

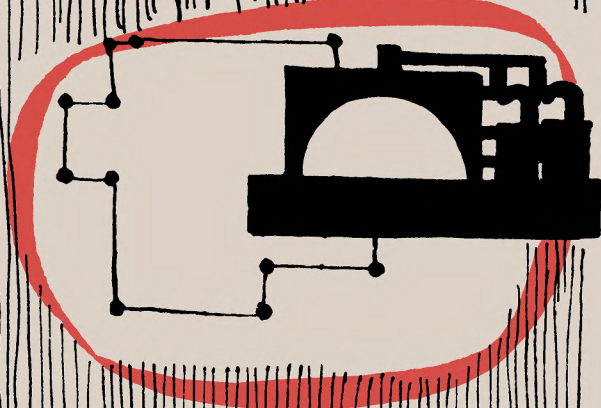
ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ

ПРИЛОЖЕНИЕ  
К ЖУРНАЛУ

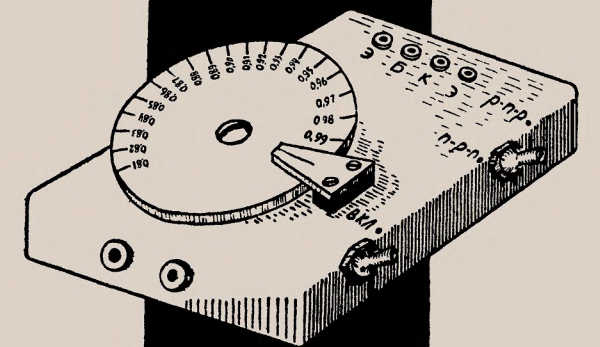
ЮНЫЙ  
ТЕХНИК

ПО СЧУ У ПИОНЕРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

К 40 ЛЕТИЮ  
ПИОНЕРСКОЙ  
ОРГАНИЗАЦИИ



*Сурстой*  
МЕСТЕР



ДЛЯ ПРОВЕРКИ  
ТРАНЗИСТОРОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«Детский мир»  
1962

ДЛЯ УМЕЛЫХ РУК

Цена 9 коп.

№ 4 (118)

*Для третьей ступени*

## ПРОСТОЙ ТЕСТЕР ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТРАНЗИСТОРОВ

Р. Г. ВАРЛАМОВ

При налаживании различных схем на полупроводниковых триодах (транзисторах) очень важно знать основной их параметр—коэффициент усиления по току ( $\alpha$ ) или напряжению ( $\beta$ ). Устройства для проверки этих параметров обычно довольно сложны и обязательно содержат стрелочный измерительный прибор, дорого стоящий и не всегда доступный юному технику.

В журнале «Юный техник» № 8 за 1960 год был описан простой тестер (испытатель) для проверки транзисторов. В его схеме не было стрелочного прибора.

В этой брошюре дано описание более сложного тестера, выполненного по тому же принципу, подробно описано изготовление самодельных деталей для него и его налаживание. Этот тестер позволяет проверить почти любой транзистор, который потребуется радиолюбителю при изготовлении самодельных приемников и усилителей на транзисторах.

Таблица 1

Где применяется	Основной тип	Возможная замена
Усилители высокой частоты и гетеродины всеволновых приемников	П401, П402, П403 и П403А	нет
Усилители высокой и промежуточной частоты приемников с диапазонами длинных и средних волн	П401, П402, П403, П403А или П11, П12, П6Г, П15, П103	П1Е, П1И, П9, П10, П13, П13А, П13Б, П14, П15, П16, П16А, П16Б, П102
Первые каскады усиления низкой частоты	П5Д, П6Д, П13Б, П9А	П1Д, П5А, П16А
Предварительные каскады усиления низкой частоты и выходные каскады малой мощности	П5А—П5Е, П7, П6А—П6Г, П13—П16, П8—П11, П101—П103, П25—П26	Любой маломощный транзистор
Мощные усилители низкой частоты, преобразователи напряжения для приемников и импульсных ламп-вспышек	П201, П201А, П220, П203, П4А, П4Б, П4В, П4Г, П4Д	П3А, П3Б, П3В

Под общей редакцией А. Е. Стахурского  
 Ответственный редактор О. Н. Новосельцева  
 Художественный редактор А. С. Куприянов  
 Технический редактор Е. В. Соколова

Л54619 Подписано к печати 5/II 1962 г. Бумага 70×108/16 Уч.-изд. л. 1,37  
 Тираж 100 000 экз. Заказ 023 Изд. № 8253

Московская типография № 4 Управления полиграфической промышленности  
 Мосгорсовнархоза, Москва, ул. Баумана, Денисовский пер. д. 30

## ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ТРАНЗИСТОРОВ

На рис. 1 показаны внешний вид и цоколевка (расположение выводов) транзисторов, получивших признание у радиолюбителей. Из старых типов — это маломощные транзисторы типов П1А, П1Б, П1В, П1Г, П1Д, П1Е, П1Ж, П1И, П2А и П2Б. Они показаны на рис. 1 А. Более мощные транзисторы типов П3А, П3Б и П3В имеют специальный радиатор для отвода тепла. Эти транзисторы показаны на рис. 1 Б.

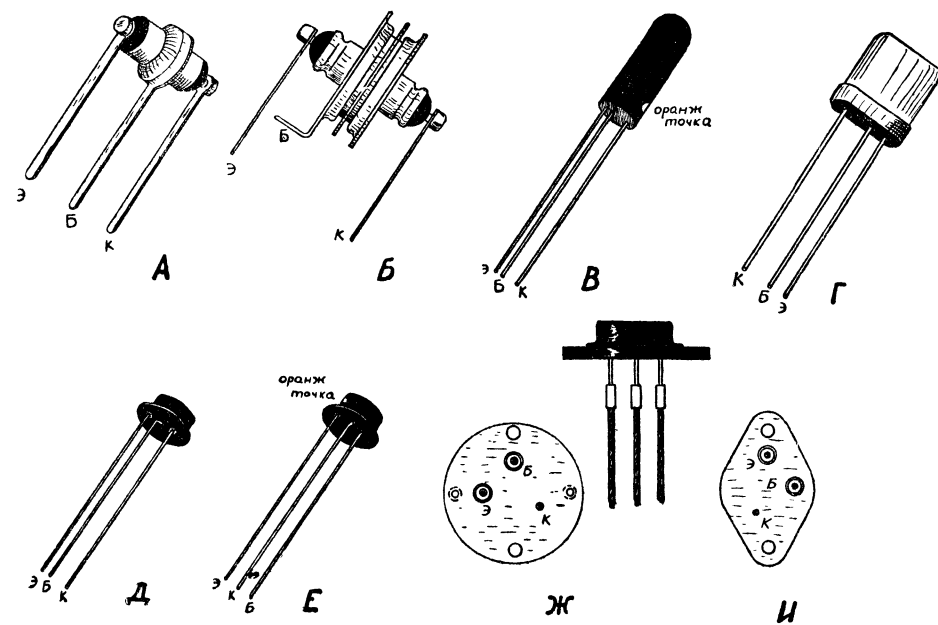


Рис. 1. Внешний вид и цоколевка наиболее распространенных в радиолюбительской практике транзисторов: А) П1 и П2, Б) П3, В) П5 и П7, Г) П12, Д) П6, П8-П11, П13-П16, П25, П26, П101-П103, Е) П401-П403, Ж) П4, И) П201-П203.

Различие в параметрах транзисторов одной серии обычно не влияет на их конструктивное оформление. Поэтому один рисунок дает представление об оформлении и цоколевке целой группы транзисторов. На рис. 1 А показаны серии П1 и П2; на рис. 1 Б — серии транзисторов П3. Маломощные транзисторы для слуховых аппаратов типов П5А, П5Б, П5В, П5Г, П5Д, П5Е и П7 выполнены в стеклянном цилиндрическом корпусе (рис. 1 В), покрытом черной светонепроницаемой краской. Транзисторы типа П12, показанные на рис. 1 Г, сравнительно мало распространены среди радиолюбителей. Их основное отличие от предыдущих типов заключается в форме корпуса, который сделан в виде прямоугольника.

Наибольшее распространение получили транзисторы, оформленные в виде маленьких черных металлических «шляпок». Они показаны на рис. 1 Д. В таком оформлении выпускались: П6А, П6Б, П6В, П6Г, П6Д. Наиболее известны следующие типы: П13, П13А, П13Б, П14, П15, П16, П16А, П25, П25А, П25Б, П26, П26А, П26Б. Для работы на более высоких частотах используются транзисторы диффузионного типа. Их конструктивное оформление показано на рис. 1 Е. Обратите внимание на особенность их цоколевки. Вывод коллектора сделан у них не с края, как у всех других маломощных транзисторах «шляпочного» типа, а в центре. Это триоды П401, П402, П403 и П403А. У них и у триодов типа П5-П7 на корпусе имеется специальная метка, чтобы удобнее было определять положение выводов.

Для мощных устройств применяются транзисторы типа П4А, П4Б, П4В, П4Г, П4Д (их цоколевка показана на рис. 1 Ж) и П201, П201А, П202, П203 (цоколевка на рис. 1 И). Вид сборки у них одинаковый и показан между рисунками 1 Ж и 1И. Без дополнительных радиаторов они могут отдавать мощность до одного ватта.

Если требуется большая мощность, необходимо крепить их на специальных дополнительных пластинах-радиаторах. Эти пластины нужны для улучшения отвода тепла.

Результаты замены даны в примечаниях. При замене надо помнить, что после придется подбирать величины сопротивлений, определяющие рабочий режим данного транзистора. Старые типы транзисторов имеют худшие параметры. Особенно это заметно на транзисторах средней мощности, если сравнивать типы П3 и П201.

Заменять в одной и той же схеме транзисторы одной проводимости на другие нельзя, так как они требуют различных полярностей батареи питания.

При использовании в двухтактных выходных каскадах транзисторов типа П5 можно получить мощность до 20 мвт. Все остальные типы маломощных транзисторов в такой схеме развивают мощность до 200 мвт, транзисторы типа П3 до 2—3 вт, а П201—П203 и П4 до 20 вт. В этом случае требуется специальный радиатор для отвода тепла.

## ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПРИБОРА

Упрощенная схема тестера показана на рис. 3. Ее работа основана на компенсации переменных токов эмиттера и коллектора, проходящих через одни и те же сопротивления  $R_1, R_2, R_3$ . Момент компенсации отмечается по исчезновению звука от генератора звуковой частоты в наушниках обычного головного телефона.

Из теории работы транзисторов, включенных так, как это сделано на рис. 3 (эта схема называется схемой с общей базой), известны некоторые соотношения, позволяющие связать между собой коэффициенты усиления  $\alpha$  и  $\beta$  с величинами сопротивлений  $R_1, R_2, R_3$ . Одно из таких соотношений мы берем готовым, а другое упрощенно выводим.

Когда на испытуемый транзистор ИТ с трансформатора Тр, включенного первичной обмоткой в генератор звуковой частоты, подается переменное напряжение в цепь базы и эмиттера, то происходит следующее. Переменный ток в цепи эмиттера  $I_э$  проходит через промежутки эмиттер-база и сопротивления  $R_1, R_2$ . Часть тока из цепи эмиттера ответвляется в телефон Т. Ток в цепи коллектора  $I_к$  протекает через промежуток коллектор-база транзистора и через сопротивления  $R_1, R_2$  и  $R_3$ .

Часть тока также ответвляется в телефон. В зависимости от положения движка переменного сопротивления величины  $R_2$  и  $R_3$  будут изменяться, и можно будет найти такое положение движка, при котором переменный ток  $I_э$  будет компенсироваться переменным током  $I_к$ , так как они противоположны по направлению. Это будет, если:

$$I_э(R_1 + R_2) = I_к(R_1 + R_2 + R_3).$$

В этот момент в телефоне никаких звуков не будет, если мы используем генератор с чисто синусоидальным выходным напряже-

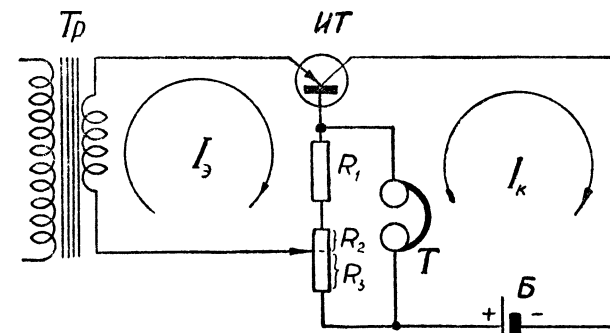


Рис. 3. Упрощенная схема работы тестера

нием. Отношение  $I_к : I_э = \alpha$  и отсюда легко выводится очень важное для нас соотношение:

$$\alpha = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_3}.$$

Таким образом, зная величины сопротивлений, измеренные только один раз при регулировке прибора, мы можем без использования специального стрелочного измерительного прибора (как в тестере типа ТТ-1) определять основные параметры транзистора — коэффициенты усиления по току ( $\alpha$ ) и ( $\beta$ ). В этой схеме измерения между ними есть следующая связь:

$$\beta = \frac{1}{1 - \alpha}.$$

Вместо того чтобы каждый раз производить расчеты по этой формуле, достаточно сделать это один раз, а на оси потенциометра укрепить шкалу, на которой нанести значения величин  $\alpha$  и  $\beta$ . Транзистор тем лучше усиливает, чем больше величины  $\alpha$  и  $\beta$ .

В лучших из них  $\alpha$  доходит до 0,999, а  $\beta$  до 1000. У хороших транзисторов  $\alpha$  имеет величину до 0,99, а  $\beta$  до 100; в обычных 0,9—0,97 и 10—30.

Подробная принципиальная схема тестера для измерения  $\alpha$  в пределах от 0,8 до 0,999 ( $\beta$  от 5 до 1000) у транзисторов с проводимостью типа  $p-n-p$  и  $n-p-n$  приведена на рис. 4. Кроме этих параметров, с помощью такого тестера можно косвенно определять величину  $I_{к0}$  и нестабильность величины коэффициента, называемую «ползучестью».

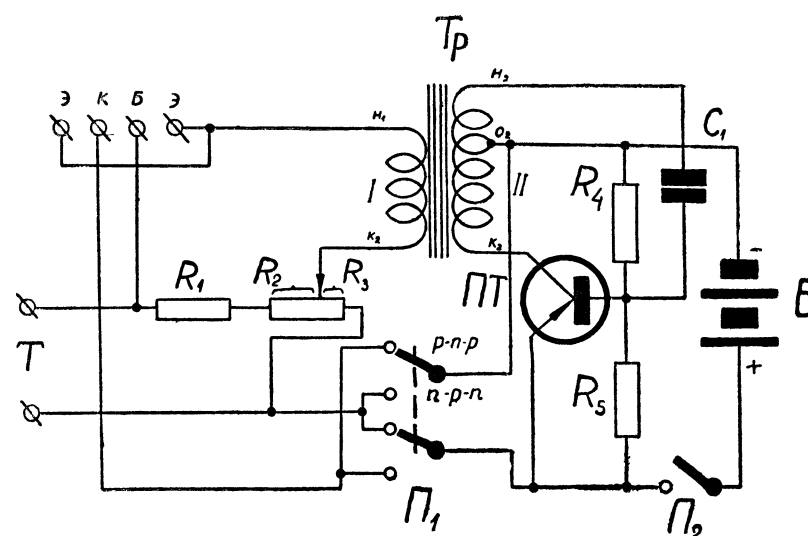


Рис. 4. Полная принципиальная схема тестера для проверки  $\alpha$  и  $\beta$  транзисторов с проводимостью типа  $p-n-p$  и  $n-p-n$

Тестер состоит из двух частей: измерительной и генераторной. Измерительная часть — из вспомогательного сопротивления  $R_1$ ; градуированного потенциометра  $R_2$  и переключателя проводимостей  $\Pi_1$ . Сопротивление  $R_1$  необходимо для того чтобы не измерять  $\alpha$  от 0 (нуля) до 0,99, а ограничить нижний предел измерений  $\alpha$  до 0,8—0,9 и иметь растянутую шкалу для подробного измерения  $\alpha$  и  $\beta$  в реальных пределах.

Величина  $R_1$  может лежать в пределах от 50 до 150 ом. Очень удобно вести градуировку, если это сопротивление имеет величину ровно 80 ом, а потенциометр — 20 ом. В качестве измерительного потенциометра  $R_2 + R_3$  лучше всего подойдет старый реостат накала или специальное проволочное сопротивление величиной от 10 до 40 ом на мощность не менее 0,5 вт. Подойдет также и сопротивление регулирования фокусировки от телевизора после перемотки его более толстым проводом.

Переключателем  $\Pi_1$  служит тумблер типа ТП-1-2.

Принцип работы измерительной схемы нам уже известен (назначение сопротивлений  $R_1, R_2, R_3$ ). Переключатель  $\Pi_1$  служит для изменения полярности напряжения питания на испытуемом транзисторе в зависимости от его проводимости.

Для удобства подключения транзисторов с различной цоколевкой имеется дополнительная клемма Э. К трем левым клеммам присоединяются транзисторы типа П401—П403, а к трем правым — типа П13 и ему подобных (обозначение положения дано по принципиальной схеме, на панели тестера оно будет наоборот).

Генераторная часть схемы содержит источник питания — батарею Б из двух элементов типа ФБС-0,25, включенных последовательно друг с другом; выключатель питания  $\Pi_2$ , тумблер типа ТВ-2-1 и генератор звуковой частоты. Генератор собран на транзисторе ПТ с проводимостью типа  $p-n-p$ . На этом месте будет работать любой маломощный транзистор, имеющий  $\beta$  не менее 10. В зависимости от  $\beta$  надо подобрать положение отвода в первичной обмотке трансформатора Тр. Режим работы генератора определяется также величиной сопротивлений  $R_4$  и  $R_5$ .  $R_4$  должно быть примерно в пять раз больше, чем  $R_5$ . Их величины надо выбирать в следующих пределах:

$R_4$  от 15 до 20 тыс. ом, а  $R_5$  от 2,5 до 5 тыс. ом. Сопротивления  $R_1, R_4, R_5$  можно поставить любого типа. Лучше всего применить типа УЛМ или МЛТ-0,5.

Частота генерации зависит от величины индуктивности обмотки II трансформатора Тр и величины емкости конденсатора  $C_1$ . При изготовлении трансформатора по описанию величина емкости лежит в пределах от 0,03 мкф до 0,2 мкф. Если будет применен трансформатор другого типа, то величину емкости надо подобрать опытным путем. Здесь может быть применен любой бумажный малогабаритный конденсатор типа БМ или МБМ. Изменение его величины влияет только на частоту генерации.

Кроме этих заводских деталей, в тестере применяются самодельный трансформатор, корпус, гнезда, шкала с указателем и (при необходимости) потенциометр.

## САМОДЕЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ

**Трансформатор.** Детали трансформатора показаны на рис. 5. Это пластина, обойма и каркас. Пластины можно изготовить из жести от консервной банки (обязательно покрыть тонким слоем лака одну сторону) или из пластин старого трансформатора, лучше выходного. Размеры пластин показаны на верхней части рисунка. Их общее количество должно быть таким, чтобы толщина пакета была равна 4—5 мм. На средней части рисунка показана обойма для крепления пластин. Ее можно сделать из алюминия или латуни толщиной 0,15—0,3 мм. Вырежьте заготовку размером  $8,5 \times 50$  мм и переведите ее форму на металл.

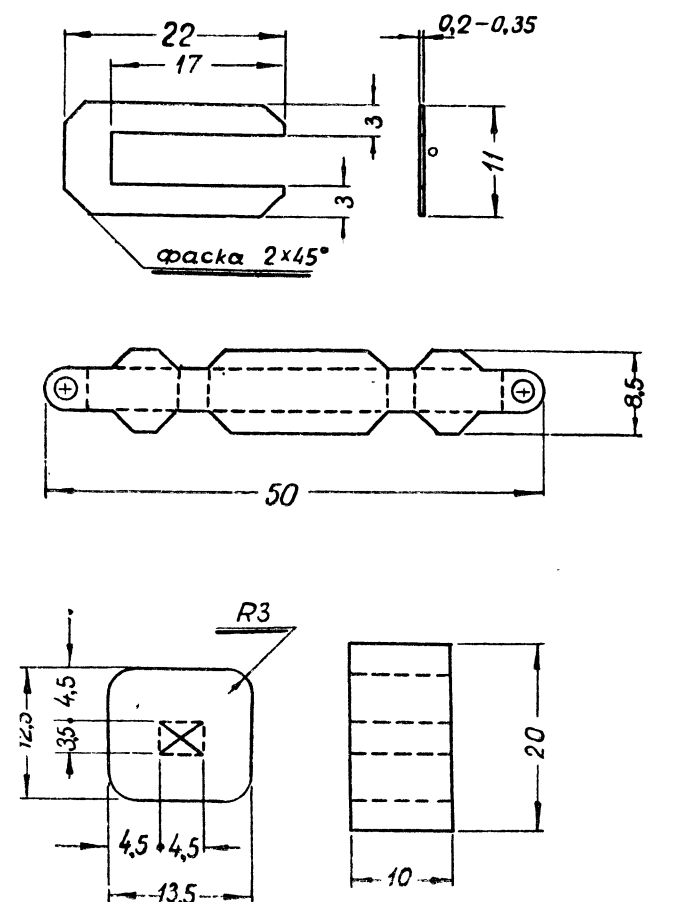


Рис. 5. Самодельные детали трансформатора (сверху вниз): пластина, обойма, щетка и гильза каркаса в натуральную величину

После того как обойма будет перерисована и вырезана, ее надо согнуть по горизонтальным пунктирным линиям. По вертикальным пунктирным линиям, она будет сгибаться при окончательной сборке трансформатора.

Из толстой бумаги или тонкого картона толщиной 0,4—0,8 мм вырезают две щеки каркаса и оправку. Острым ножом или лезвием от бритвы прорезают по диагонали два паза. Оправка сворачивается и склеивается. Затем нужно отогнуть треугольные хвостики в щечках и приклеить их к оправке. Получится катушка каркаса. Ее можно также склеить из тонкого органического стекла или целлулоида.

Бумажный или картонный каркас лучше оклеивать БФ-2. После того как каркас высохнет, на него наматывается обмотка. Сначала — первичная обмотка I, содержащая 200—400 витков провода диаметром 0,08—0,11 мм в эмалированной изоляции марки ПЭ, ПЭВ или ПЭЛ. Провода с шелковой или хлопчатобумажной изоляцией марки ПЭШД или ПЭБО не подходят: они не помещаются на катушке. Затем наматываем вторичную обмотку II. Она содержит 1000—1500 витков того же провода и имеет дополнительный отвод. Этот отвод сделан так: наматываем 900—1000 витков, а потом начинаем делать отводы через каждые 70—100 витков. При налаживании тестера будет выбран тот отвод, работа с которым дает наилучшие результаты. Чтобы вывод из тонкого провода не оборвался, его надо выполнить, как показано на рис. 6.

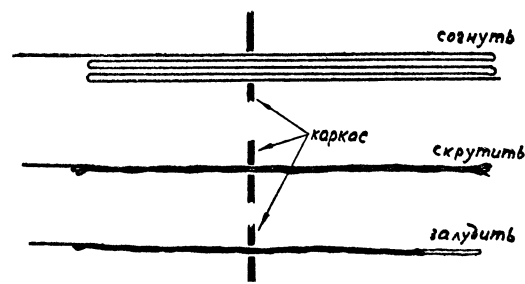


Рис. 6. Выполнение прочного вывода из тонкого провода.

После выполнения обмотки нужно обернуть ее лакотканью или кабельной бумагой. Теперь вложим в катушку обойму и начнем заполнять отверстие в катушке пластинами (шихтовать), вкладывая их друг за другом. Последовательность шихтовки показана на рис. 7. Если пластины покрыты с одной стороны лаком, то при шихтовке складывайте их так, чтобы между соседними пластинами всегда находился слой лака. Когда все пластины будут плотно вставлены в обойму, согните ее по вертикальным

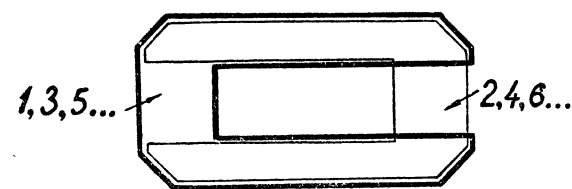


Рис. 7. Схема шихтовки пластин трансформатора. Нечетные — слева, четные — справа

пунктирным линиям (рис. 5). При шихтовке не следует забывать все пластины в катушку, иначе можно оборвать провод в катушке. Обогнув пакет пластин обоймой, мы закончим изготовление трансформатора. Внешний вид трансформатора, у которого уже определено положение вывода, показан на рис. 8. До регулировки у трансформатора может быть пять—шесть выводов.

**Корпус** можно изготовить из крашеного органического стекла (плексигласа) толщиной 1,5—3 мм, из папье-маше, тонкой фанеры или металла. При металлическом корпусе надо тщательно изолировать от него все детали и особенно батарею Б. Внутренние размеры корпуса тестера — 22×76×125 мм. В корпусе тестера устанавливается монтажная плата размером 28×42 мм из гетинакса или оргстекла толщиной 1,5 мм. На ней устанавливается 11 пистонов или шпилек. Для крепления батареи ФБС устанавливается три пружины из бронзы или гартованной латуни. К двум из них напаивают провода, идущие в схему. При металлическом корпусе нельзя присоединять к нему выводы батарей. Для подключения испытуемых транзисторов используются винтовые зажимы от старого выключателя или специальные заклепки-пистоны, к которым с внутренней стороны корпуса приклеиваются лепестки.

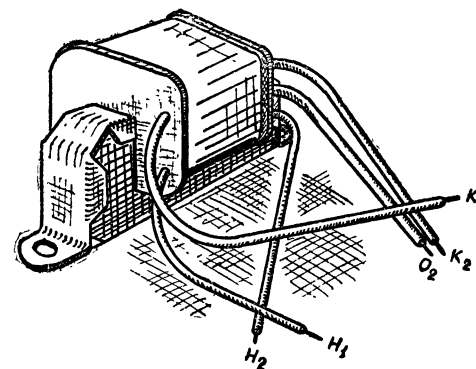


Рис. 8. Внешний вид трансформатора

**Гнезда** сворачиваются из листовой латуни толщиной 0,2—0,5 мм или используются готовые.

**Шкала и указатель.** Шкалу можно изготовить из любого материала. Она должна иметь такой диаметр, чтобы ее ободок выступал за край тестера на 2—3 мм. Это нужно для того, чтобы ее можно было поворачивать за ободок. Хорошо сделать на ободке накатку. После калибровки шкалы и нанесения делений с цифрами ее надо покрыть бесцветным лаком или клеом БФ, чтобы риски и цифры не стерлись.

Указатель делается из органического стекла и имеет две риски, расположенные с двух сторон друг против друга, чтобы более точно отсчитывать показания прибора. Можно ограничиться и одной риской, но тогда она должна быть обязательно снизу, со стороны шкалы.

**Потенциометр.** При использовании одного или двух наушников от телефона типа «Тон» сопротивление потенциометра может быть до 40 и даже 100 ом. При использовании телефонов от слуховых аппаратов с сопротивлением 60 ом потенциометр должен быть на 2—6 ом. Чувствительность прибора при этом понизится, но зато габариты всего прибора уменьшатся, и его можно будет уложить в карман.

## МОНТАЖ ПРИБОРА

Прежде чем начинать монтировать прибор в корпусе, соберите его макет. При монтаже макета не укорачивайте вывода деталей. Это будете делать, когда детали поставите на место в корпус.

Затем можно производить окончательный монтаж макета в корпусе, пользуясь схемой, показанной на рис. 8. Прежде чем включать прибор, каждый раз после монтажа внимательно проверяйте его схему соединений по монтажной и принципиальной схемам. При монтаже макета вместо постоянных сопротивлений  $R_4$  и  $R_5$  ставят переменные. Одно на 4,7—6,8 тыс. ом (вместо  $R_5$ ) и другое на 22—47 тыс. ом (вместо  $R_4$ ). При этом надо припаивать один из проводов обязательно к среднему выводу переменного сопротивления. Выводы трансформатора Тр припаивают так, чтобы соотношение между выводами Н и О, выводами О и К вторичной обмотки было минимальным. После налаживания макета тестера можно его монтировать в корпус «начисто».

Полная монтажная схема прибора показана на рис. 9. Перед началом окончательного монтажа надо примерить все самодельные детали, просверлить отверстия для их крепления и произвести механический монтаж. Соединяем по монтажной схеме все детали и еще раз проверяем их по монтажной, а затем и по принципиальной схемам. Только после этого проверяем окончательно работу прибора. При внимательном выполнении всех этих правил он должен работать нормально.

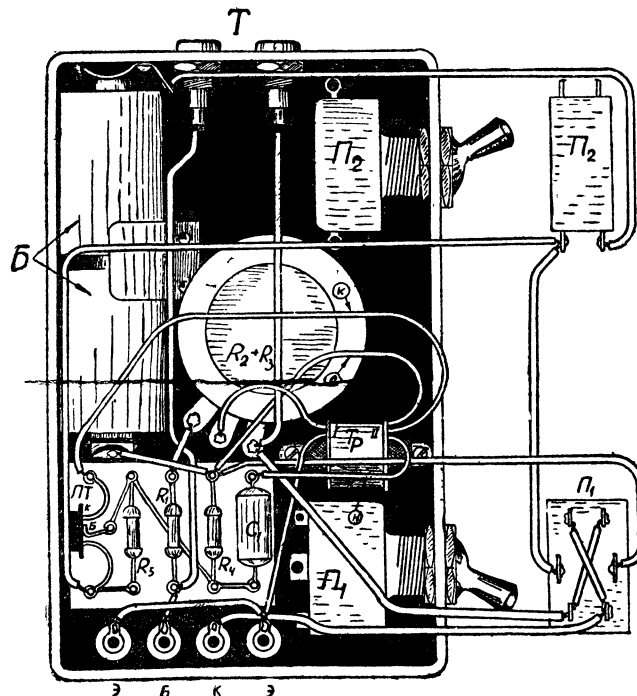


Рис. 9. Полная монтажная схема тестера. Монтаж переключателей  $P_1$  и  $P_2$  условно вынесен из корпуса.

## НАЛАЖИВАНИЕ ТЕСТЕРА

После проверки схемы тестера ставим переключатель  $P_2$  в положение «выкл.». Устанавливаем на свое место элементы ФБС батареи Б, а движки регулировочных сопротивлений  $R_4$ ,  $R_5$  — в среднее положение. Включаем в гнезда «Т» телефон, соединяем проводочной перемычкой гнезда «Б» и «Э». Включаем

питание переводом переключателя  $P_2$  в положение «вкл.». Генератор может сразу начать работать.

Если он не заработал, то его надо регулировать. Поменяем местами выводы обмотки II или подбираем положение отвода.

Для хорошей работы генератора и тестера генератор надо отрегулировать, чтобы он давал чисто «синусоидальное» напряжение. Это очень легко сделать, если в школе есть специальный прибор: электроннолучевой осциллограф. Тогда по изображению на его экране мы можем очень легко подобрать положение отвода обмотки II и необходимую величину сопротивлений  $R_4$  и  $R_5$ . Форму синусоиды можно посмотреть в учебнике физики или сделать специальное переключение в осциллографе. Как это сделать, написано в инструкции. Сравнивая изображение эталонной синусоиды с той, которую мы получаем от генератора, производим регулировку. Подобрать величины сопротивлений  $R_4$  и  $R_5$ , отпаиваем их от схемы и измеряем величины их сопротивлений на омметре. Заменяем их на постоянные.

Если осциллографа нет, то предварительно регулируем генератор на слух, стараясь добиться в телефоне наиболее монотонного звучания. Окончательная регулировка будет производиться при проверке хорошего транзистора. При этой регулировке будьте осторожны, поворачивая оси переменных сопротивлений: они могут поворачиваться только в пределах  $\pm 90^\circ$ . Если они закоротятся в одном из своих крайних положений (угол поворота  $\pm 150^\circ$ ), то может выйти из строя транзистор в генераторе.

Теперь перейдем к регулировке прибора при измерении.

Снимаем перемычку между клеммами «Б» и «Э» и выключаем питание прибора. Устанавливаем переключатель  $P_1$  в положение, соответствующее проводимости заведомо исправного испытуемого транзистора. Подсоединяем его. Если вместо винтовых зажимов стоят простые пистоны, то за все время измерения выводы транзистора надо поддерживать рукой. При плохом контакте выводы транзистора его можно испортить. Теперь включаем питание прибора и, осторожно поворачивая ось потенциометра, добиваемся пропадания звука в телефоне. При несинусоидальной форме напряжения от генератора или плохом транзисторе добиться полного пропадания звука в телефоне не удастся. В этом случае можно будет отметить только незначительное изменение силы звука или резкое изменение его тембра. Оставляя потенциометр в этом положении, повторяем весь процесс регулировки генератора, добиваясь полного очищения его тона и пропадания звука в положении измерения.

Иногда этой регулировки недостаточно и приходится изменять число витков в первичной обмотке I трансформатора в сторону уменьшения на 30—120 витков.

На этом предварительная регулировка заканчивается. Переходим к калибровке потенциометра. Ее можно выполнить либо непосредственным измерением величин сопротивлений в каждом положении, либо один раз точно измерить величины сопротивлений  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  и определить калибровку расчетным путем. Познакомимся с этими способами.

**Первый способ.** Измеряем сумму сопротивлений  $R_1 + R_2 + R_3$ , а затем сумму сопротивлений  $R_1 + R_2$ , т. е. измеряем постоянное сопротивление  $R_1$  и сопротивление частей потенциометра без испытуемого транзистора и телефона.

Вычисляем отношение:

$$\alpha = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

в пределах от минимального (например 0,8) до максимального. Этот расчет надо записать в виде такой таблицы:

Значение $\alpha$	Сумма $R_1 + R_2$
0,8	.....
0,81	.....
0,82	.....
и т. д.	

Затем с помощью точного прибора (лучше всего моста постоянного тока для измерений сопротивлений или точного омметра), устанавливаем сумму  $R_1 + R_2$ , записанную в правом столбце таблицы. Вращая шкалу прибора до точного совпадения величины сопротивления (в приборе)  $R_1 + R_2$  с приведенной в таблице, ставим на шкале тестера риску и значение  $\alpha$ . Затем повторяем эту операцию для всех значений  $\alpha$ , которые мы рассчитывали в таблице. Соотношение между некоторыми значениями  $\alpha$  и  $\beta$  приведены ниже:

$\alpha$	0,999	0,998	0,995	0,99	0,98	0,95	0,9	0,8
$\beta$	1000	500	200	100	50	20	10	5

Промежуточные значения  $\alpha$  и  $\beta$  при необходимости рассчитываются по формуле, которую мы приводили в начале описания.

Шкала для тестера, измеряющего эти  $\alpha$  и  $\beta$ , дана на рис. 10.

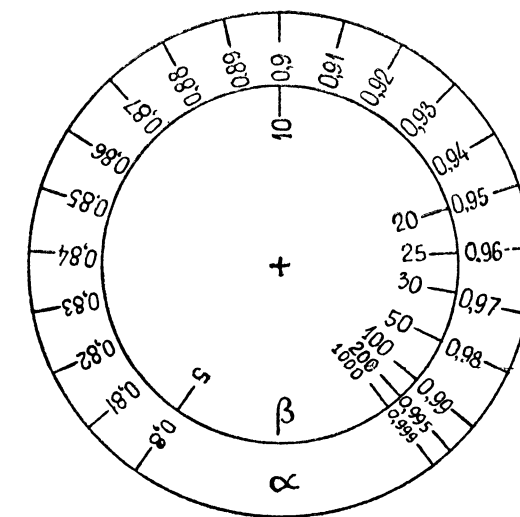


Рис. 10. Шкала для тестера с пределами измерений  $\alpha$  от 0,8 до 0,999, а  $\beta$  от 5 до 1000

**Второй способ.** В этом случае достаточно знать только два точных значения сопротивлений  $R_1$  и потенциометра ( $R_2 + R_3$ ). После этого вычисляем величину  $\alpha$ , соответствующую тому положению потенциометра, когда  $R_2$  равно нулю (крайнее положение) и определяем с помощью транспортира угол поворота его оси от одного до другого крайних положений. Так как намотка проволоки в потенциометре равномерная, то мы можем графически построить шкалу. Предположим, что у нас получились следующие значения:  $R_1 = 110$  ом, а  $R_2 + R_3 = 24$  ома. Этим значениям сопротивлений соответствует  $\alpha = 0,82$ . В произвольном масштабе чертим отрезок длиной 18 см, пропорциональный разнице

между крайними значениями  $\alpha = 1$  и 0,82. Под углом к этому отрезку проводим другой, длина которого пропорциональна углу поворота потенциометра (например  $320^\circ$ ). Соединяем концы этих отрезков прямой. Теперь параллельно этой прямой проводим несколько параллельных прямых из точек 0,83, 0,84 и т. д.

На отрезке углов эти прямые будут отсекают значения длин, пропорциональные углам. Остается только прочесть их значения и перенести на шкалу.

## ЧТО И КАК ИЗМЕРЯЕТСЯ НА ТЕСТЕРЕ

На этом тестере можно точно измерять коэффициенты усиления  $\alpha$  и  $\beta$ , приближенно судить о нестабильности параметров «ползучести» и величине обратного тока коллектора  $I_k$ . Как измеряется  $\alpha$  и  $\beta$ , мы уже знаем. Добившись получения «нуля» при измерении, мы прочитываем их значения.

В том случае, если показания «нуля» нестабильны, и он как бы плавает по шкале, то это свидетельствует о «ползучести» параметров транзистора.

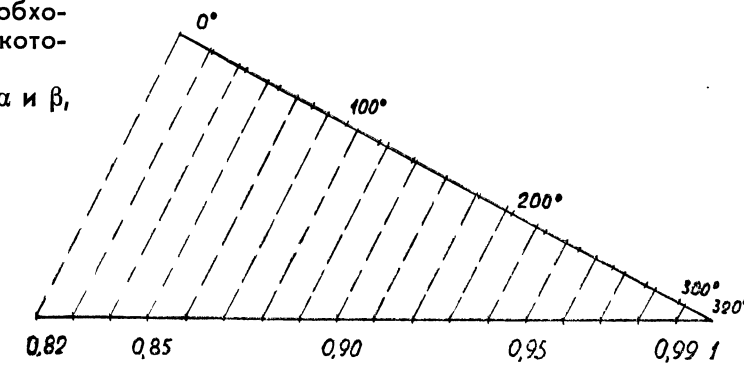


Рис. 11. Калибровка шкалы тестера расчетным путем, у которого минимальное  $\alpha$  равно 0,82 и угол поворота оси потенциометра  $320^\circ$ .

При большом обратном токе коллектора в положении «нуля» полного пропадания звука не будет. Обычно это бывает при проверке мощных транзисторов.

## ЛИТЕРАТУРА

- И. Палехов. Высокочастотные полупроводниковые триоды. «Радио», № 6, 1960 г., стр. 24.
- В. Моин и Г. Веденев. Кремниевые стабилитроны. «Радио», № 7, 1959 г., стр. 42.
- Ю. Кружков. Авометр на полупроводниковых триодах. «Радио», № 8, 1959 г., стр. 12.
- Ю. Большов. Измерительные пробники на полупроводниковых диодах. «Радио», № 8, 1959 г., стр. 14.