постоянных напряжений заканчивается. Налаживание вольтметра переменных напряжений сводится к подбору такого сопротивления R_{24}, чтобы полное отклонение стрелки соответствовало входному напряжению 1 *в*. После этого налаживается милливольтметр. Налаживание ведется следующим образом: подавая на вход милливольтметра (гнезда *3—4*) переменное напряжение 1*в* и контролируя его величину эталонным вольтметром, устанавливают с помощью сопротивления R_{23} стрелку гальванометра на наибольшее деление шкалы вольтметра авометра. Переключатель $П_1$ при этом должен находиться в положении «1000 *мв*», а переключатель $П_2$ —

в положении «мU». В качестве источника напряжения при налаживании можно пользоваться сетью переменного тока. Отсчет производится при разомкнутых контактах кнопки K_1.

При правильно налаженном вольтметре постоянных напряжений и подобранных сопротивлениях R_1—R_{10} омметр не требует никакого налаживания.

Затем прибор налаживается в положениях «C_x» и «L_x». Налаживание измерителя емкости и индуктивности сводится к подбору сопротивления R_{11} и конденсатора C_1 с точностью 1÷2%, а также положения движка переменного сопротивления R_{14}. Для этого переключатель $П_3$ ставится в положение «Калибровка» (при подобранных и включенных в схему C_1 и R_{11}) и при среднем положении движка R_{18} с помощью R_{14} стрелка гальванометра устанавливается на наибольшее деление шкалы постоянных напряжений шкалы авометра. В дальнейшем положение движка R_{14} не изменяется.

В заключение производится проверка приставки при измерении различных напряжений сопротивлений, емкостей и индуктивностей.

ПРИСТАВКА К ПРИБОРУ ТТ-1 ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ *C* и *R*

К. Самойликов

Радиолюбителю-конструктору часто бывает необходим простой прибор, которым можно было бы определять емкость различных конденсаторов с точностью, достаточной для большинства случаев практики.

Таким прибором может служить описываемая ниже приставка к заводскому прибору типа ТТ-1. Схема приставки приведена на рис. 1. Принцип измерения основан на определении величины емкостного тока.

Известно, что если к конденсатору, емкость которого C, подвести напряжение U переменной частоты f, то через конденсатор будет протекать переменный ток I_c, величина которого связана следующей зависимостью:

$$I_c = \frac{U}{X_c}, \qquad (1)$$

где X_c — есть емкостное (реактивное) сопротивление конденсатора, которое, в свою очередь, связано следующей зависимостью:

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C(\text{ф})}. \qquad (2)$$

В качестве переменного тока с постоянной частотой может служить обычная электрическая сеть с $f = 50$ *гц*. Те небольшие отклонения по частоте, которые имеются в сети, на точность расчета влияют мало. Данный метод измерения очень прост и дает вполне достаточную точность измерения. Путем несложных преобразований формулу 2 можно упростить и она примет вид:

$$X_c = \frac{3200}{C(\text{мкф})}. \qquad (3)$$

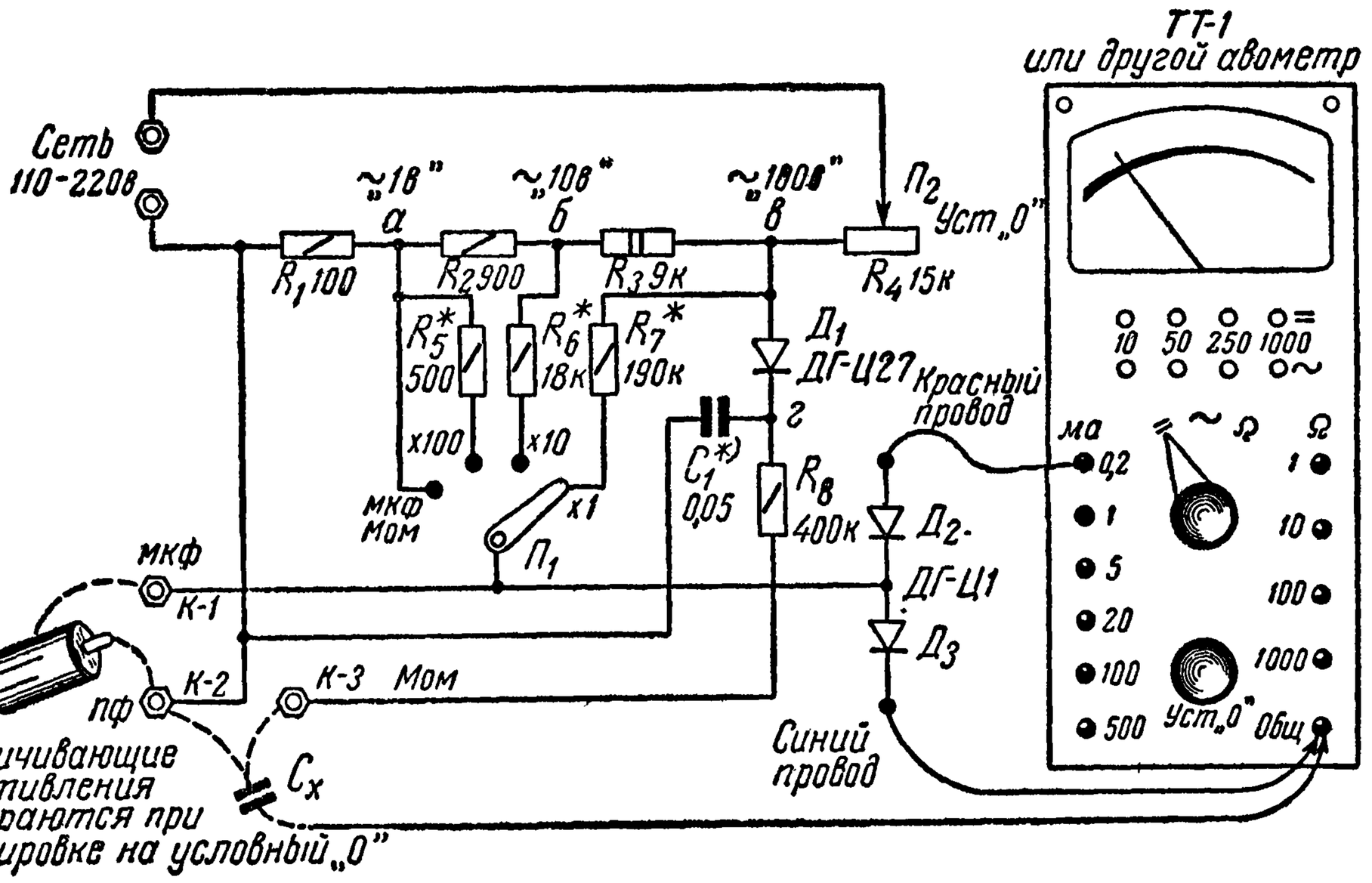


Рис. 1

По такой приближенной формуле можно быстро подсчитать емкостное сопротивление любого конденсатора для переменного 50-периодного тока электросети.

Подставив формулу (3) в формулу (1)

$$I_c = \frac{U}{X_c} = \frac{V}{\frac{3200}{C(мкф)}},$$

получим

$$C(мкф) = \frac{3200 \cdot I_c}{U}. \qquad (4)$$

По формуле (4) мы можем уже практически подсчитывать и измерять емкость при наличии двух приборов—вольтметра и миллиамперметра переменного тока или одного комбинированного прибора.

Наконец, задаваясь величиной переменного напряжения, которое будет использоваться при измерении конденсаторов, и величинами емкости, которые желательно будет измерять, мы можем определить, какой чувствительности потребуется нам для измерения миллиамперметр:

$$I_c(а) = \frac{C(мкф) \cdot U(в)}{3200}. \qquad (5)$$

Пример расчета. С помощью приставки необходимо измерять емкость конденсаторов от 1000 *пф* и выше при

напряжении 100 *в*. Подставив эти величины в формулу (5), получим:

$$I_c = \frac{0{,}001 \cdot 100}{3200} = \frac{0{,}001}{32} = 0{,}000031a \ (0{,}031 \ ма).$$

Если цена деления шкалы прибора (1/100 всей шкалы) или чувствительность самой головки прибора не позволяет отчетливо отметить такой ток, надо применить более чувствительный прибор, повысить напряжение или перерассчитать, с какой же емкости может начинаться шкала прибора. Верхний предел шкалы, т. е. возможность измерять конденсаторы с большей емкостью, здесь практически не ограничивается и может доходить до сотен и более микрофарад, для чего потребуется только соответственно снижать величину переменного напряжения, подводимого к прибору, которое может дойти до долей вольта.

Для снижения пределов измерения емкости (в приведенном нами примере 1000 *пф*) необходимо повысить частоту питающей сети, что не всегда удается сделать в любительских условиях.

При наличии на приборе шкалы «*ма*» переменного тока можно, произведя подсчет, заранее проградуировать всю шкалу для измерения емкости, не применяя в этом случае набора конденсаторов-эталонов.

Для того чтобы иметь одну общую шкалу емкости для всех пределов измерения, рекомендуется каждую последующую шкалу увеличивать для легкости перевода показаний в кратное число раз. Хорошо использовать 10-кратное отношение. Для этого необходимо соответственно снижать напряжение, например с 100 *в* до 10 *в*, до 1 *в* и т. д.

Соответственно этому каждая последующая шкала при измерении емкости будет увеличиваться или уменьшаться также в 10 раз, и на шкале, проградуированной, скажем, при 100 *в* переменного тока, будут стоять условные знаки как на шкале омов ТТ-1, т. е. «х1»; «х10»; «х100». Следует отметить, что измерение емкости данным методом будет верным в том случае, если измеряемый конденсатор не будет иметь утечки постоянного тока (за исключением электролитических конденсаторов). Поэтому указанный метод измерения емкости всегда связывается с двойным измерением.

Сначала измеряется изоляция (ток утечки) данного конденсатора (на что рассчитана также эта приставка), и если утечка в пределах нормы, то после измеряется сама емкость.

Детали приставки могут свободно разместиться в самом корпусе ТТ-1. В этом случае отпадает надобность в ДГ-Ц1, ибо используются купроксы самого прибора (при этом начальная емкость, которую можно будет отметить по шкале, будет уже 500 *пф*). Метка 500 *пф* на шкале ТТ-1 будет соответствовать положению около 3 *в* 50-вольтовой шкалы переменного напряжения. 1000 *пф* будет уже в положении 5 *в* и т. д. В конце этой шкалы (46,5 *в*) будет метка 30 000 *пф* (0,03 *мкф*). Шкала емкости будет неравномерной, но отсчет по ней в указанных пределах получается вполне удовлетворительным. Каждое следующее положение диапазона увеличивается в 10 раз.

Отдельная приставка к ТТ-1 может измерять емкость с 1000 *пф* до 160 *мкф* (емкость электролитических конденсаторов в новых телевизорах), а также сопротивления до 20 *Мом* (там, где на шкале ТТ-1 1 *Мом* будет 20 *Мом*). Напряжение питания участка для измерения больших сопротивлений надо подобрать так, чтобы шкала омов в ТТ-1 в этом случае была справедлива и к показанию больших «МΩ». Для этого ее деления арифметически увеличиваются в 20 раз.

Сама приставка монтируется на изоляционной панельке (гетинакс, эбонит и т. д.) размерами 100×700×2 *мм*. С внутренней стороны панельки располагается делитель переменного напряжения R_1, R_2, R_3, с которого необходимо снимать 100, 10, 1 *в* переменного тока. Здесь также крепятся два диода ДГ-Ц1 и один ДГ-Ц24 или маленький селеновый столбик из 6—8 шайб. Для крепления деталей диодов удобно применить монтажную гребенку на 10 лепестков. К лепесткам этой гребенки и подпаиваются все необходимые сопротивления делителя и ДГ-Ц. Тут же снизу крепится конденсатор C_1 типа КБГИ и одно переменное сопротивление типа СП-2 (мощностью 2 *вт*) 12—15 *ком* и, наконец, переключатель на 4—5 положений. С лицевой стороны на панели размещаются две ручки (от переменного сопротивления и переключателя) и три зажима для подключения измеряемых конденсаторов и сопротивлений. Нужно также

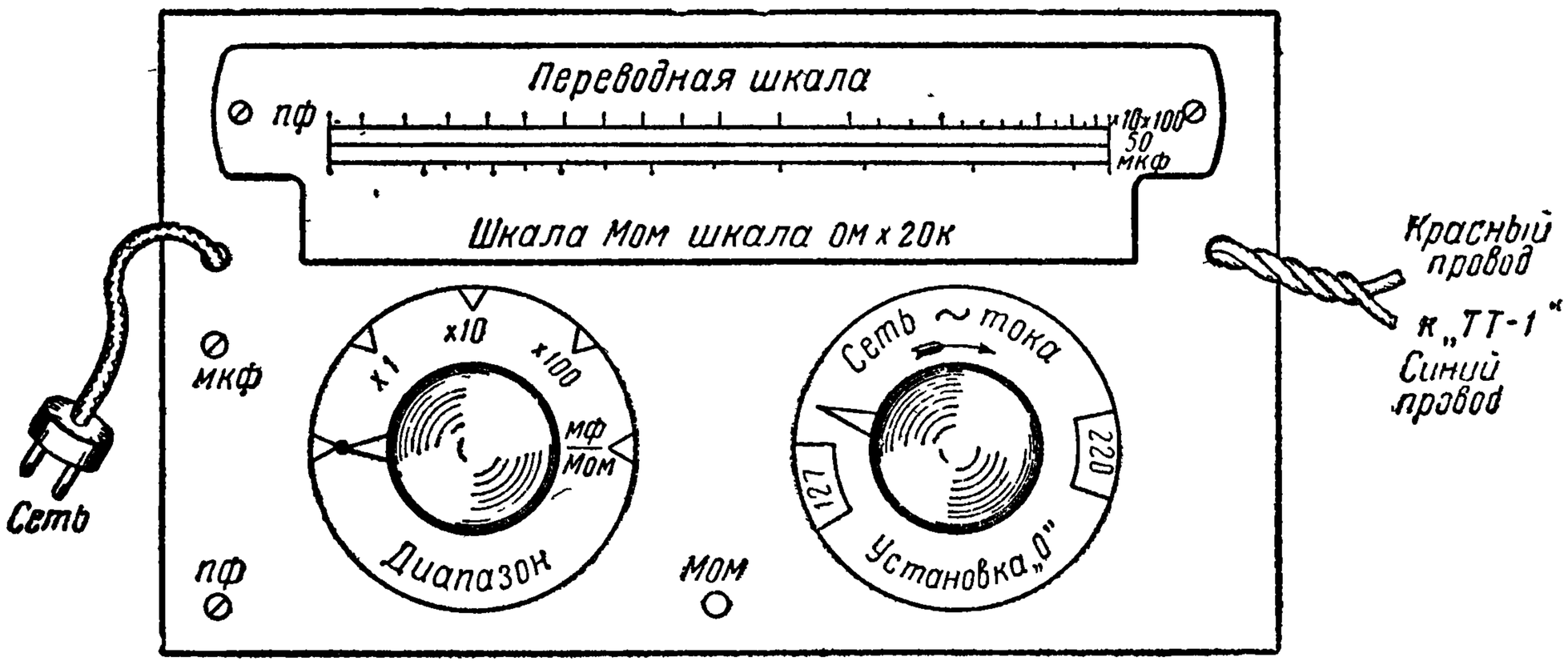


Рис. 2

вывести шнур для включения в электросеть и два цветных гибких проводника для подключения к ТТ-1.

В качестве переключателя на 4—5 положений можно использовать обычную плату от переключателя диапазона, хотя она занимает много места.

Ручки управления можно применить любые, но желательно со стрелой, так как около ручек нужно поместить шкалу, с обозначением: «х1», «х10», «х100» и «МФ» («МОМ») и около сопротивления СП — 12—15 *ком* «Установка «0»; необходимо также ориентировочно обозначить положение для сети 127 *в* (в начале по часовой стрелке) и 220 *в* (в конце шкалы, рис. 2).

В качестве зажимов используются штырьки от штепсельных вилок. Наконец, на свободном пространстве панельки на полоске миллиметровой бумаги начерчена переводная шкала показаний ТТ-1 в *пф* и *Мом*. Для удобства взята 50-вольтовая шкала по постоянному току (рис. 3).

При градуировке прибора величины сопротивлений $R_1+R_2+R_3$ подбираются так, чтобы на этом делителе было падение напряжения 100 *в*. Оставшиеся 27 *в* или 120 *в* (при сети напряжением 220 *в*) гасятся в переменном сопротивлении R_4. Это сопротивление выполняет роль установки «условного 0» при начале градуировки приставки и при последующих измерениях, так как напряжение в сети может меняться, нарушая точность показаний.

Дополнительные сопротивления R_5, R_6 и R_7 подбираются следующим образом. Приставка включается в

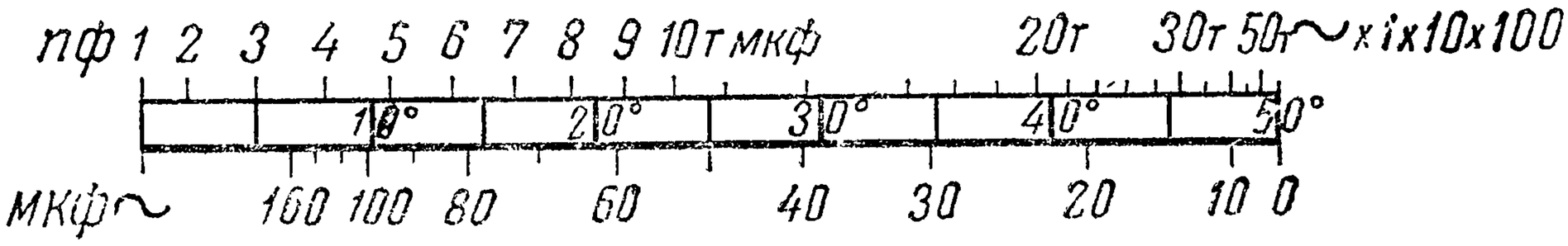


Рис. 3

ТТ-1 (в гнездо 0,2 *м/а* и «общее»). Сам прибор ТТ-1 в этом случае ставится в положение измерения по постоянному току (шкала 50 *в*). Затем второй провод от ТТ-1 от общего гнезда замыкают на зажим *К-2* приставки. После этого ползунок $П_1$ поочередно ставят в положение «х100», «х10», «х1» и сопротивления R_5, R_6 и R_7 подбираются так, чтобы стрелка прибора ТТ-1 устанавливалась точно в крайнее положение шкалы, что и будет «условным 0». При подборе этих сопротивлений необходимо на время градуировки и налаживания приставки подключить к участкам делителя другой ТТ-1 для контроля за переменным напряжением, ибо оно может меняться, от чего нарушится точность градуировки (другой ТТ-1 можно подключить к участку 100 *в* и контролировать только это напряжение).

Желательно брать сопротивление с 5% допуском (отклонением).

Для градуировки шкалы необходимо иметь в качестве эталонов набор проверенных конденсаторов типа КСО с допуском ±5—10% (1000, 2000 *пф* (по 2 шт.), 3000 (1 шт.) и 10 000 *пф* (5 шт.). Этого количества хватит для градуировки шкалы от 1000 до 50 000 *пф*.

Градуировка производится в положении $П_2$ «х1», т. е. при 100 *в* питания. Один из выводов конденсаторов поочередно подключается к зажиму *К-2*, другой вывод — идет к общему зажиму ТТ-1. Держать конденсатор в руках за выводы нельзя, так как это исказит градуировку. Рекомендуется градуированные точки на переводной шкале предварительно делать простым карандашом. В начале статьи указывалось, что шкалу можно проградуировать методом расчета по формуле, но это займет больше времени и не всегда возможно.

Для измерения больших сопротивлений с точки *в* делителя переменное напряжение 100 *в* одновременно поступает на ДГ-Ц24 и с точки *г* через ограничивающее сопротивление R_8 (которое также тщательно подбирает-

ся) уже постоянный ток идет через зажимы *К-3* к ТТ-1 для измерения *Мом*. Если не задаваться целью подогнать уже имеющуюся в ТТ-1 шкалу омов под возможность отсчета и больших сопротивлений с помощью приставки, то здесь в качестве конденсатора *С* можно поставить любой без подбора конденсатор, затем произвести градуировку шкалы больших *Мом*, имея для этого набор сопротивлений, которые могли бы служить эталоном. Следует только периодически проверять «установку 0». Сопротивления для измерения подключаются между проводом от общего гнезда ТТ-1 и зажимом *К-3*.

Измерение емкости электролитических конденсаторов осуществляется по описанному выше принципу, но поскольку мы имеем дело с конденсаторами большой емкости, то, согласно приведенным в статье формулам, используемое для этого напряжение становится слишком малым (доли вольта), что иногда бывает затруднительно получить с необходимой точностью. Следует учитывать также и то, что электролитические конденсаторы обладают видимой утечкой. Если утечка будет выше нормы, измерения исказятся. Для этого также рекомендуется предварительно проверять конденсаторы на утечку. Высоковольтные можно проверять и с помощью приставки, но обязательно учитывая полярность. Низковольтные конденсаторы проверяются предварительно на ТТ-1 по шкале омов. После такой проверки конденсатор подключается, но уже между зажимами *К-1* и *К-2* на приставке без соблюдения полярности, при этом необходимо на все время измерения общий зажим ТТ-1 замкнуть на зажим К-2 приставки.

Нужно учитывать, что при установке ползунка $П_1$ в положение для измерения *мкф* и замкнутом проводе от ТТ-1 (см. рис. 1) на *К-2* стрелка прибора сразу встанет за «условный 0» для других шкал. Здесь необходимо сопротивлением R_4 «установку 0» так отрегулировать, чтобы стрелка прибора возвратилась из-за шкалы в «условный 0». Затем можно подключать измеряемые конденсаторы. Стрелка прибора при этом пойдет обратно и тем ближе к начальному «0» шкалы прибора, чем больше емкость.

Шкала показаний получится обратной; ее надо проградуировать отдельно.

Для градуировки этой шкалы желательно иметь набор электролитических конденсаторов (исправных) и, соединяя их по-разному (подсчитывая емкость по формуле $C_{об} = \frac{C_1 C_2 \ldots}{C_1 + C_2 + \ldots}$ для последовательного соединения), проградуировать всю шкалу так же, как это делалось раньше.

После градуировки весь монтаж снизу необходимо закрыть крышкой, склеенной из прессшпана. Можно для всей конструкции подобрать и соответствующего размера пластмассовую коробку.

Работая с прибором ТТ-1 и приставкой, надо помнить, что нельзя производить измерения при рабочих, т. е. включенных в электросеть и на «землю», приборах. Питание приставки осуществляется непосредственно от сети и всякое неправильное включение может вывести из строя и ДГ-Ц и сам прибор или, наконец, внести искажения в измерения, что особенно относится к производству измерений в телевизорах, питающихся по бестрансформаторной схеме («Рекорд» и др.). На время измерения такой прибор необходимо отключить от сети и заземления или же включить приставку в сеть через переходной трансформатор с изолированными друг от друга обмотками, имеющими отношение 1 : 1.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
В. Сосунов. Приемник на полупроводниковых триодах .	3
Б. Левандовский. Передатчик на 144—146 Мгц	8
В. Ровинский, М. Румянцев. Самодельные малогабаритные громкоговорители	20
А. Боков. Простой малогабаритный громкоговоритель .	53
В. Кокачев, В. Шуберт. Высокоомный малогабаритный громкоговоритель	55
В. Большов. Универсальный измерительный прибор радиолюбителя на базе авометра ТТ-1	60
К. Самойликов. Приставка к прибору ТТ-1 для измерения *C* и *R*	72

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 10

Редактор *А. А. Васильев* Худож. ред. *Б. А. Васильев*
Техн. ред. *Ф. Я. Файншмидт* Корректор *Л. И. Померанцева*

Г-63651 Подп. к набору 21/IV 1960 г. Подп к печ. 28/IX—1960 г.
Бумага 84×108$^{1}/_{32}$ 2,5 физ. п. л. = 4,10 усл. п. л. Уч.-изд. л. = 3,81
Изд. № 1/1815 Тираж 100.000 Цена 1 р. 20 к. С 1/I—61 г. цена 12 к.
Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26

Типография Изд-ва ДОСААФ, г. Тушино, Зак. 495

1 р. 20 к.
С 1/I—1961 г. Цена 12 коп.