



Е. П. БОРНОВОЛОКОВ

РАДІОЛЮБИТЕЛЬСЬКІ КОНСТРУКЦІЇ



Е. П. БОРНОВОЛОКОВ

РАДІОЛЮБИТЕЛЬСЬКІ КОНСТРУКЦІЇ

Видавництво «Техніка»
Київ — 1973

6Ф2.9
Б82

УДК 621.396. 62=83

Радиолюбительские конструкции. Борноволоков Э. П.
1973, 172 стр.
(на украинском языке).

Массовая радиобиблиотека

Описаны разработанные радиоспециалистами и радиолюбителями конструкции, которые демонстрировались на 24-й Всесоюзной выставке, посвященной столетию со дня рождения В. И. Ленина. Приведены данные, по которым можно самостоятельно изготовить всевозможные радиолюбительские конструкции. Некоторые из них имеют элементы, ранее не публиковавшиеся в популярных изданиях. Рассчитана на широкий круг радиолюбителей.

Табл. 21, илл. 105.

Рецензент *С. І. Ногін*, канд. техн. наук.

Редакція літератури з енергетики, електроніки, кібернетики
та зв'язку
Завідуючий редакцією інж. *З. В. Божко*

Б $\frac{0345-215}{M202(04)-73}$ 143-73

© Видавництво «Техніка», 1973 р.

Щороку в нашій країні відбуваються виставки радіолюбительської творчості, на яких демонструються різні прилади для народного господарства, медицини, спорту, електронні іграшки, телевізори, магнітофони, радіоприймачі, електромузичні інструменти та інші конструкції, створені руками ентузіастів радіотехніки. Багато з цих експонатів впроваджені в серійне виробництво і зареєстровані як авторські винаходи.

На виставках демонструється лише невелика частина приладів, розроблених радіолюбителями. Сотні тисяч конструкцій, виготовлених народними умільцями, відомі лише вузькому колу людей, що спілкуються з авторами розробки. Описи невеликої частини радіолюбительських конструкцій публікуються в журналі «Радио», випусках масової радіобібліотеки та інших радіолюбительських брошурах і книгах. Більша ж частина апаратури, створеної руками любителів, не описана ніде.

У цій книзі зроблено спробу узагальнити деякий досвід радіолюбителів у справі створення конструкцій, розрахованих на самостійне виготовлення.

Описи конструкцій розташовані в кожному розділі у порядку зростаючої складності і містять усі дані для повторення їх радіолюбителями різної кваліфікації. Велику увагу приділено радіоприймальній техніці, особливо радіомовленню на УКХ, стереофонії та іншим актуальним у наш час питанням побутової радіоелектроніки.

Серед радіолюбителів велику популярність здобули електромузичні інструменти і електрогітари. У книзі розповідається, як самому зробити електроорган і електронну гітару.

Самостійно можна виготовити і простий телевізор на лампах, який майже не потребує настроювання, і малогабаритний

переносний телевізор на транзисторах, і, нарешті, оригінальної конструкції програвач-автомат, що дає змогу автоматично міняти до 10 пластинок, програючи їх тільки з одного боку.

Всі описувані в книзі конструкції діючі, більша частина з них демонструвалась на виставках і була відзначена призами та дипломами. Автор висловлює подяку всім конструкторам, які люб'язно надали матеріали і всі необхідні дані, використані в цій книзі.

Відзиви і побажання просимо надсилати на адресу:
252601, Київ, 1, МСП, Пушкінська, 28, видавництво «Техніка».

РАДІОМОВНІ ПРИЙМАЧІ

КИШЕНЬКОВИЙ ПРИЙМАЧ

Кишеньковий приймач* має просту конструкцію. Він майже не потребує налаштування, добору транзисторів і підгонки режимів. Правильно складений приймач починає відразу нормально працювати.

Приймач складений за схемою прямого підсилення на 5 транзисторах і призначений для роботи в діапазоні довгих (ДХ) і середніх (СХ) хвиль (260—1750 м). Вихідна потужність 0,1 *вт*. Живлення здійснюється від батарей типу «Крона» або 7Д-01, які забезпечують безперервну роботу відповідно протягом 10—12 год або 12—15 год.

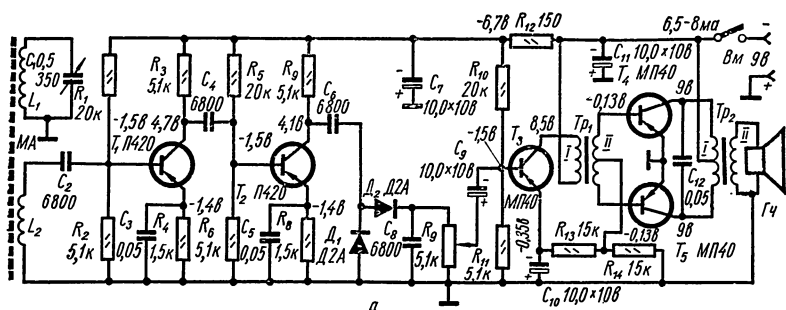
Приймач змонтований у пластмасовому корпусі, габаритні розміри якого $110 \times 70 \times 35$ мм. Корпус можна виготовити самостійно, склеївши його з листового органічного скла або пластмаси. Приємніше звучання можна дістати, виготовивши корпус приймача з тонких дерев'яних дощок завтовшки 2,5—3 мм або видобавши його з суцільного дерев'яного бруска.

Принципову схему приймача зображено на рис. 1, а. Як і в більшості кишенькових приймачів, у цій конструкції для приймання радіохвиль використовують магнітну антену МА, що складається з контура налаштування L_1C_1 і котушки зв'язку L_2 . За допомогою конденсатора C_1 налаштовують приймач на різні радіостанції в межах зазначеного діапазону. Високочастотна напруга сигналу через котушку L_2 і конденсатор C_2 подається на базу транзистора T_1 . Величина цієї напруги залежить від якості МА, яка визначається добротністю контура L_1C_1 . У більшості кишенькових приймачів середня величина добротності антенного контура дорівнює 150—200, а малогабаритна феритова антена еквівалентна штирьовій завдовжки від 30 до 70 см.

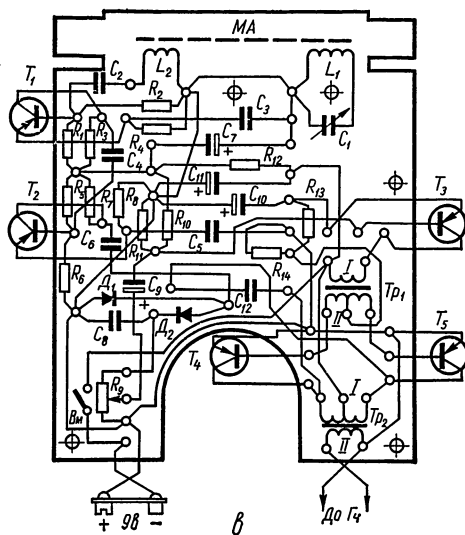
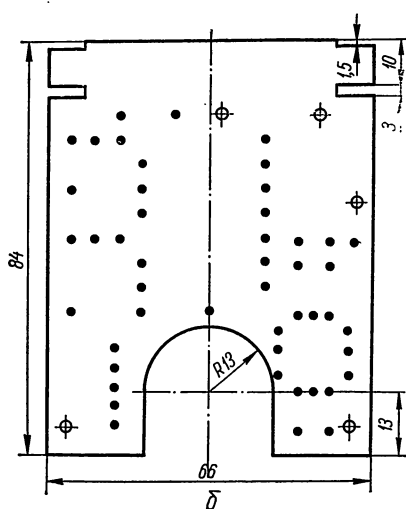
Оскільки в приймачі є підсилювачі високої і низької частоти, він задовільно працює при напруженості поля в місці приймання 10—30 *мв/м*, тобто навіть при напрузі в антенному контурі 3—10 *мв*.

Антенний контур не можна вмикати безпосередньо на вхід підсилювача високої частоти (ПВЧ). Опір контура, настроєного на частоту сигналу, вимірюється сотнями тисяч омів, а вхідний опір

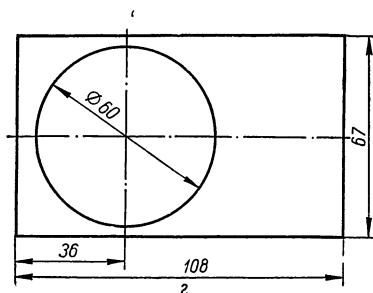
* Розроблений інж. В. Васильєвим.



a



б



2

Рис. 1. Принципова схема (а), монтажна плата (б), монтажна схема (в) і плата для кріплення гучномовця (г) кишенькового приймача.

ПВЧ дорівнює кільком сотням омів. Тому підсилювач шунтуватиме контур, в результаті чого його добротність і вибірність зменшаться настільки, що приймання стане неможливим.

Передачу високочастотної енергії з контура L_1C_1 на вхід ПВЧ здійснюють через котушку зв'язку L_2 , яка разом з котушкою L_1 утворює високочастотний трансформатор. Кількість витків котушки L_2 беруть таку, щоб на вхід ПВЧ надходила тільки частина високочастотної енергії контура L_1C_1 . Втрата енергії компенсується тим, що зберігаються вибірність і добротність контура, отже, створюються умови для ефективної роботи приймача. Звичайно кількість витків котушки зв'язку L_2 разів у 25—30 менша від кількості витків котушки L_1 .

При цьому напруга на вході ПВЧ становить 100—300 мкв. Детекторний каскад нормально працює при напрузі не менше 20—30 мв. Отже, ПВЧ повинен підсилювати сигнал у 100—300 разів. А оскільки корисно мати ще якийсь запас підсилення, то треба вибирати таку схему підсилювача, яка б забезпечувала підсилення у дватри рази більше від потрібного. У приймачі В. Васильєва це досягається за допомогою двокаскадного підсилювача.

Обидва каскади підсилювача складені за аперіодичною схемою на транзисторах T_1 і T_2 . Високочастотний сигнал, підсилений транзистором T_1 першого каскаду, виділяється на резисторі R_3 і через конденсатор зв'язку C_4 надходить на базу транзистора T_2 другого каскаду ПВЧ. Резистори R_1 , R_2 , R_4 і конденсатор C_3 стабілізують температурний режим роботи транзистора T_1 .

Підсилювальні властивості каскаду залежать від режиму роботи і типу транзистора. Транзистор при оптимальному режимі по постійному струму забезпечує відповідне підсилення в тому разі, коли максимальна частота генерації f_a разів у 20 вища від частоти верхньої межі робочого діапазону. На частотах, що перевищують f_a , транзистор втрачає свої підсилювальні властивості. У приймачі В. Васильєва найвища частота робочого діапазону близько 1,5 Мгц. Отже, потрібні транзистори з частотою не менше 30 Мгц. У даному випадку підходять транзистори П401—П403 або П420—П423.

Резистори R_1 і R_2 , ввімкнуті між полюсами джерела живлення, утворюють подільник напруги, за допомогою якого на базу транзистора T_1 подається негативна напруга, що дорівнює (—1,5) — (—1,8) в. Між спільним проводом, приєднаним до «+» джерела живлення, і емітером ввімкнено резистор R_4 , опір якого майже в три рази менший від опору резистора R_2 . Постійна складова струму емітера, проходячи через цей резистор, створює на ньому спад напруги; змінна складова на резисторі R_4 не створює спаду напруги, бо він зашунтований конденсатором C_3 . При нормальному режимі роботи транзистора T_1 напруга на резисторі R_4 1,3 — 1,4 в. Ця позитивна напруга надходить на базу транзистора T_1 і віднімається від напруги, яка подається на базу з подільника R_1R_2 . Отже, на базі буде невелике стале негативне зміщення 0,2—0,4 в.

Підсилений сигнал через резистор R_3 і перехідний конденсатор C_4 надходить на базу транзистора T_2 ПВЧ. Цей підсилювач має ті самі елементи, що й перший.

З резистора R_7 другого каскаду підсилений сигнал високої частоти через конденсатор зв'язку C_6 подається на вхід детектора, що виконаний на двох точкових германієвих діодах D_1 і D_2 , ввімкнених за схемою подвоєння напруги. Автоматичного регулювання підсилення немає. Конденсатор C_8 служить для фільтрації високо-частотної складової продетектованого сигналу, а резистор R_9 є навантаженням детектора і одночасно регулятором гучності.

Підсилювач низької частоти (ПНЧ) складається з двох каскадів: попереднього, складеного на транзисторі T_3 і двотактного кінцевого — на транзисторах T_4 і T_5 . Резистори R_{10} , R_{11} , R_{13} і R_{14} здійснюють стабілізацію режиму транзистора T_3 по постійному струму. Резистори R_{13} і R_{14} ввімкнуті в емітерне коло транзистора T_3 , причому опір резистора R_{14} значно менший від опору резистора R_{13} . Найбільше початкове зміщення на базах транзисторів T_4 і T_5 вихідного каскаду утворюється тоді, коли через резистор R_{14} проходить постійна

Таблиця 1

Транс- фор- матор	Об- мотка	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм
Tr_1	I II	1800 2×300	ПЭЛ 0,06 ПЭЛ 0,1
Tr_2	I II	2×400 120	ПЭЛ 0,1 ПЭЛ 0,3

складова струму емітера транзистора T_3 .

Навантаженням попереднього каскаду ПНЧ є первинна обмотка I перехідного трансформатора Tr_1 , який потрібен для узгодження вхідного опору двотактного кінцевого каскаду з вихідним опором попереднього каскаду ПНЧ, а також для одержання протифазного сигналу, що подається на бази транзисторів кінцевого каскаду. Струм спокою транзисторів кінцевого каскаду невеликий і становить 2—3 ма, а к. к. д. — близько 70%. Навантаженням двотактного кінцевого каскаду є вихідний трансформатор Tr_2 , який узгоджує вихідний опір цього каскаду з опором звукової котушки гучномовця. Конденсатори C_7 і C_{11} запобігають самозбудженню приймача, що виникає внаслідок паразитних зв'язків між каскадами, а C_{12} поліпшує тембр звучання.

У підсилювачі низької частоти використано транзистори типу МП40. Їх можна замінити на транзистори типу МП41.

Діоди детектора вибирають будь-які з серії Д1, Д2 і Д9. Низько-частотні трансформатори Tr_1 і Tr_2 намотують на однакових осердях з пермалоевих (ПН50) пластин Ш-4; товщина набору 10 мм. Дані обмоток наведено в табл. 1.

У приймачі використано електродинамічний гучномовець типу 0,1ГД-6, але замість нього можна вибрати гучномовець типу 0,15ГД-1 або 0,1ГД-3. Конденсатор змінної ємності C_1 — односекційний з повітряним діелектриком. Його можна виготовити самому, ви-

користавши для цього підстроювальний керамічний конденсатор КПК-2, але при цьому значно звужиться діапазон прийманих радіохвиль і приймач працюватиме тільки в діапазоні або середніх або довгих хвиль.

Електролітичні конденсатори C_7 , C_9 , C_{10} і C_{11} — малогабаритні типу ЕМ ємністю 10 мкф, розраховані на робочу напругу 10 в. Ємність конденсатора C_9 можна зменшити до 4 мкф, а робочу напругу конденсатора C_{10} — до 4—6 в. Ємність решти електролітичних конденсаторів можна збільшити до 25 мкф.

Конденсатори C_2 , C_4 , C_6 , C_8 — керамічні, типу КДС або КЛС. Їх ємність можна збільшити до 10 000 пф. Конденсатори C_3 і C_5 , C_{12} — типу МБМ. Постійні резистори — типу УЛМ 0,12, їх опори можуть відрізнятися від номінальних, зазначених на схемі, на ± 10 —20%.

Котушки магнітної антени L_1 і L_2 намотані на циліндричному стержні з фериту 600НН (Ф-600), обгорнутому попередньо трьома шарами тонкої поліетиленової плівки. Котушка L_1 має 250 витків, а L_2 — 8 витків з проводу марки ПЭЛШО діаметром 0,1 мм. Для намотування цих котушок можна використати також провід ПЭЛ або ПЭВ такого самого діаметра. Однак при цьому трохи знизиться добротність вхідного контура. Крайні витки котушок закріплюють на стержні нитками і клеєм БФ, а також гумовими або хлорвініловими кільцями.

Монтажну плату вирізають з листа текстоліту або гетинаксу завтовшки 1,5—2 мм (рис. 1, б). Зачорнені на рисунку плати отвори діаметром 2—3 мм розраховані на встановлення порожнистих латунних або мідних заклепок, до яких припаюють деталі приймача. Коли готових заклепок немає, їх роблять з мідної фольги або, в крайньому разі, з білої жерсті.

Монтажну схему показано на рис. 1, в. Монтаж приймача однобічний: усі деталі розміщують з одного боку монтажної плати, а паяння і з'єднання провадять з другого.

На платі з заклепками розкладають усі монтажні проводи, встановлюють деталі, укріплюють змінні резистори, трансформатори і транзистори. Виводи транзисторів слід паяти обережно, бо в разі їх перегріву робота транзисторів порушується.

Для встановлення гучномовця слід виготовити з цупкого картону або тонкої фанери відбивну дошку (рис. 1, г). Розняття для приєднання джерел живлення можна зробити з контактів старої батареї типу «Крона». Потім старанно перевіряють відповідність виконаного монтажу принциповій схемі приймача, вмикають живлення і починають налагодження приймача.

Налагодження можна провести за допомогою одного тестера типу ТТ-1. Насамперед перевіряють величину струму, що споживається від джерела живлення. В режимі мовчання вона не повинна перевищувати 6—10 ма. Якщо величина споживаного струму більша або менша від зазначеної, то треба вимкнути живлення і ще раз перевірити правильність з'єднання деталей, а можливо, і їх справність. Якщо величина споживаного струму відповідає

зазначений, то вимірюють струм кожного каскаду. Напруга на електродах транзисторів повинна відповідати величинам, зазначеним на схемі, або, в крайньому разі, відрізнятись від них не більш як на 10—15 %. При більших відхиленнях перевіряють справність транзистора цього каскаду і кола його стабілізації.

Після перевірки режимів роботи транзисторів регулятор гучності встановлюють у положення максимального підсилення і, обертаючи ротор конденсатора змінної ємності, настроюються на хвилю однієї з радіостанцій, яку добре чути.

Під час настроювання треба пам'ятати, що магнітна антена має яскраво виражену напрямленість. Найбільшу гучність при прийманні на цю антену дістають тоді, коли вісь стержня антени спрямована на передавальну станцію. Тому, особливо під час першого настроювання, приймач, який лежить на столі, слід час від часу повертати навколо вертикальної осі. Правильно складений приймач починає працювати відразу. Якщо гучність його недостатня, цей недолік усувають добором кількості витків котушки зв'язку L_2 або перемиканням її кінців.

Приймач працюватиме досить гучно тільки тоді, коли напруга джерел живлення буде не нижчою від 6—7 в. Тому треба стежити за напругою джерела живлення і регулярно заряджати акумулятори.

ПРИЙМАЧ НА П'ЯТИ ТРАНЗИСТОРАХ

Особливістю цього приймача є наявність детектора, складеного на транзисторі, а не на діоді (рис. 2). Крім того, в кінцевому ПНЧ застосовано транзистор середньої потужності, що забезпечує потужність на виході 0,1—0,3 *вт*.

Джерелом живлення приймача є батарея типу КБС-Л-0,5. Споживаний струм залежить від гучності, з якою працює приймач, і режиму роботи вихідного каскаду. В режимі максимальної гучності споживання струму може досягати 100 *ма*.

Для поліпшення вибірності в ПНЧ запроваджено позитивний зворотний зв'язок, який підвищує чутливість приймача в 2—3 рази. Величина позитивного зворотного зв'язку залежить від взаємного розташування котушки магнітної антени L_1 та обмоток L_3 і L_4 високочастотного трансформатора. Чим менша відстань між ними, тим більший зворотний зв'язок і тим кращі вибірність та чутливість приймача. Проте зворотний зв'язок не може бути більшим від певної критичної величини, після якої приймач самозбуджується, що виявляється у свисті і завиванні, при яких неможливе приймання навіть дуже потужних радіостанцій.

Крім виділення низькочастотної складової прийнятого сигналу, детектор ще й значно підсилює сигнал. Внаслідок великого підсилення по низькій частоті виникає небезпека самозбудження по цій частоті. Тому напруга живлення на транзистори T_1 і T_2 подається через розв'язуючий фільтр R_3C_3 . Високочастотна складова

продетектованого сигналу не може попасти на вхід ПНЧ тому, що база транзистора T_3 з'єднана з емітером через конденсатор C_7 , який для струмів високої частоти становить дуже невеликий опір. Струми, минаючи ПНЧ, проходять по спільному проводу.

Передкінцевий каскад приймача ввімкнутий як емітерний повторювач. Емітерний повторювач не дає підсилення по напрузі, а служить для узгодженого ввімкнення двох елементів з різними опорами. Його використовують також як підсилювач струму, вмикаючи навантаження в коло емітера.

У приймачі застосовують конденсатор змінної ємності фірми «Тесла» 5—380 пф, електролітичні конденсатори ЕМ, ЭМИ, «Тесла»,

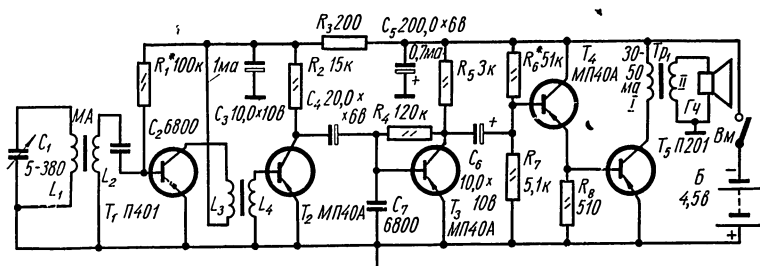


Рис. 2. Принципова схема приймача на п'яти транзисторах.

постійні резистори типу УЛМ або УЛИ, гучномовець типу 0,1 ГД-6 або 0,2ГД-1. Низькочастотний вихідний трансформатор намотаний на осерді від трансформатора слухового апарата «Звук». Первинна обмотка містить 350 витків з проводу марки ПЭВ діаметром 0,1 мм, вторинна — 80 витків з проводу марки ПЭВ діаметром 0,25 мм. Можна використати осердя від вихідного або перехідного трансформатора будь-якого кишенькового або малогабаритного приймача, зберігши ту саму кількість витків в обмотках. У готового трансформатора можна використати половину первинної і вторинну обмотки без перемотування. Вихідна потужність при цьому трохи зменшиться.

Котушка L_1 магнітної антени містить 180 витків. Вона намотана на плоскому стержні завдовжки 140 мм з фериту Ф-600 проводом марки ПЭЛШО діаметром 0,14 мм виток до витка на відстані 20 мм від краю. Котушка зв'язу L_2 містить 10—20 витків з такого самого проводу. Вона намотана на рухомому паперовому каркасі, що надівається на стержень магнітної антени.

Високочастотний трансформатор (кількість витків обмотки L_3 —180, а L_4 —50) намотують на кільці з фериту Ф-600 зовнішнім діаметром 8—10 мм проводом марки ПЭЛШО діаметром 0,1 мм.

Всі деталі приймача, за винятком гучномовця, розміщують на монтажній платі з фольгованого гетинаксу завтовшки 1,5 мм, виконаній друкованим способом.

Роботу починають з макета приймача. Складають і налагоджують приймач на картонній платі. При цьому добиваються неспотвореного приемного звучання, а також відповідної вибірності і найвищої чутливості.

Для налагодження погрібен міліамперметр, яким можна було б виміряти струм до 100—200 *ма*. Ввімкнувши такий міліамперметр послідовно в коло живлення (хоча б на місце вимикача *Вм*), можна просто замкнути контакти вимикача не самим вимикачем, а выводами міліамперметра. Прилад повинен показувати струм не більше 60 *ма* при повній гучності приймача. Коли струм перевищує 60 *ма*, слід шукати несправну деталь або помилку в монтажі. Коли струм менший від 60 *ма*, можна приступати до налагодження. Починати його слід з встановлення вказаних на схемі величин колекторних струмів добором номінальних значень опорів резисторів, позначених зірочкою.

Збудження приймача, яке виявляється у вигляді характерного свисту або завивання, усувають такими способами: міняють місцями кінці котушок L_3 або L_4 , віддаляють від магнітної антени високочастотний трансформатор, на стержні магнітної антени відсувають котушку L_2 від L_1 , зменшують кількість витків котушки L_2 , змінюють режим роботи одного з транзисторів, замість постійного резистора, що визначає режим роботи транзистора по постійному струму, вмикають змінний резистор, опір якого трохи перевищує номінальне значення, і послідовно з ним — постійний опором 20—30 *ком*.

Приймач настроюють на яку-небудь радіостанцію. Обертаючи ручку змінного резистора (потенціометра), добиваються максимальної гучності. Перевіряють роботоздатність приймача по всьому діапазону. Потім вимірюють величину опору ввімкнутої частини потенціометра, додають до цього значення величину опору постійного резистора і замінюють ці два резистори одним постійним. Звичайно в першому каскаді така підгонка дає змогу зняти збудження.

Приймачі, у яких є тільки один настроюваний контур, мають значну нерівномірність підсилення по діапазону. Річ у тому, що контур магнітної антени перестроюється по діапазону, а контур, утворений індуктивністю обмотки трансформатора L_3 разом з вихідною ємністю транзистора і ємністю монтажу, не перестроюється. Резонанс цього контура настає на якійсь ділянці діапазону, де підсилення каскаду максимальне. На решті ж частот підсилення зменшуватиметься тим більше, чим більше робоча частота відрізняється від резонансної частоти контура в колекторному колі транзистора T_1 .

НАЙПРОСТІШИЙ СУПЕРГЕТЕРОДИН

Переносний саморобний приймач являє собою однодіапазонний (довгохвильовий або середньохвильовий) супергетеродин з живленням від батареї напругою 9 в. При мінімальній гучності приймач споживає струм близько 10 *ма*, при максимальній — до 30—50 *ма*.

Приймач може працювати при зниженні напруги живлення до 3 в, що дає змогу використовувати батареї до їх повного вичерпання. Двох батарей типу КБС-Л-0,5, з'єднаних послідовно, досить для роботи приймача протягом 80—100 год, а шести елементів типу «Марс», з'єднаних послідовно, — протягом 300 год.

Вибір діапазону роботи визначається умовами приймання в даній місцевості. Наприклад, у Москві і Києві, у Московській і Київській областях краще чути станції, що працюють у діапазоні середніх хвиль, а на Уралі і на півночі європейської частини СРСР — у діапазоні довгих хвиль. Тому, перше ніж приступити до виготовлення цього приймача, слід з'ясувати, які радіостанції краще приймаються в даній місцевості.

У приймачі використовується внутрішня магнітна антена, до якої в разі потреби можна приєднати й зовнішню. При роботі тільки на внутрішню антену чутливість приймача становить 2—4 мв/м на середніх хвилях і 3—5 мв/м на довгих. Чутливість з гнізда зовнішньої антени не гірше 300—500 мкв/м. При такій чутливості можна приймати з великою гучністю сигнали не тільки місцевих, а й найпотужніших віддалених радіостанцій. Плавне настроювання приймача в межах вибраного діапазону здійснюється за допомогою стандартного блока конденсаторів змінної ємності. Максимальна вихідна потужність ПНЧ близько 250 мвт при напрузі живлення 9 в і 100 мвт при напрузі живлення 6 в.

У приймачі використовують п'ять транзисторів — два високо-частотних типу П401—П403 або П420 — П422, П416 і три низько-частотних типу П16, МП40. Транзистори названих типів не потребують спеціального добору. Всі сім контурних котушок приймача саморобні. У приймачі можуть бути використані резистори і конденсатори найрізноманітніших типів, у тому числі й ті, що вже були в ужитку.

Керування приймачем здійснюється за допомогою ручки настроювання і ручки регулятора гучності, об'єднаного з вимикачем живлення. Корпус приймача, габаритні розміри якого $240 \times 150 \times 75$ мм, можна склеїти з пластмаси або з фанери. Вага з комплектом батарей 1,5 кг. Приймач має металеву ручку для перенесення.

Приймач, принципову схему якого зображено на рис. 3, складається з магнітної антени МА, перетворювача частоти із суміщенням гетеродином на транзисторі T_1 , однокаскадного підсилювача проміжної частоти на транзисторі T_2 , діодного детектора на напівпровідниковому діоді D_1 , каскаду попереднього підсилення низької частоти на транзисторі T_3 та двотактного вихідного каскаду на транзисторах T_4 і T_5 , навантаженням якого є динамічний гучномовець $G_{ч1}$.

Емітер транзистора T_3 з'єднаний із спільним нульовим проводом для забезпечення вищої стабільності початкового зміщення на базах усіх транзисторів.

Забезпечення стабільності напруги початкового зміщення транзисторів має дуже велике значення. Для того, щоб транзистор

міг підсилювати електричні сигнали, на його електроди треба подати напругу початкового зміщення відповідної полярності. Причому виявляється, що підсилювальна здатність транзистора в основному визначається струмом колектора i , меншою мірою, — колекторною напругою. У свою чергу струм колектора залежить від напруги зміщення на базі. Проте величина колекторного струму може коливатися залежно від зміни температури, а також при заміні транзисторів.

Це неприємне явище зв'язане головним чином з істотним розкидом параметрів транзисторів та їх часовою і температурною нестабільністю. Звичайно для ослаблення впливу зазначених факто-

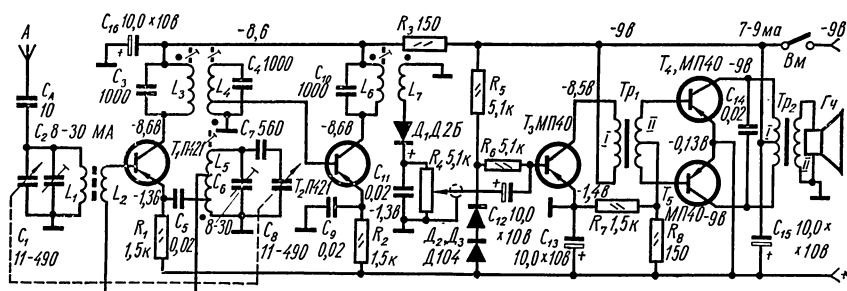


Рис. 3. Принципова схема найпростішого супергетеродина.

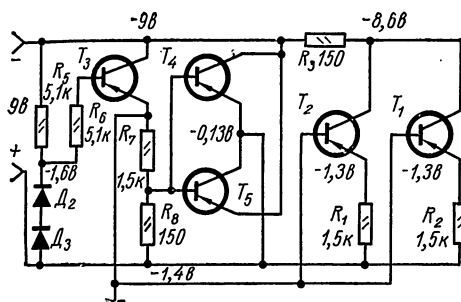
рів на стабільність роботи транзистора зменшують величину опору в колі бази, а в коло емітера вмикають резистор опором 1—2 *ком.*

Однак для того, щоб приймач міг працювати при значному зниженні живильної напруги, треба забезпечити часову стабілізацію, тобто безперервно підтримувати напругу на базах транзисторів у заданих межах. На жаль, здійснити це не так просто.

В описуваному приймачі часова стабілізація напруги зміщення здійснюється за допомогою діодів D_2 і D_3 , по яких проходить струм у прямому напрямі. За певних умов значні зміни його величини спричиняють лише невеликі коливання напруги на виводах діодів.

Щоб краще зрозуміти роботу кіл зміщення п'яти транзисторів приймача по постійному струму, звернімося до схеми рис. 4. Катушки індуктивності і обмотки трансформаторів не показані, бо їх опір постійному струмові малий. Діоди D_2 і D_3 приєднані до джерела живлення через обмежувальний резистор R_5 . При використанні кремнієвих діодів типу Д104 зниження напруги живлення з 9 до 3 в спричиняє зниження напруги на діодах з 1,6 до 1,4 в. Ця напруга подається через резистор R_6 на базу транзистора T_3 . Струм бази малий, тому напруга на базі транзистора T_3 буде меншою від стабілізованої напруги приблизно на 0,1—0,2 в. У свою чергу напруга на емітері буде на 0,1 в меншою, ніж на базі. Вона становитиме 1,3—1,4 в. Оскільки емітер цього транзистора з'ед-

Напруга зміщення $U_{зм}$ на бази транзисторів T_4 і T_5 , що дорівнює 0,13 в, знімається з подільника напруги R_7 , R_8 , на який подано стабілізовану напругу — 1,4 в. Таким чином, за допомогою двох діодів і одного резистора здійснюється стабілізація напруги зміщення. Криві залежності напруги зміщення $U_{зм}$ від напруги



живлення $U_{\text{ж}}$ при використанні різних стабілізуючих елементів зображені на рис. 5. Заштрихований прямокутник позначає область допустимих значень напруги джерела живлення і зміщення, при яких чутливість не більш як у два-три рази порівня

При заміні діодів D_2 і D_3 постійним резистором опором 1 ком приймач зможе працювати при розрядженні батареї з 9 до 7 в. Він може працювати і при меншій напрузі живлення, якщо тільки генерує гетеродин, але чутливість його стає надзвичайно низькою, а звук хрипким і спотвореним.

Якщо використати чотири діоди типу Д2Б, то роботоздатність приймача збережеться при розрядженні батареї з 9 до 5,5 в, тобто він працюватиме значно довше, ніж у попередньому випадку.

Проте діоди навіть одного типу можуть мати значний розкид характеристик, що призводить до розкиду величини стабілізованої напруги. У простих любительських конструкціях на цей недолік можна не зважати, але якщо треба забезпечити дуже високу стабільність зміщення, то замість діодного стабілізатора слід застосувати додаткову батарею «Марс». При цьому напруга зміщення повністю незалежна від основного джерела живлення.

Оскільки розрядний струм дуже малий, батарея зміщення може

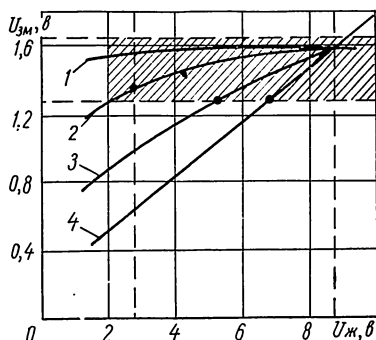


Рис. 5. Криві залежності на-
пруги зміщення $U_{зм}$ від на-
пруги живлення $U_{ж}$ при вико-
ристанні різних стабілізуючих
елементів:

1 — батареї типу «Марс»; 2 — двох діодів Д104; 3 — чотирьох діодів Д2Б; 4 — резистора опором 1 ком.

працювати тисячі годин. Застосування батареї зміщення ускладнює конструкцію приймача і вимагає встановлення спеціального вимикача для неї.

У приймачі можуть бути використані деталі найрізноманітніших типів і габаритів (табл. 2). Забезпечення параметричної і часової

Таблиця 2

Найменування деталей	Позначення на схемі (рис. 5)	Номинальні значення	Тип
Германієві транзистори <i>p-n-p</i> -переходу	T_1, T_2	—	П401—П403 П414—П416 П420—П423
	T_3, T_4, T_5	—	П13—П16 МП38—МП42
Германієвий точковий діод	D_1	—	Д1, Д2, Д9
Кремнієві точкові діоди	D_2, D_3	—	Д104, Д102, Д103 по дві шт.; Д1, Д2, Д9 по 4 шт. Селеновий стабілітрон
Динамічний гучномовець	Γ_4	Опір звукової котушки 6—10 ом	1ГД-1, 1ГД-1 ВЭФ 1ГД-9, 1ГД-18, 0,5ГД-10, 0,5ГД-12 0,25ГД-1
Узгоджувальний трансформатор	Tr_1	Осердя $\text{Ш}12 \times 12$ мм Обмотка I — 1800 витків з проводу ПЭЛ діаметром 0,1 мм Обмотка II — 450+450 витків з проводу ПЭЛ діаметром 0,1 мм	Від приймачів «Нарочь», «Минск», «Спи-дола» «Селга», «Гауя», «Сокол», «Атмосфера»
Вихідний трансформатор	Tr_2	Осердя $\text{Ш}12 \times 12$ мм Обмотка I — 180+180 витків з проводу ПЭЛ діаметром 0,23 мм Обмотка II — 48 витків з проводу ПЭЛ діаметром 0,5 мм	
Постійні резистори	R_5, R_6	4,7; 5,1; 5,6 к	УЛМ BC-0,25 BC-0,5 МЛТ-0,25
	R_1, R_2, R_3	1,3; 1,5; 1,7 к	
	R_3, R_8	130, 150, 170 ом	

Найменування деталей	Позначення на схемі (рис. 5)	Номинальні значення	Тип
Потенціометр, суміщений з вимикачем	$R_4 B_M$	5,6; 6,8; 10 к і більше; в останньому випадку шунтують резистором 6,8 к	ТК, СПО, ВК, «Тесла»
Блок конденсаторів змінної ємності	$C_1—C_8$	Дві секції по 11—490 пф	Від приймачів «Рекорд», «Волна», «Звезда» та ін.
Підстроювальні конденсатори	C_2, C_6	8—30 пф	КПК-1, КПК-М і будь-які інші
Конденсатори постійної ємності	C_5, C_9, C_{14}	2×6800 пф; 0,015 мкф; 0,02 мкф; 0,033 мкф; 0,05 мкф	КДС, КЛС, ПОС, КБГ-И, БҚ, БМ, МБМ
	C_3, C_4, C_{10}	1000 пф $\pm 10\%$	КДС, КТК-М, КСО-2, ПОС
Електролітичні конденсатори	C_{12}	3,0; 5,0; 10,0 мкф на 10 в	ЭМ, ЭМИ, ЭТО-1, «Тесла»
	C_{13}	$10,0 \times 10$ в; $20,0 \times 6$ в і $25,0 \times 4$ в	
	C_{15}, C_{16}	$10,0 \times 10$ в; $15,0 \times 10$ в; $30,0 \times 12$ в; $50,0 \times 12$ в	

стабілізації режимів роботи транзисторів дає змогу обійтися без попередньої побудови макета приймача, зв'язаної з добором транзисторів і резисторів.

Котушки індуктивності виготовляють за ескізами, показаними на рис. 6. Дані щодо намотки котушок наведено в табл. 3. Каркаси котушок виготовляють з двох-трьох шарів писального паперу і проклеюють будь-яким клеєм. Як оправку для намотування паперу каркаса використовують кусок феритового стержня. Довжина намотки кожної котушки обмежується гумовими або поліхлорвініловими кільцями, картонними щічками.

Відводи від котушок роблять у вигляді петлі. Початкова довжина відводів і виводів близько 50 мм. Після встановлення на монтажній платі виводи котушок можна укоротити до 20—30 мм.

У приймачі при роботі в діапазоні довгих хвиль ємність конденсатора C_7 зменшують до 240 пф, а паралельно підстроювальним

конденсаторам C_2 і C_6 вмикають по одному конденсатору типу КТК-1 ємністю $33 \text{ нф} \pm 10\%$.

Монтажну плату виготовляють з листового гетинаксу або текстоліту завтовшки 1,5—2,0 мм (рис. 7). Для закріплення на мон-

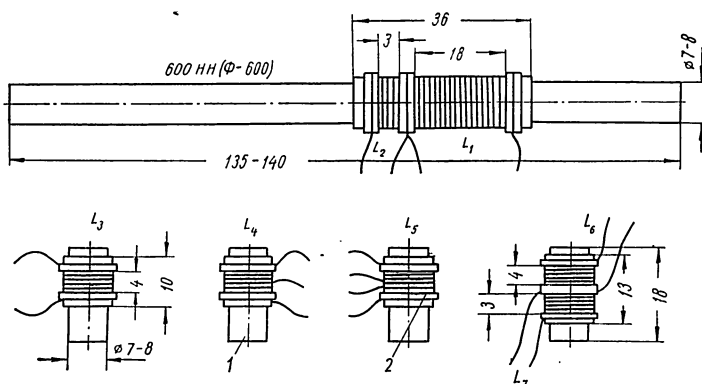


Рис. 6. Конструкція котушок найпростішого супергетеродина:

1 — осердя; 2 — каркас.

тажній платі регулятора гучності і блока конденсаторів змінної ємності треба виготовити з листового алюмінію або латуні кронштейни (рис. 8, а, б).

Осердя котушок L_3 — L_7 закріплюють на платі клеєм так само, як і підстроювальні конденсатори. Осердя магнітної антени

укріплюють гумовими кільцями невеликого діаметра або кількома витками сурових ниток.

Ручки керування приймачем випилюють лобзиком з органічного скла завтовшки 4—6 мм або іншого пластичного матеріалу (рис. 8, в, г). Гравірування здійснюють гострим шилом.

Монтаж приймача однокітний. Провід, який з'єднує регулятор гучності з діодом D_1 , повинен бути екранований, для чого

Таблиця 3

Позначення на схемі (рис. 6)	Кількість витків		Намотка
	СХ	ДХ	
L_1	52	180	СХ — одношарова; ДХ — внавал
L_2	6	14	
L_3	55	55	—
L_4	5+50	5+50	—
L_5	2+3+45	4+6+100	Внавал
L_6		55	—
L_7		40	—

Примітка. Всі котушки намотують проводом мар-
ки ПЕЛ і ПЕВ діаметром 0,1 мм

можна використати поліхлорвінілову трубку. Відбивну панель під гучномовець виготовляють з цупкого картону або фанери завтовшки 3—4 мм. Гучномовець встановлюють так, щоб забезпечувався доступ до монтажної плати і батареї розміщувались вільно.

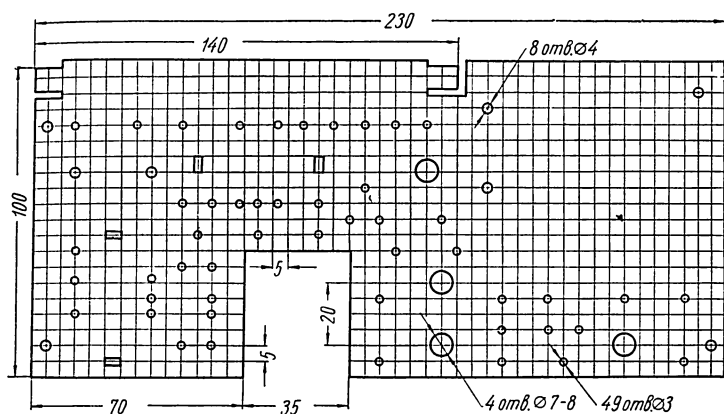


Рис. 7. Монтажна плата найпростішого супергетеродина.

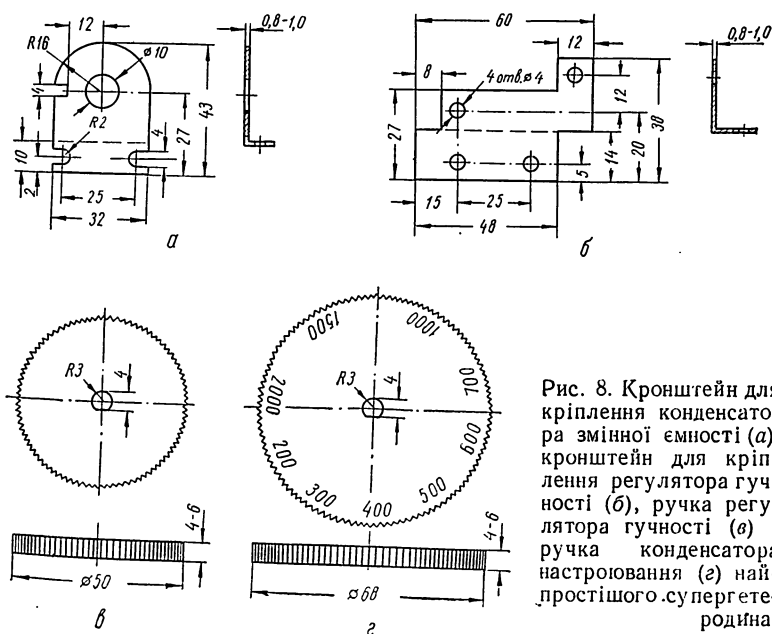


Рис. 8. Кронштейн для кріплення конденсатора змінної ємності (а), кронштейн для кріплення регулятора гучності (б), ручка регулятора гучності (в) і ручка конденсатора настроювання (г) найпростішого супергетеродина.

Налагодження приймача починають з перевірки режиму роботи транзисторів. Для цього за допомогою тестера (АВО-5, ТТ-1, ТТ-3 та ін.) вимірюють постійні напруги на електродах транзисторів

щодо полюса джерела живлення. У справному приймачі виміряні значення можуть відрізнитися від указаних на принциповій схемі на $\pm 15\%$. Відхилення більш як на 30—40% свідчать про несправність того чи іншого каскаду. При справному перетворювачі частоти постійна напруга на емітері транзистора T_1 повинна зменшуватись на 0,1—0,2 в при закорочуванні між собою виводів котушки L_5 .

Перевіривши роботу приймача покаскадно і в цілому, настроюють контури проміжної частоти (ПЧ) на 465 кГц. Потім провадять настроювання і спряження контурів магнітної антени та гетеродина. При цьому, коли рухомі пластини конденсаторів повністю введені в нерухомі, шкала повинна показувати 600 м для СХ і 2000 м для ДХ, при повністю виведених пластинах 200 м для СХ і 700 м для ДХ.

Заздалегідь відкалібрована шкала настроювання дає змогу точніше встановити межі діапазону прийманих хвиль. Роблять це так. Ротор блока конденсаторів змінної ємності повертають у таке положення, при якому шкала настроювання вказуватиме довжину хвилі однієї з радіостанцій, яку добре чути в даному районі і яка працює в діапазоні СХ (близько 500 м) і ДХ (1700 м). Потім, повільно переміщуючи каркас котушки L_5 , настроюються на цю станцію. Точне настроювання вхідного контура здійснюється переміщенням каркаса котушок L_1 і L_2 по стержню магнітної антени. Потім повертають ротор блока конденсаторів змінної ємності в таке положення, при якому шкала настроювання вказуватиме довжину хвилі однієї з місцевих радіостанцій, що працює на короткохвильовій ділянці вибраного діапазону хвиль: близько 250 м для СХ і приблизно 900 м для ДХ. Точне настроювання контура магнітної антени провадиться тільки підстроювальним конденсатором C_2 .

Перевіряють точність настроювання і спряження в середині діапазону. Якщо при цьому спостерігається деяке зниження чутливості, то рекомендується підстроїти котушки L_1 та L_5 і знову повторити проведені раніше операції на частотах поблизу меж діапазону.

При вимірюванні режимів роботи транзисторів, а також при настроюванні і спряженні контурів треба стежити за тим, щоб випадково не сталося короткого замикання між проводами, які йдуть від джерела живлення, бо це може спричинити вихід з ладу транзистора T_3 .

Після того як приймач налагоджено і настроєно, доцільно провести випробування його роботоздатності при зниженні живильної напруги. Для цього зменшують кількість живильних батарей, наприклад, замість двох батарей типу КБС-Л-0,5 використовують одну, а замість шести елементів типу «Марс» або 316 — два або три.

Завдяки застосуванню стержня магнітної антени вдвоє більшої довжини, відсутності резисторів у колах зміщення та перехідних

конденсаторів у базових колах транзисторів T_1 і T_2 чутливість даного переносного приймача порівняно з кишеньковим підвищилась майже в три рази.

Склавши і налагодивши транзисторний приймач, радіолюбитель, як правило, продовжує вдосконалювати його конструкцію, прагнучи поліпшити його електричні та експлуатаційні параметри. Змінену схему приймача, де жирними лініями показано нововведені деталі і з'єднання, зображено на рис. 9.

У звичайному приймачі з діапазонами ДХ і СХ застосовують два комплекти котушок магнітної антени і гетеродина, які перемикаються спеціальним багатоcontactним перемикачем діапазонів. В описуваному супергетеродині цей принцип повністю здійснити не можна, оскільки саморобні котушки гетеродина мають велике поле розсіювання, що виключає встановлення котушок гетеродина діапазонів СХ і ДХ на одній монтажній платі. Тому в гетеродинному контурі даного приймача є лише одна котушка індуктивності L_5 , яка дає змогу перекрити весь середньохвильовий і більшу частину довгохвильового діапазону (830—1600 м).

На стержні магнітної антени встановлюють додаткову котушку L_8 , паралельно якій вмикають конденсатор C_{17} . У контурі гетеродина додано котушку зв'язку L_9 , а паралельно котушці L_5 у діапазоні ДХ ввімкнено конденсатор C_{19} . Перемикання діапазонів здійснюється звичайним

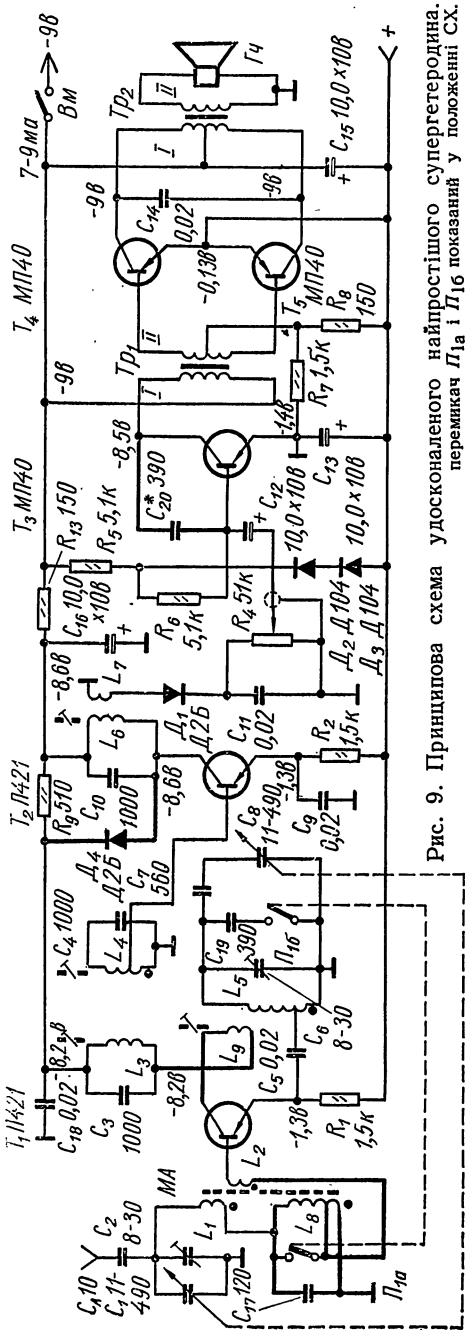


Рис. 9. Принципова схема удосконаленого найпростішого супергетеродина. перемикач P_{1a} і P_{16} показаний у положенні СХ.

тумблером P_1 , за допомогою якого в діапазоні СХ конденсатор C_{19} вмикається, а котушка L_8 закорочується; у діапазоні ДХ конденсатор C_{19} вмикається паралельно котушці L_5 , а котушка L_8 розмикається. Така проста комутація діапазонів можлива завдяки послідовному ввімкненню котушок магнітної антени L_1 (СХ) і L_8 (ДХ) та приєднанню початку котушки зв'язку L_2 до частини витків котушки L_8 . При такому ввімкненні котушок магнітної антени і наявності котушки L_9 гетеродин перетворювана частоти ввімкнутий за схемою із спільною базою, тому потреба в другому відводі котушки L_5 відпадає.

Застосовано конденсатор C_{17} типу КТ-2а $120 \text{ нф} \pm 10\%$; C_{19} типу КСО-2а $390 \text{ нф} \pm 10\%$. Котушка L_8 з 140 витків проводу марки ПЭЛ (ПЭВ-1) діаметром 0,1 мм з відводом від 10-го витка, рахуючи від нижнього (за схемою) кінця намотується на окремому каркасі, склеєному з писального паперу. Вона розміщується на вільному кінці стержня магнітної антени. Котушка L_9 з 6 витків проводу тієї самої марки намотується на одному каркасі з котушкою L_5 . Додаткові котушки намотуються в одному напрямі з раніше встановленими котушками магнітної антени і гетеродина. При розпаюванні треба додержувати полярності ввімкнення виводів, позначеної на схемі.

Налагодження приймача починають з перевірки роботоздатності перетворювача частоти в діапазоні СХ. Для цього вимірюють постійну напругу на резисторі R_1 при різних положеннях ротора блока конденсатора змінної ємності (КЗЄ). Якщо перетворювач частоти справний, то при будь-якому положенні ротора КЗЄ закорочування між собою крайніх виводів котушки L_5 повинно спричиняти зменшення постійної напруги на 0,05 — 0,015 в.

При неправильному ввімкненні котушки L_9 або іншій помилці в монтажі напруга на резисторі R_1 не зменшується. Може виявитися, що гетеродин працює лише в одній частині діапазону. Тоді треба трохи змінити положення каркаса котушок L_5 та L_9 на осерді і знову перевірити роботоздатність гетеродина. Дальші операції по налагодженню котушок магнітної антени і гетеродина нічим не відрізняються від описаних раніше.

Налаштування приймача в діапазоні ДХ здійснюється тільки переміщенням котушки L_8 по стержню магнітної антени. Потім перевіряють роботу приймача по всьому діапазону ДХ. В разі потреби межі діапазону ДХ можна трохи змістити добором ємності конденсаторів C_{17} і C_{19} . Наприклад, якщо $C_{17} = 110 \text{ нф}$, а $C_{19} = 330 \text{ нф}$, то приймач перекриватиме діапазон хвиль 750—1500 м; при ємності $C_{17} = 150 \text{ нф}$, а $C_{19} = 430 \text{ нф}$ діапазон становитиме 900 — 1760 м.

Супергетеродин має відносно високу чутливість, яка дає змогу приймати у вечірній час сигнали віддалених радіостанцій. Проте для такого простого приймача при прослуховуванні місцевих радіостанцій висока чутливість є серйозним недоліком. Напруга сигналу на колекторі T_2 стає настільки великою, що з'являються спотворен-

ня. І тут ручний регулятор гучності (R_4) не допоможе, бо треба значно зменшити підсилення сигналу до його надходження на детектор. Робиться це звичайно за допомогою системи автоматичного регулювання підсилення (АРП). В даному приймачі АРП здійснюється шунтуванням резонансного контура проміжної частоти (ПЧ) у колі колектора T_2 діодом D_4 і резистором R_9 . Для того щоб діод відпирався тільки при напрузі сигналу ПЧ понад 300 мВ, на нього подається запираюча напруга, яка знімається в резистора R_9 .

У коло АРП приймача, крім резистора R_9 і діода D_4 , входить також конденсатор C_{18} , що здійснює фільтрацію напруги ПЧ після діода D_4 . Застосована система АРП настільки проста, що не потребує особливого налагодження. Важливо лише додержати полярності ввімкнення діода D_4 , який може бути будь-якого типу з серії Д2, Д9 (наприклад, Д2Б, Д9В і т. ін.).

Поліпшити якість звучання приймача можна, застосувавши корпус з кращими акустичними властивостями і гучномовець більшої потужності. Потрібна також відповідна корекція частотної характеристики ПНЧ. В описуваному приймачі для цієї мети можна запровадити частотнозалежний зворотний зв'язок по змінному струму в першому каскаді ПНЧ. Для цього між базою і колектором транзистора T_3 вмикають конденсатор C_{20} . Дія такого негативного зворотного зв'язку ґрунтується на тому, що частина змінного струму колектора транзистора T_3 через конденсатор C_{20} у протифазі подається в коло бази цього ж транзистора. Ємність конденсатора C_{20} вибрано таку, що негативний зворотний зв'язок починає помітно виявлятися на частотах понад 3 кГц, які ослабляються значно більше, ніж середні частоти. Це ослаблення високих частот сприяє зменшенню «шипіння» приймача і зниженню рівня завад.

СУПЕРГЕТЕРОДИН З ДІАПАЗОНОМ КХ

Приймач являє собою переносний дводіапазонний супергетеродин, призначений для гучномовного приймання місцевих і далеких радіостанцій, які працюють у діапазонах коротких (25—50 м і середніх (185—550 м) хвиль. Проміжна частота — 465 кГц.

У діапазоні коротких хвиль приймання здійснюється на висувну телескопічну антену завдовжки близько 90 см. Чутливість приймача в діапазоні КХ становить 50—100 мкВ, вибірність по сусідньому каналу — не менше 20 дБ, по дзеркальному — не гірше 16—20 дБ. У діапазоні середніх хвиль приймання здійснюється на внутрішню магнітну антену. Чутливість становить 0,3—0,5 мВ/м, вибірність по сусідньому каналу — 20—24 дБ, по дзеркальному — не менше 23—26 дБ.

Приймач складений на семи транзисторах (П403—1 шт., П402—3 шт. і МП41—3 шт.), причому без будь-якого попереднього добору їх за параметрами. Живлення здійснюється від гальванічних батарей з початковою напругою 9 В. Роботоздатність приймача

зберігається при зниженні напруги живлення до 4,5 в. Споживаний струм при мінімальній гучності становить 8—10 ма, при максимальній — до 30—40 ма. Одного комплекту живлення, що складається з шести ввімкнутих послідовно елементів 316, вистачає на 40—50 год роботи, а двох ввімкнутих послідовно батарей типу КБС-Л-0,5 — на 80—100 год.

Корпус приймача, габаритні розміри якого $260 \times 160 \times 70$ мм, виготовлений з кольорового органічного скла. Вага з комплектом живлення — близько 1 кг.

Приймач має перетворювач частоти із суміщенням гетеродином, ввімкнутий за схемою із спільним колектором і складений на транзисторі T_1 , двоконтурний смуговий фільтр проміжної частоти ФПЧ, трикаскадний підсилювач проміжної частоти ППЧ на транзисторах T_2 — T_4 , детектор на діодах D_1 і D_2 та ПНЧ на трьох транзисторах T_5 — T_7 , навантаженням якого є динамічний гучномовець $Gч$ (рис. 10). Стабілізація напруги початкового зміщення базових кіл здійснюється за допомогою діодів D_4 і D_5 та одного транзистора T_5 .

Особливість перетворювача частоти полягає в тому, що фільтр проміжної частоти ввімкнутий у колекторне коло транзистора T_1 не повністю, а частково, за допомогою котушки зв'язку L_7 . Це сприяє стійкішій роботі перетворювача частоти. Крім того, обидві котушки смугового ФПЧ поміщені в індивідуальні екрани, а зв'язок між ними здійснюється через конденсатор невеликої ємності C_{15} . Смуговий фільтр такої конструкції має незначне поле розсіяння, що також поліпшує стійкість роботи тракту ПЧ. Цій же меті служить і конденсатор C_{12} , ввімкнутий між колектором T_1 і нульовим проводом.

Підсилювач проміжної частоти — трикаскадний. Перший каскад, складений на транзисторі T_2 , — аперіодичний, два наступні (T_3 і T_4) — резонансні. Застосування двох резонансних каскадів ПЧ дає змогу не тільки збільшувати чутливість, а й поліпшити вибірність по сусідньому каналу приблизно в чотири рази. Трикаскадний ПЧ дає дуже велике підсилення, але використовується воно не повністю (приблизно на третину), бо при повній реалізації можливостей такого підсилювача сильно прослухуватимуться внутрішні шуми перетворювача частоти у вигляді характерного «шипіння» в гучномовці. Щоб не було чути внутрішніх шумів перетворювача частоти, напруга сигналу на базі транзистора T_1 повинна бути не менше 2—3 мкв.

Водночас для роботи детектора з невеликими спотвореннями необхідно, щоб напруга ПЧ на його вході була не менше 100 мв. Таким чином, загальне підсилення сигналу по напрузі (з бази транзистора T_1 до входу детектора) повинно становити 30—50 тис. Перетворювач частоти має коефіцієнт передачі близько 15. Отже, підсилювач ПЧ повинен забезпечити підсилення сигналу по напрузі в 2000—3000 разів. У середньому однокаскадний ППЧ підсилює напругу сигналу в 100—150 разів, двокаскадний — до 1000—1500

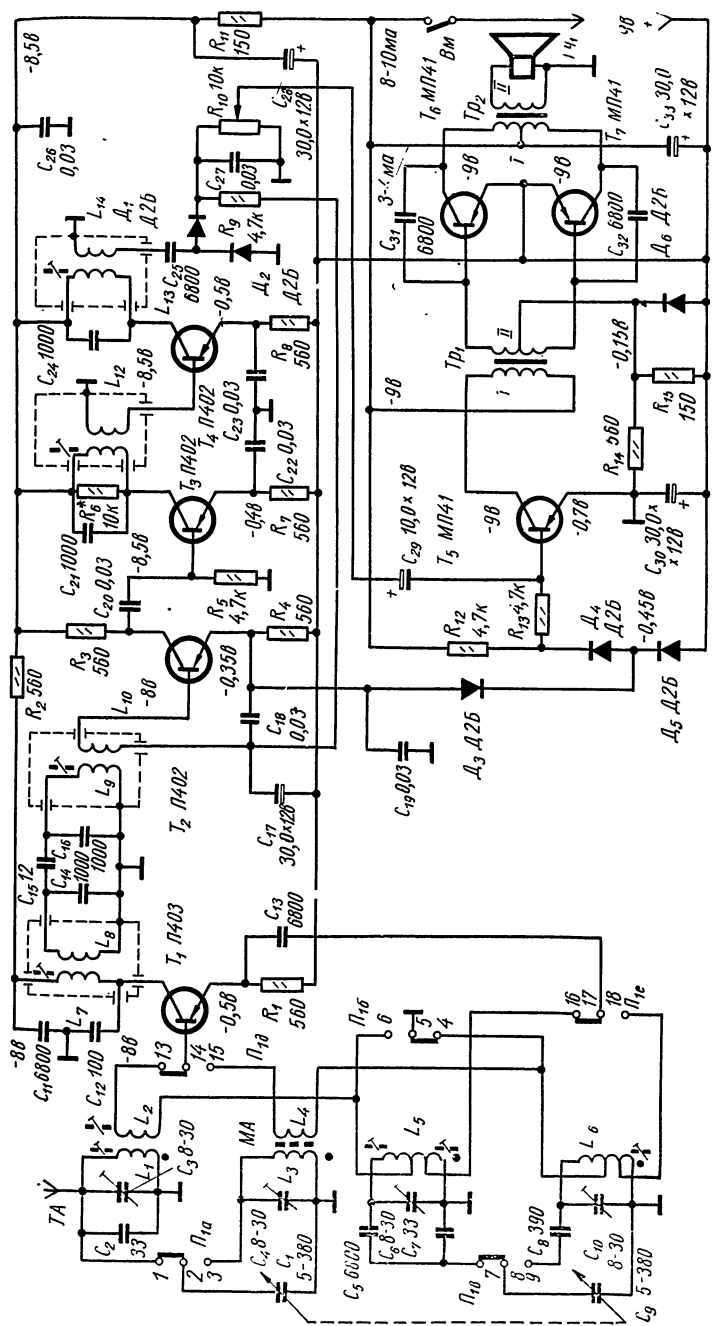


Рис. 10. Принципова схема супергетеродина з діапазоном КХ: перемикач показано в положенні КХ.

разів, а трикаскадний — до 6000—10000 разів. Обмеження підсилення до 2000—3000 разів здійснюється шунтуванням котушки L_{11} резистором R_6 , що сприяє підвищенню стійкості роботи підсилювача ПЧ.

Детектор виконаний за двотактною схемою з закритим входом. Порівняно з однотактним детектором він краще використовує енергію сигналу ПЧ і рівномірніше навантажує контур кінцевого каскаду ППЧ. Робота системи АРП ґрунтується на зменшенні колекторного струму транзистора T_2 в міру збільшення напруги сигналу на вході детектора. Досягається це тим, що напруга зміщення на базі T_2 складається з двох напруг протилежної полярності (негативної, яка знімається з емітера T_5 , і позитивної, яка виділяється на навантаженні детектора). При збільшенні напруги сигналу збільшується і позитивне зміщення на базі T_2 . Це, у свою чергу, спричиняє зменшення струму через транзистор T_2 і знижує його підсилення.

З метою підвищення ефективності дії АРП введено додатковий фіксуючий діод D_3 , ввімкнутий між емітером транзистора T_2 і середньою точкою діодів D_4 і D_5 . При слабкому сигналі напруга на емітері T_2 незначно відрізняється від напруги середньої точки стабілізуючих діодів, тому струм через діод D_3 малий. В міру посилення сигналу напруга на емітері T_2 під дією АРП зменшується, що спричиняє зростання струму через діод D_3 . Струм діода D_3 створює на резисторі R_4 додаткову напругу, яка запирає транзистор T_2 . При певному значенні напруги сигналу струм через T_2 повністю припиняється, а сам транзистор уже не підсилює сигнал, а значно ослабляє його. Завдяки цьому система АРП може змінювати підсилення сигналу, що проходить до детектора, приблизно в 100 разів, захищаючи ППЧ від перевантаження. Криві залежності напруги низької частоти на виході детектора $U_{нч}$ від напруги високої частоти $U_{вч}$ на базі транзистора T_1 при наявності і відсутності АРП показано на рис. 11.

Підсилювач низької частоти складений за звичайною схемою з двотактним вихідним каскадом. Діод D_6 здійснює автоматичне зменшення напруги початкового зміщення на бази кінцевих транзисторів T_6 і T_7 при збільшенні температури навколишнього повітря. Конденсатори C_{31} і C_{32} створюють негативний зворотний зв'язок по змінному струму, який помітно ослабляє частоти понад 3 кГц, що поліпшує якість звучання переносного приймача.

Максимальна вихідна потужність ПНЧ $P_{\text{вих. макс}} = 100 \text{ мвт}$. Для її одержання напруга низької частоти на виході детектора повинна становити приблизно 10—15 мВ. Значення вихідної потужності підсилювача при інших значеннях напруги низької частоти на рис. 11 позначені пунктирними лініями.

Для підвищення стійкості роботи приймача вжито деяких додаткових заходів: у коло живлення транзистора T_1 введено розв'язуючий фільтр R_2C_{11} ; ввімкнуто паперовий конденсатор C_{23}

(0,03 мкф) для нейтралізації дії паразитної індуктивності електролітичного конденсатора C_{28} .

У приймачі застосовано в основному стандартні деталі заводського виготовлення. Саморобними є лише контурні високочастотні котушки, монтажна плата, верньєрний пристрій і корпус. Транзистори T_2 — T_4 можуть бути типів П401—П403, П420—П423. Транзистор T_1 рекомендується типу П403, але в крайньому разі можна взяти і П401. Транзистори T_5 — T_7 можуть бути будь-яки-

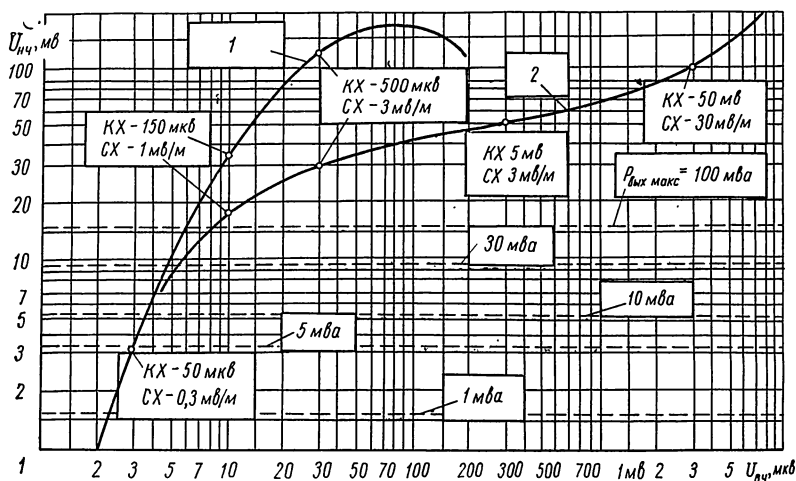


Рис. 11. Криві залежності напруги на виході детектора $U_{НЧ}$ від напруги високої частоти $U_{ВЧ}$ на базі транзистора T_1 :
1 — без АРП; 2 — з АРП.

ми низькочастотними германієвими (П13—П16, МП39—МП42). Діоди D_1 — D_6 — германієві, точкові типу Д2Б—Д2Ж або Д9В—Д9Е. Конденсатори C_2 , C_7 , C_{12} , і C_{15} — типу КД-1а або КТ-2а; C_8 — типу КСО 390 пф $\pm 10\%$; C_5 , C_{11} , C_{13} , C_{25} , C_{31} , C_{32} — типу КД-2 (КДС) або КЛС; C_{18} , C_{19} , C_{20} , C_{22} , C_{23} , C_{26} , C_{27} — типу БМ-2 або КБГ-И 0,02—0,03 мкф і 200 в; C_{14} , C_{16} , C_{21} , C_{24} — типу ПСО або КТК-М, КСО-2 1000 пф $\pm 10\%$. Електролітичні конденсатори — типу КЭ-1а або К50-3, ЭМ, «Тесла». Конденсатор C_{20} може мати ємність 3—15 мкф, а всі інші електролітичні конденсатори — не менше 10—20 мкф. Робочі напруги конденсаторів C_{17} , C_{28} і C_{30} — 4—5 в, решти — не менше 10 в. Підстроювальні конденсатори C_3 , C_4 , C_6 , C_{20} — типу КПК-1 або КПК-М напругою 6—25 в і ємністю 8—30 пф. Блок конденсаторів змінної ємності можна використати від будь-якого кишенькового приймача.

Перемикач діапазонів стандартний, ножового типу, має шість напрямів на два положення. Один напрям перемикачання (контакти 10, 11, 12) не використаний. Застосовано низькочастотні трансфор-

матори Tr_1 і Tr_2 , що випускаються для кишенькових приймачів. Можна застосовувати трансформатори від приймачів «Сокол», «Селга» та ін. Телескопічну антену можна використати від приймачів «Спидола», «Сувенір», «Соната», «Океан». Її можна замінити одним «вусом» кімнатної телевізійної антени або розсувною «ногою» портативного штатива для фотоапарата, в крайньому разі, і гнучким проводом діаметром 0,8—1,0 мм і довжиною 80—100 см. Постійні резистори — типу УЛМ або МЛТ 0,25 чи ВС-0,25. Змінний резистор R_{10} — типу ТК-Д або «Тесла» на 5—10 ком, суміщений з вимикачем живлення.

Котушки L_1, L_2 вхідного контура діапазонів КХ і гетеродинна котушка L_5 намотані на двох циліндричних каркасах, що мають

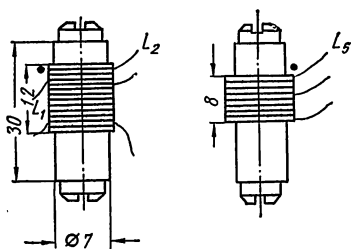


Рис. 12. Конструкція котушок супергетеродина з діапазоном КХ

підстроювальні осердя типу СЦР-1 (рис. 12). Такі каркаси застосовують у контурах ПЧ телевізора «Рубін», «Знамя» та ін. Котушка L_6 намотана на броньовому осерді СБ-1а від фільтрів проміжної частоти приймачів «Рекорд» або «Родина-52». Котушки L_3 і L_4 вхідного контура діапазону СХ намотані на паперовому каркасі довжиною 30 мм, який вільно переміщується по феритовому стержню діаметром 7—8 мм і довжиною 140 мм. Котушки фільтрів ПЧ (L_7 — L_{14}) використовують готові від приймача

«Селга». В разі потреби їх можна виготовити і самостійно. Для цього потрібні чотири броньових осердя з фериту 600НН (Ф-600), оснащені підстроювальними осердями діаметром 2,8 мм і довжиною 12 мм, пластмасовою арматурою і металевими екранами. Дані щодо намотки всіх котушок наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Позначення на схемі (рис. 12)	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм	Позначення на схемі (рис. 12)	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм
L_1	15	ПЭЛШО 0,4	L_8	70	ЛЭВ 5×0,06
L_2	1,5	ПЭЛШО 0,2	L_9	70	ЛЭВ 5×0,06
L_3	55	ПЭЛШО 0,12	L_{10}	4	ПЭЛШО 0,1
L_4	5	ПЭЛШО 0,12	L_{11}	70	ПЭВ-2 0,1
L_5	2+3+10	ПЭЛШО 0,4	L_{12}	4	ПЭЛШО 0,1
L_6	2+3+70	ПЭЛШО 0,12	L_{13}	65	ПЭВ 0,1
L_7	50	ПЭЛШО 0,1	L_{14}	110	ПЭЛШО 0,1

Примітка. Провід марки ПЭЛШО і ЛЭВ можна замінити на ПЭЛ або ПЭВ-1 того самого діаметра.

Монтаж приймача виконаний на платі з текстоліту або гетинаксу завтовшки 1,5—2,0 мм (рис. 13). Екрани фільтрів ПЧ і перемикач діапазонів закріплені на платі клеєм БФ-2. Блок КЗЄ кріплять за допомогою металевого кронштейна.

У приймачі є верньєрний пристрій для сповільнення обертання осі КЗЄ. Ведучий шків, що насаджується на вісь КЗЄ, і напрямні ролики виготовлені з листового органічного скла завтовшки 4—6 мм. Шкала настроювання гравірується на пластині з прозорого органічного скла. Нитка повинна бути з крученого шовку або капрону.

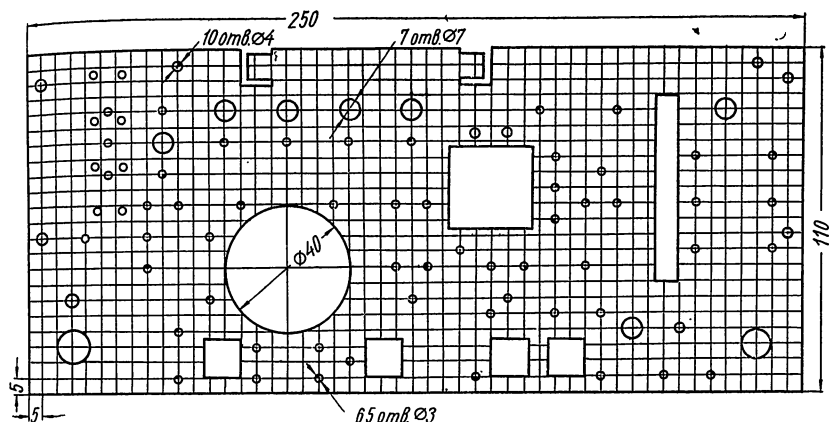


Рис. 13. Монтажна плата супергетеродина з діапазоном КХ.

Перше ніж ввімкнути живлення, слід переконатися в правильності виконання монтажних з'єднань, перевірити тестером режими роботи транзисторів. Вимірні значення можуть відрізнятися від указаних на схемі на ± 10 —20%. Потім перевіряють роботоздатність ПНЧ, детектора і гетеродина на кожному діапазоні окремо. Після цього можна перейти до налагодження ППЧ. Для цього перемикач діапазонів встановлюють у положення КХ, регулятор гучності — у положення максимальної гучності. Обертанням ручки настроювання добиваються приймання хоча б однієї станції.

Прийнявши сигнал станції, підстроюванням осердь фільтрів ПЧ (спочатку L_{13} , потім L_{11} , L_9 і L_8) добиваються максимальної гучності. Якщо гучність надмірна, треба перестроїтись на іншу, менш потужну станцію і ще раз повторити підстроювання. Якщо цього не зробити, то внаслідок дії системи АРП не можна буде точно настроїти в резонанс усі контури ФПЧ.

Встановлення меж діапазонів і спряження настройки вхідних та гетеродинних контурів провадять за допомогою допоміжного всехвильового приймача. Спочатку допоміжний приймач настроюють на частоту станції, яка працює в діапазоні 49 м і яку добре чути. На цю ж станцію настроюють налагоджуваний

приймач і регулюванням осердя котушки L_5 добиваються того, щоб її було чути при ємності КЗЄ, близькій до максимального значення. Потім здійснюється спряження настройки вхідного і гетеродина контурів діапазону КХ підстроюванням котушки L_1 за допомогою підстроювального осердя.

Після цього допоміжний приймач перестроюють на станцію, яка працює на хвилі 25 м, і таким самим способом настроюють налагоджуваний приймач. Тільки тепер підгонку межі діапазону і спряження настройки контурів провадять спочатку підстроювальним конденсатором C_6 , а потім C_3 . Після цього треба перевірити точність настройки в середині діапазону КХ на хвилях 31 і 41 м. При низькій чутливості в середині діапазону підстроювання провадять підстроювальним конденсатором на діапазоні 31 м і котушкою індуктивності на діапазоні 41 м. Описані операції слід повторити кілька разів з тим, щоб вирівняти чутливість приймача по всьому діапазону КХ.

Налагодження на діапазоні СХ провадять аналогічно, спочатку на хвилі 550 м, а потім на 200 м. Якщо приймання супроводиться свистом, то треба трохи зменшити напругу гетеродина на базі транзистора T_1 . Для цього слід ввімкнути резистор опором 560 ом між контактами 4 і 5 перемикача P_1 .

ПРИЙМАЧ УКХ ЛАМПОВИЙ

У діапазоні ДХ, СХ і КХ працює величезна кількість радіостанцій. Внаслідок тісноти в ефірі для кожної станції може бути виділена лише дуже вузька смуга частот. Тим-то звучання передач часто-густо буває недоброякісним, неприродним. На ньому позначаються атмосферні, промислові і взаємні завади, створювані мовними або службовими радіостанціями, розташованими близько по частоті.

Внаслідок обмеженої ширини смуги частот у діапазонах ДХ, СХ і КХ використовується амплітудна модуляція, яка не забезпечує досить великого динамічного діапазону, що також значно знижує якість музичних передач.

Мовлення на ультракоротких хвилях (УКХ) майже вільне від цих недоліків. Проте серійні приймачі з діапазоном УКХ не завжди забезпечують належну якість приймання, що пояснюється нестабільністю частоти гетеродина. Крім того, в поширених приймачах другого класу ПНЧ і акустична система не розраховані на високу якість відтворення. Отже, бажано мати приймач УКХ з досить широкою смугою, обмежувачем завад і автоматичним підстроюванням частоти.

Низькочастотна частина приймача може бути якою завгодно. Можна скористатися, наприклад, одним з підсилювачів, описаних у цій книзі.

У діапазоні УКХ використовують частотну модуляцію, що дає

змогу дістати сигнал низької частоти вищої якості. Водночас частотномодульований сигнал займає в ефірі ширшу смугу частот. Оскільки сигнал УКХ поширюється тільки в межах прямої видимості, в діапазоні УКХ працюють лише місцеві станції, які не створюють такої тісноти в ефірі, як на інших діапазонах.

Дуже рідко виникають такі умови, коли УКХ поширюється на великі відстані. У такі дні стає можливим приймання сигналів зарубіжних телецентрів, звукового супроводу і відеосигналів далеких, розташованих на відстані 1000 км і більше, радянських телецентрів та ультракороткохвильових частотномодульованих (УКХ ЧМ) станцій. При цьому внаслідок завад від далеких телецентрів порушується нормальне приймання телевізійних сигналів. Траплялось, що сигнал «чужого» телецентру був таким сильним, що витісняв сигнали місцевого телецентру, і на екрані замість звичного зображення раптом з'являлась передача з якогось іншого міста. Такі явища спостерігаються в роки найбільшої активності Сонця. Проте у звичайних умовах далекі станції УКХ не створюють завад.

Атмосферні і промислові завади при частотній модуляції можна «відрізати», застосувавши двостороннє обмеження. Такий метод дає змогу майже цілком позбутися заважаючих сигналів, за умови, що амплітуда завади менша від амплітуди корисного сигналу.

Цим і пояснюється швидке зростання популярності мовлення на УКХ діапазоні. До того ж тут можлива і передача стереофонічних програм.

Проте реалізувати всі ці переваги ЧМ мовлення на УКХ діапазоні нелегко, бо мовні приймачі УКХ мають низьку стабільність частоти гетеродина. Доводиться багато разів вручну підстроювати приймач, що значно знижує його експлуатаційні якості. Пошуки розв'язання цієї проблеми привели до створення приймача з автоматичним підстроюванням частоти (рис. 14)). При самочинному відході частоти гетеродина Δf_i , проміжна частота приймача, крім швидких змін, властивих взагалі частотній модуляції, зазнаватиме й повільних змін. В результаті на виході частотного детектора ЧД з'явиться напруга $U = K_d \Delta f$, величина якої пропорційна відхиленню частоти вхідного сигналу детектора від проміжної. Ввівши після частотного детектора спеціальний фільтр Φ , який реагує тільки на повільні зміни проміжної частоти, можна виділити напругу, викликану відходом частоти гетеродина. Ця напруга подається далі на керований гетеродин $КГ$, який змінює свою частоту на величину Δf_k , що має протилежний знак Δf_r . В результаті відбувається часткова компенсація самочинного відходу частоти гетеродина.

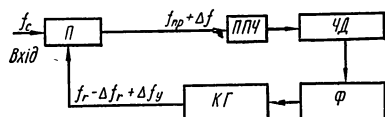


Рис. 14. До пояснення принципу роботи приймача УКХ з автоматичним підстроюванням частоти: П — перетворювач; ППЧ — підсилювач проміжної частоти.

Як керуючий елемент можна використати варикап, ввівши його в коливальний контур гетеродина замість конденсатора. Варикап застосовують і для електронного настроювання приймача, вводячи його в коливальний контур замість конденсатора змінної ємності. Змінюючи постійну напругу на варикапі, змінюють його ємність, а значить, і резонансну частоту контура.

УКХ приймач з фіксованою настройкою. В усіх містах нашої країни УКХ ЧМ мовлення ведеться по 2—3 програмах. Виняток становить лише Москва, де є чотири програми на УКХ. Тому немає рації будувати приймач УКХ з плавним настроюванням для приймання мовних станцій. Якщо в приймачі передбачене автоматичне підстроювання частоти гетеродина, то приймач можна виконати з фіксованою настройкою на мовні ЧМ станції (рис. 15). У такому приймачі буде досить п'яти-шести фіксованих настройок на станції, що цілком забезпечить приймання нових, тільки введених у дію станцій УКХ, а також приймання на складну антену кореспондентів, які перебувають далеко і ведуть передачу на УКХ. Фіксована настройка в поєднанні з автоматичним підстроюванням частоти значно спрощує керування приймачем.

Якщо автоматичне підстроювання частоти провадити не тільки за постійною, а й за змінною складовою, то можна зменшити результуючу девіацію проміжної частоти, що дає змогу звузити смугу пропускання фільтрів ПЧ, підвищивши тим самим завадостійкість приймача. Крім того, при автоматичному підстроюванні частоти гетеродина за змінною складовою сигналу з'являється можливість роботи тільки на лінійній ділянці характеристики дискримінатора, що значно знижує нелінійні спотворення і, таким чином, поліпшує якість відтворення.

Цей приймач розрахований на приймання УКХ ЧМ програм у діапазоні частот від 65 до 75 Мгц. Вихідна напруга при стандартній девіації $\Delta f = 50$ кгц на верхній частоті 3,15 в і на нижній — 1,05 в. Нелінійні спотворення демодульованого сигналу при максимальній девіації 75 кгц і вхідному сигналі 100 мкв на верхній частоті діапазону не перевищують 2,1%, на нижчих частотах — 1,5%.

Фіксована настройка дає змогу швидко і зручно перестроювати приймач із станції на станцію, причому це перестроювання може здійснюватися дистанційно. У цьому приймачі смугу пропускання залишено такою ж, як у звичайному приймачі УКХ, що значно полегшило настроювання підсилювача і дало змогу застосувати стандартні ФПЧ. Для підвищення стійкості ПВЧ використовується часткове ввімкнення вхідного й анодного контурів. Це дало змогу підвищити вибірність по дзеркальному каналу, з яким збігається сигнал третьої телевізійної програми.

Коливальні контури ПВЧ і контур гетеродина перестроюються за допомогою варикапів D_2 , D_3 і D_4 . Керуюча напруга на ці варикапи подається через резистори R_5 , R_7 і R_8 від потенціометрів плавної або фіксованої настройки R_{29} — R_{35} . Керуюча напруга утворюється

при поділі цими потенціометрами опорної напруги, джерелом якої є стабілітрон D_1 з напругою стабілізації близько 75 в. Можна використати і газорозрядний стабілітрон з такою самою номінальною напругою типу СГІС. Ланцюжок $R_2C_3C_4$ подавляє флюктуації опорної напруги, які можуть модулювати частоту гетеродина. Для підвищення стабільності частоти гетеродина також живиться стабілізованою напругою. Зв'язок гетеродина з перетворювачем частоти — емнісний і легко регулюється при настроюванні конденсатором C_9 .

Підсилювач проміжної частоти складається із стандартних одноконтурних фільтрів. Частотний детектор складений також

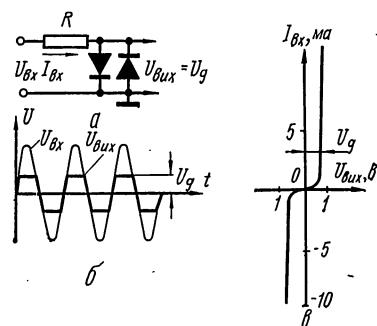


Рис. 16. До пояснення принципу роботи двостороннього обмежувача, складеного на діодах.

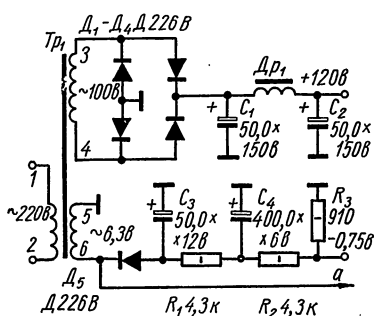


Рис. 17. Принципова схема блока живлення приймача УКХ.

на стандартному фільтрі. В даному разі застосовано не дробовий детектор, а дискримінатор, який простіший у настроюванні і менш критичний до вибору діодів. Велика чутливість дискримінатора до амплітудної модуляції компенсується двостороннім обмежувачем, складеним на діодах (рис. 16, а). Перевага такого обмежувача полягає в простоті і добрій симетричності, завдяки чому практично при будь-якому рівні вхідного сигналу до дискримінатора підводиться постійна за амплітудою напруга 0,7—1 в (рис. 16, б), що визначається лише характеристиками застосовуваних кремнієвих діодів (рис. 16, в). Вихідна напруга постійна, а це дає змогу обійтися без АРП.

Приймач має два виходи. Сигнал з першого виходу подається на вхід стереодекодера в разі приймання стереопрограми. Сигнал з другого виходу після додаткової фільтрації фільтром $R_{28}C_{35}$ із стандартною сталою часу 50 мксек підводиться до ПНЧ. Постійна складова сигналу, пропорційна розстройці, виділяється фільтром $R_{24}C_{33}$ і через резистор R_{25} подається на варикап гетеродина. Частина змінної складової сигналу з подільника $R_{26}R_{27}$ через конденсатор C_{31} також подається на варикап гетеродина.

Випрямляч для живлення приймача може бути складений за будь-якою стандартною схемою. Він повинен давати постійну на-

пругу 100—120 в при струмі 80—60 ма. Можна скористатися схемою, зображеною на рис. 17.

Силовий трансформатор виконаний на осерді Ш24 × 30, його сіткова обмотка містить 1600 витків з проводу марки ПЭЛ діаметром 0,3 мм, понижувальна — 840 витків з проводу марки ПЭЛ діаметром 0,2 мм, а розжарна — 51 виток з проводу марки ПЭЛ діаметром 0,8 мм. Дросель фільтра намотаний на осерді Ш12 × 30. Обмотка його містить 1200 витків з проводу марки ПЭЛ 0,13.

Для поділу каскадів по високій частоті і виключення збудження анодна і розжарна напруги подаються через LC-фільтри (див. рис. 15).

Досвід показує, що конструкція шасі і монтаж багато в чому визначають якість та надійність роботи приймача. Приймач монтується на вузькому прямокутному шасі, всі лампи розміщують у лінійку, лампові панельки екранують. Шасі виготовляють з білої жерсті, заземлення роблять безпосередньо біля лампових панельок. Між каскадами встановлюють перегородки, які зменшують зв'язок між каскадами і роблять шасі міцнішим. Перегородки проходять по середині лампових панельок, ділячи їх на дві частини: сіткову й анодну. Один з виводів розжарення і центральний кріпильний вивід панельки припаяні прямо до перегородки. Перегородку над лампою 6Ф1П можна не робити.

Якщо у радіолюбителя немає потрібного листа жерсті розміром 150 × 430 мм, то шасі можна зробити з будь-якого іншого матеріалу: тонкої латуні, оцинкованого заліза, алюмінію. До шасі з оцинкованого заліза і латуні припаювати деталі слід потужнішим паяльником (90 вт) і як флюс використовувати не каніфоль, а розчин хлористого цинку, трохи змочуючи ним потрібне місце шасі перед паянням. Алюмінієве шасі виготовляють так само, але вздовж нього зверху і знизу прокладають смужки жерсті завширшки приблизно 2 см і припаюють до них усі деталі каскадів.

Дроселі анодних і розжарних розв'язуючих фільтрів намотані на резисторах типу ВС потужністю 1—2 вт (понад 1 ком). Розжарні дроселі Dr_5 — Dr_8 намотані проводом марки ПЭВ діаметром 0,71 мм в один шар до заповнення каркаса, анодні Dr_1 — Dr_4 — проводом марки ПЭВ діаметром 0,2 мм. Конденсатори фільтрів розміщені всередині шасі і припаяні безпосередньо до виводів екранних сіток та розжарних виводів ламп. Можна використати контури ФПЧ на частоту 6,5 Мгц від телевізора «Старт», які дають змогу знімати екран, не випаюючи весь контур. Виводи екранів ФПЧ припаюють до шасі. Вирізи в шасі для цих фільтрів показані на ескізному кресленні розмітки шасі приймача (рис. 18).

Котушки вхідного анодного і гетеродинного контурів L_1 , L_2 і L_3 намотані на каркасах високочастотних контурів телевізора «КВН-49» мідним посрібленим проводом діаметром 0,5 мм. Діаметр каркаса 9 мм, крок намотки 1,5 мм, осердя латунне. Котушка вхідного контура має 7 витків, відводи (знизу за схемою) від 0,5 і 2 витків. Котушка анодного контура L_2 має також 7 витків, відвід од 2,5 витка.

Котушка гетеродинного контура має 6 витків, відвід од 2 витків. Для цих контурів можна застосовувати будь-які інші котушки, треба лише, щоб індуктивність L_1 і L_2 дорівнювала $0,25 \text{ мкГн}$, а індуктивність L_3 — $0,22 \text{ мкГн}$. Якщо немає ламп 6Ж9П і 6Ж4П, можна застосувати відповідно лампи 6Ж5П, 6К4П і 6Ж1П.

Настроювати приймач починають з дискримінатора. Порядок настроювання такий: на керуючу сітку лампи L_5 (діоди D_5 і D_6) подають від генератора стандартних сигналів (ГСС-6, ГЧ-3, ГЧ-42) синусоїдний сигнал напругою $0,1 \text{ в}$ частотою $6,5 \text{ МГц}$. До виходу 1 (див. рис. 15) приєднують вольтметр постійного струму з вхідним опором не менше 100 ком . Обертаючи осердя котушки L_9 , добивають-

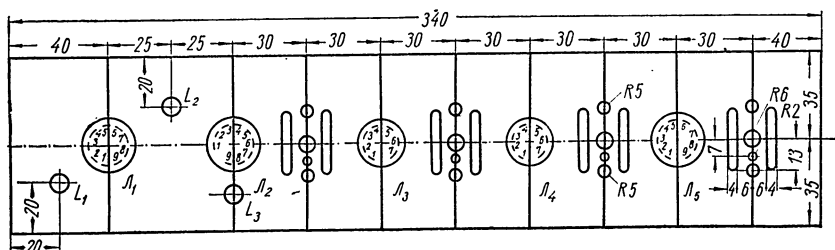


Рис. 18. Розмітка шасі приймача:

висота 40 мм .

ся, щоб вихідна напруга дорівнювала нулю. Потім, змінюючи в обидва боки частоту генератора, перевіряють симетричність характеристики дискримінатора. В разі нерівності максимальних значень позитивної і негативної вітки, обертаючи осердя котушки L_7 , добиваються повної симетричності кривої.

Настроювання ППЧ починають з останнього каскаду. На керуючу сітку лампи L_4 подають напругу частотою $6,5 \text{ МГц}$. Ламповий вольтметр змінного струму приєднують до анода лампи L_5 . Контур L_7C_{26} шунтують резистором опором 1 ком . Обертаючи осердя котушки L_6 , добиваються максимального показу вольтметра. Амплітуда напруги генератора $6,5 \text{ МГц}$ повинна бути такою, щоб напруга на аноді лампи L_5 не перевищувала 5 в . Далі для настроювання решти контурів ПЧ (L_5C_{20} і L_4C_{16}) напругу генератора $6,5 \text{ МГц}$ подають спочатку на першу сітку лампи L_3 , а потім на керуючу сітку пентодної частини L_2 . При цьому кожного разу відповідно зменшують амплітуду коливань.

Настроївши ППЧ, ще раз перевіряють симетричність характеристики дискримінатора кривої при малому (близько 10 мкв) і великому (1 мв) сигналі частотою $6,5 \text{ МГц}$ на вході перетворювальної лампи L_2 . Якщо при сильному сигналі характеристика дискримінатора стає дуже несиметричною, то добиваються діоди D_5 і D_6 з однаковими характеристиками.

При настроюванні ПВЧ треба зірвати коливання гетеродина, для чого досить зняти напругу живлення з анода тріодної частини

лампи L_2 . Послідовно з контуром L_4C_{16} вмикають резистор опором 1 ком і приєднують до анода змішувача ламповий вольтметр змінного струму. Котушку L_1 від'єднують від першої сітки лампи L_1 і на цю сітку подають безпосередньо напругу з частотою 65 Мгц від сигнал-генератора УКХ. Далі потенціометр плавного настроювання R_{29} ставлять у таке положення, при якому на варикапи подається мінімальна напруга (10—15 в). Обертаючи латунне осердя котушки L_2 , добиваються максимального показу лампового вольтметра. Потім перестроюють сигнал-генератор на частоту 74 Мгц, яка відповідає кінцю діапазону УКХ. Повзун потенціометра R_{29} переводять у положення, що відповідає максимальній напрузі (50—60 в). Добирають таку ємність конденсатора C_5 , щоб максимальне значення підсилення дістати на частоті 74 Мгц. Якщо при цьому довелося дуже змінити ємність конденсатора C_5 , то підстроювання на початку і в кінці діапазону повторюють. Вхідний контур L_1C_1 настроюють аналогічним способом. При цьому напругу сигнал-генератора (0,1 в) подають на антенний вхід. Контур L_2C_5 треба зашунтувати резистором опором 1 ком.

Якщо в розпорядженні радіолюбителя є генератор хитної частоти, то настроювання дискримінатора, ППЧ і ПВЧ значно полегшується, але його послідовність залишається та сама.

Для настроювання гетеродина треба відновити його анодне живлення, вимкнути автоматичне підстроювання частоти, замкнути накоротко конденсатор C_{33} і від'єднати один кінець резистора R_{26} . Потім до виходу приймача приєднують вольтметр постійного струму, а на антенний вхід подають напругу сигнал-генератора (500 мкв). Потенціометр R_{29} ставлять у положення мінімальної напруги. Змінюючи частоту сигнал-генератора, визначають частоту, яка відповідає нулю характеристики дискримінатора. Якщо ця частота менша від 65 Мгц, то, вкручуючи латунне осердя котушки L_3 , підвищують її до 65 Мгц. Верхній кінець діапазону встановлюють, змінюючи ємність конденсатора C_{10} . Після цього відновлюють коло автоматичного підстроювання частоти і на цьому закінчують настроювання приймача.

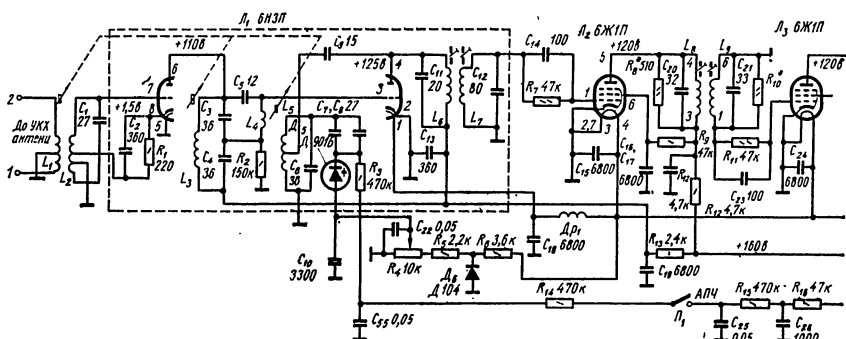
Якщо немає генератора сигналів УКХ, то можна настроїти ПВЧ і гетеродин безпосередньо по станціях. Для цього треба знати частоти місцевих радіостанцій УКХ. Вмикаючи антену, настроюють спочатку гетеродин, починаючи з нижнього кінця діапазону, потім підстроюють контури ПВЧ, поступово зменшуючи довжину проводу, який служить антеною.

ПРИЙМАЧ З БЛОКОМ УКХ-И

Конструкцію приймача УКХ можна спростити, використавши на його вході стандартний блок УКХ, який встановлюють в усіх промислових радіоприймачах, що мають цей діапазон. Принципову схему такого приймача зображено на рис. 19. В уніфікованому

блоці УКХ-И використовується одна лампа — подвійний тріод 6НЗП. Ліва (за схемою) половина лампи Λ_1 працює підсилювачем високої частоти, права — односітковим перетворювачем частоти.

У цьому приймачі настроювання на станції плавне. Воно здійснюється строєним блоком змінної індуктивності L_2 L_3 L_5 . Для автоматичного підстроювання частоти застосовується постійна складова напруги, яка подається на варикап D_5 , ввімкнутий паралельно контуру гетеродина. Керуюча напруга на варикап подається через RC-фільтр і вимикач Π_1 . Початкову опорну напругу на варикапі



автоматичного підстроювання встановлюють потенціометром R_4 . Джерелом опорної напруги є постійна напруга розжарення, стабілізована в межах 1,2—1,5 в кремнієвим діодом D_6 .

Сигнал з антени надходить на обмотку L_1 котушки зв'язку з антеною. З котушкою L_1 індуктивно зв'язана обмотка котушки L_2 вхідного контура L_2C_1 . Вхідний контур настроюють у резонанс із сигналом вибраної станції переміщенням латунного осердя всередині котушки L_2 . Напруга сигналу з вхідного контура надходить на керуючу сітку лівої половини лампи Λ_1 , що працює підсилювачем високої частоти.

Анодним навантаженням цієї лампи є контур $L_3C_3C_4$, який настроюють переміщенням осердя в котушці L_3 . З ємнісного подільника C_3C_4 підсилений сигнал надходить на котушку L_4 , що служить для зв'язку з гетеродином.

Гетеродин складений за схемою індуктивної триточки. Основний контур гетеродина L_5C_6 ввімкнутий між анодом і катодом гетеродина правої половини лампи Λ_1 . Обмотка котушки L_4 є одночасно і обмоткою зворотного зв'язку, необхідною для збудження коливань гетеродина. На керуючу сітку першої половини лампи Λ_1 з обмотки котушки L_4 надходять одночасно напруга сигналу і напруга гетеродина. В результаті перетворення цих двох коливань в анодному колі цієї половини лампи виникає різницева частота, що дорівнює стандартній проміжній частоті 6,5 Мгц. Перестроювання контура гетеродина здійснюється також латунним осердям блока настроювання.

Живлення приймача здійснюється від випрямляча, який використовується для приймача УКХ з фіксованою настройкою, але до нього треба додати випрямляч напруги розжарення.

Режими роботи ламп приймача вказані на принциповій схемі (рис. 19), а дані щодо намотки котушок наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Позначення на схемі (рис. 19)	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм	Позначення на схемі (рис. 19)	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм
L_1	4	ПЭЛ 0,31	L_9	52	ПЭЛ 0,15
L_2	7	ПЛМ 0,8	L_{10}	52	ПЭЛ 0,15
L_3	7	ПЛМ 0,8	L_{11}	52	ПЭЛ 0,15
L_4	2	ПЭЛ 0,31	L_{12}	50	ПЭЛШКО 0,12
L_5	7	ПЛМ 0,8	L_{13}	19×2	ПЭЛШКО 0,12
L_6	35	ПЭЛ 0,15	L_{14}	10,5	ПЭЛШКО 0,12
L_7	22	ПЭЛ 0,18	Dr_1	25	ПЭВ-2 0,62
L_8	52	ПЭЛ 0,15			

П р и м і т к и: 1. Індуктивність котушки L_4 — 231,5 мкГн, а котушки L_7 — 80,8 мкГн.
 2. Осердя котушок L_2 , L_3 і L_5 — латунне; котушок L_6 — L_{14} — типу СЦР-1 на каркасі діаметром 7,5 мм.
 3. Осердя дроселя Dr_1 з карбонільного заліза діаметром 10 мм і довжиною 25 мм.

Котушки ФПЧ використані від тракту підсилення ПЧ звукового супроводу телевізорів «Рубин» або «Темп». Приймач перекриває діапазон частот від 63,5 до 75 МГц при середній чутливості по діапазону не гірше 10—15 мкВ. Ширина смуги пропускання 150—160 кГц. Ослаблення по дзеркальному каналу 26 дБ. Приймач складений на металевому шасі розмірами 320 × 160 × 40 мм. Розміри передньої стінки 445 × 130 мм. Передня панель з дюралюмінію фанерована і вкрита лаком.

ПРИЙМАЧ УКХ ТРАНЗИСТОРНИЙ

Більшість приймачів УКХ досі виконуються на лампах, що зумовлює їх значні недоліки: тривалий прогрів після ввімкнення, відхід частоти, гетеродина, малу економічність тощо. Це пояснюється, зокрема, тим, що в приймачах УКХ застосовується висока (6,5 МГц), проміжна частота, на якій транзистори не можуть забезпечити достатнього підсилення. Тому в транзисторному приймачі УКХ доцільно знизити проміжну частоту до 100—200 кГц. Сигнал такої частоти легко підсилюється транзисторним підсилювачем з резистивним навантаженням, настроювання на станцію провадиться за допомогою варикапів, гетеродина має автоматичне підстроювання частоти. Напругу на варикапах можна змінювати стрибками, що дало змогу перейти на фіксовану настройку без застосування конденсатора змінної ємності і верньєрного пристрою.

Принципову схему приймача УКХ на транзисторах зображено на рис. 20. Високочастотний сигнал, що надходить на вхід приймача, підсилюється одним каскадом ПВЧ, складеним за каскадною схемою на транзисторах T_1 і T_2 . Вхідний контур L_1C_1 не перестроюється по діапазону і має широку смугу пропускання. Контур L_2C_4 у колекторному колі транзистора T_2 перестроюється варикапом D_1 , ємність якого змінюється залежно від величини напруги, що надходить на нього з перемикача P_1 через резистор R_7 .

Гетеродин виконаний на транзисторі T_4 за схемою індуктивної триточки і перестроюється по діапазону варикапом D_3 . Котушка контура гетеродина L_5 має індуктивний зв'язок з котушкою L_2 контура ПВЧ, в результаті чого на цей контур, крім напруги сигналу, надходить і напруга гетеродина. Далі сумарна напруга сигналу і гетеродина подається на змішувач, виконаний на діоді D_2 . Тут виділяється сигнал різницевої проміжної частоти, який через емітерний повторювач, складений на транзисторі T_3 , надходить на фільтр нижніх частот (ФНЧ) $L_3C_9L_4$, що виконує функції ФПЧ. Емітерний повторювач служить для узгодження великого вихідного опору змішувача D_2 і малого вхідного опору фільтра. Фільтр пропускає частоти від 0 до 250 кГц. Якщо різниця між частотами сигналу і гетеродина лежить у цих межах, то на вхід транзистора T_5 надходить сигнал проміжної частоти.

Чотирикаскадний ППЧ складений на транзисторах T_5 — T_8 . Перед останнім його каскадом ввімкнено двосторонній діодний обмежувач D_4 , D_5 . Після обмеження коливання проміжної частоти прямокутної форми підсилюються транзистором T_8 і надходять на частотний детектор, що працює за принципом ємнісного лічильника.

Частотне детектування здійснюється первинною обмоткою диференціюючого трансформатора Tr_1 , резистором R_{28} , транзистором T_9 , діодом D_8 і ланцюжком $R_{29}C_{23}$. У первинній обмотці трансформатора Tr_1 прямокутні коливання диференціюються, тобто перетворюються в послідовність коротких імпульсів позитивної і негативної полярності тривалістю близько 2 мксек. Імпульси позитивної полярності через резистор R_{28} проходять на діод D_8 і в дальшому не використовуються. Імпульси негативної полярності через резистор R_{28} надходять на емітер транзистора T_9 і спричиняють появу імпульсів колекторного струму, який заряджає конденсатор C_{23} . Чим вища частота модуляції, тим частіше йдуть імпульси і тим більша напруга на конденсаторі C_{23} , і навпаки, тобто напруга на конденсаторі C_{23} буде промодульована напругою звукової частоти. Розряджається конденсатор C_{23} через резистор R_{20} , який одночасно є регулятором гучності.

З регулятора гучності напруга звукової частоти через емітерний повторювач, складений на транзисторі T_{10} , надходить на вихід блока УКХ і далі може бути подана на вхід будь-якого ПНЧ.

В описаному радіоприймачі передбачене автопідстроювання частоти гетеродина для запобігання самочинному відходу від частоти гетеродина і розстройці приймача. Річ у тому, що при такій низькій

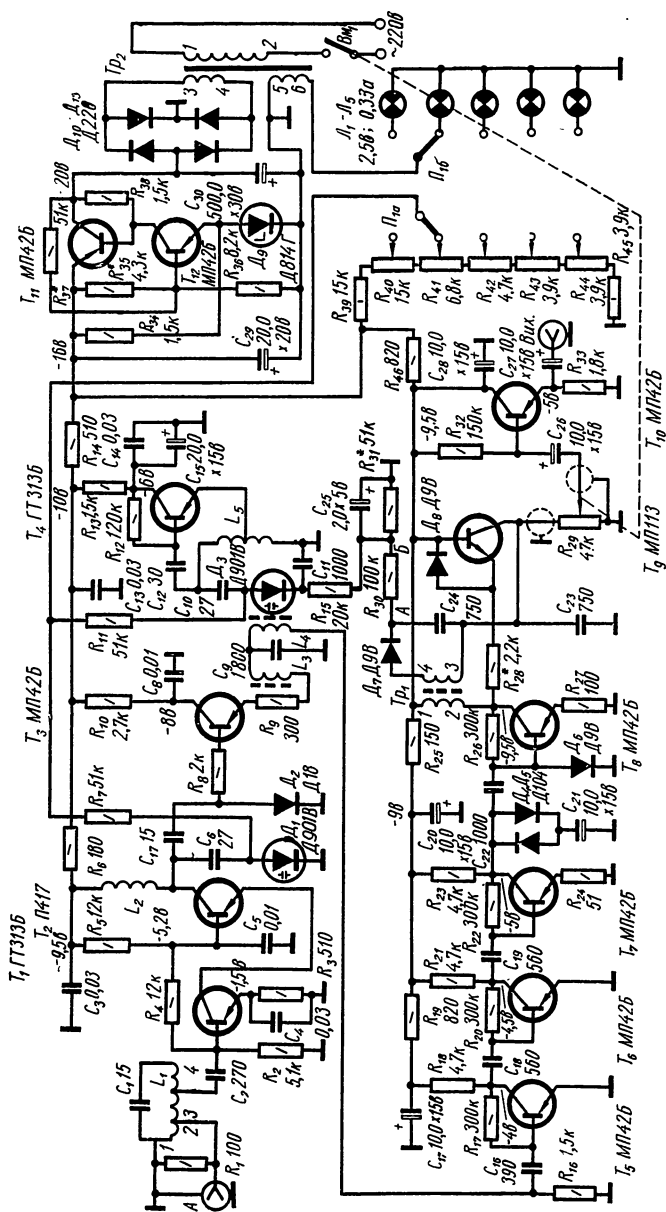


Рис. 20. Принципова схема приймача УКХ на транзисторах.

проміжній частоті, яка використовується в цьому приймачі, кожна станція прийматиметься двічі: коли частота гетеродина вища від частоти сигналу і коли вона нижча від неї, тобто по основному і дзеркальному каналах. Запровадження автоматичного підстроювання частоти дає змогу виключити приймання по дзеркальному каналу. Для доброї роботи системи автоматичного підстроювання частоти при номінальному значенні проміжної частоти (так само, як і при відсутності сигналу) зручно мати нульову напругу на виході частотного детектора. Цього вдається добитись компенсацією напруги негативної полярності на конденсаторі C_{23} напругою позитивної полярності, яка надходить з діода D_7 на конденсатор C_{24} . Отже, сумарна напруга на конденсаторах C_{23} і C_{24} (точка A на схемі) при номінальному значенні проміжної частоти дорівнюватиме нулю. Через фільтр $R_{30}R_{31}C_{25}$ напруга автоматичного підстроювання частоти подається на варикап D_8 , який є елементом настроювання контура гетеродина.

Приймач може бути настроєний на одну з п'яти радіостанцій за допомогою перемикача P_1 , що перемикає потенціометри R_{40} — R_{44} . Напруга, яка знімається з потенціометрів, подається на варикапи D_1 і D_3 через резистори R_7 і R_{11} .

Випрямляч виконаний за двопівперіодною схемою на діодах D_{10} — D_{13} , а стабілізатор напруги живлення — на транзисторах T_{11} і T_{12} та стабілітроні D_9 .

Всі деталі блока УКХ змонтовані на одній друкованій платі, розміщеній у дюралюмінієвому корпусі, габаритні розміри якого $250 \times 160 \times 70$ мм. На передню панель виведено ручки регулятора гучності з вимикачем мережі і перемикача програм. Над ними укріплено планку з органічного скла, підсвічувану індикаторними лампами. На задню стінку виведено роз'єкти для ввімкнення антени і зовнішнього ПНЧ, а також ручки потенціометрів R_{40} — R_{44} . Силовий трансформатор Tr_2 виконаний на осерді з пластин Ш16, товщина набору 29 мм. Обмотка 1—2 містить 1700 витків з проводу марки ПЭЛ діаметром 0,1 мм, обмотка 3—4 — 130 витків з проводу марки ПЭЛ діаметром 0,21 мм і обмотка 5—6 — 20 витків з проводу марки ПЭЛ діаметром 0,35 мм. Дані щодо намотки високочастотних котушок і диференціюючого трансформатора наведено в табл. 6.

Таблиця 6

Позначення на схемі	Кількість витків	Провід	Діаметр осердя, мм	Намотка	
				Тип	Крок, мм
L_1	1+5+2	ПЭЛ 0,6	6	Безкаркасна	1
L_2	7	ПЭЛ 0,6	6	Безкаркасна	1
L_3, L_4	50	ПЭЛШО 0,25	10	—	—
L_5	5+3	ПЭЛ 0,6	6	Безкаркасна	1
Tr_1	45+45	ПЭЛШО 0,25	10	—	—

Примітка. Осердя котушок L_3 і L_4 і трансформатора Tr_1 довжиною 6 мм виконане з фериту 600НН.

Настроювання блока слід починати з ПВЧ і найкраще за допомогою генератора хитної частоти. Сигнал з генератора слід подати на вхід блока УКХ, а з конденсатора C_9 — на вхід осцилографа. На екрані осцилографа при цьому повинна з'явитися резонансна крива (частотна характеристика ПВЧ). При зміні напруги, яка подається на варикап D_1 через резистор R_7 , у межах від 1,5 до 12 в резонансна крива повинна переміститися по діапазону від 65 до 73 Мгц. Середину діапазону встановлюють, змінюючи індуктивність котушки L_2 (стискаючи або розсуваючи її витки). Якщо перекриття по діапазону мале, то слід збільшити ємність конденсатора C_6 , а якщо велике — зменшити її.

Під час настроювання підсилювача ВЧ живлення гетеродина (транзистор T_4) повинно бути вимкнуте, для чого досить відпаяти від джерела живлення резистор R_{13} . При відновленні кола живлення гетеродина на резонансній кривій ПВЧ з'явиться мітка частоти гетеродина і ординати її зменшаться.

Контур гетеродина настроюють аналогічно контурові ПВЧ, але при цьому треба вимкнути кола автоматичного підстроювання частоти, заземливши, наприклад, точку B (рис. 20). У правильно настроєному блоці УКХ мітка гетеродина повинна весь час бути в середині резонансної кривої ППЧ і переміщуватись по діапазону на екрані осцилографа разом з нею.

Для перевірки роботи частотного детектора на вхід ПВЧ подають сигнал частотою 100—250 кгц (1—10 мв) і ламповим вольтметром заміряють напругу на конденсаторі C_{23} . Ця напруга повинна бути негативною і змінюватись пропорційно зміні частоти на вході блока УКХ. Опір резистора R_{28} добирають таким, щоб при частоті сигналу 250 кгц напруга на конденсаторі C_{23} не перевищувала 6 в. Потім перевіряють напругу в точці A (рис. 20). При частоті сигналу 120—140 кгц вона повинна дорівнювати нулю, при вищій частоті — негативній полярності, а при нижчій — позитивній. Після цього можна ввімкнути автоматичне підстроювання частоти гетеродина. Якщо воно заважатиме перестроюванню приймача із станції на станцію, то слід підібрати величину опору резистора R_{31} так, щоб зменшити дію автоматичного підстроювання.

Номінальні значення опорів резисторів R_{31} — R_{45} вказані для частот, що найчастіше зустрічаються на УКХ. У різних екземплярах блока УКХ вони можуть відрізнятися навіть для одних і тих самих станцій.

При експлуатації описаних приймачів УКХ* було виявлено, що приймання УКХ можливе з дуже високою якістю, доброю стабільністю частоти і жорсткістю фіксованої настройки. Такі приймачі можна з успіхом використовувати для приймання стереопрограм, приєднавши до них стереодекодер, як це зроблено в приймачі з блоком УКХ-И.

* Сконструйовані В. Губарчуком, В. Псурцевим, С. Воробйовим, Р. Терентьевим.

Починаючи з 1960 р. в деяких містах нашої країни проводяться дослідні передачі стереофонічних програм. Хоч значного розвитку стереофонія у нас ще не набула, але радіолюбители широко використовують стереофонічну апаратуру (підсилювачі, програвачі і радіоприймачі, що мають діапазон УКХ та полярний детектор), виготовляючи її, як правило, самостійно. Увазі читачів пропонується конструкція радіоприймача, сконструйованого В. Хмарцевим.

Приймач можуть виготовити тільки радіолюбители високої кваліфікації. Складність його схеми окупається якістю роботи.

Принципову схему приймача зображено на рис. 21. Всього в приймачі використано 25 транзисторів і 19 напівпровідникових діодів. Він приймає сигнали радіостанцій в усіх мовних діапазонах (довгохвильовому, середньохвильовому і трьох короткохвильових).

Крім того, є можливість приймання УКХ ЧМ мовлення в діапазоні 4,56—4,11 м. У цьому діапазоні приймач має наскрізний стереофонічний тракт, який дає змогу здійснювати приймання стереомовлення. У стаціонарному режимі до приймача можна приєднати високоякісний ПНЧ з добрим акустичним агрегатом, що дасть змогу слухати стереофонічні передачі. При бажанні кількість діапазонів КХ можна збільшити до 5—6, розширивши діапазон у бік його короткохвильової частини.

Чутливість приймача при вихідній потужності 50 мвт і співвідношенні сигнал/шум 20 дБ на всіх короткохвильових діапазонах 10—15 мкв, на середньохвильовому і довгохвильовому — 1 мв. На діапазоні УКХ чутливість, виміряна при співвідношенні сигнал/шум 26 дБ, становить 5 мкв.

Вибірність по сусідньому каналу тракту АМ близько 60 дБ. Усереднена крутість скатів резонансної характеристики тракту ЧМ 0,25 дБ/кГц. Вибірність по дзеркальному каналу не менше 30 дБ. Проміжна частота тракту АМ 465 кГц, тракту ЧМ — 6,8 МГц. Смуга пропускання частот у тракті АМ по проміжній частоті 9 кГц, по ПЧ тракту УКХ ЧМ — 200 кГц. Підсилене автоматичне регулювання в тракті АМ дає змогу при зміні напруги на вході приймача на 60 дБ дістати зміну напруги на його виході на 8 дБ.

У діапазоні УКХ приймач має автоматичне підстроювання частоти з коефіцієнтом підстроювання 5—8. Смуга відтворюваних звукових частот при прийманні сигналів АМ у положенні «Далеке приймання» — 100—4 500 Гц, а в положенні «Місцеве приймання» — 100—7000 Гц. При прийманні сигналів ЧМ смуга відтворення низьких частот становить 100—12000 Гц, чутливість з гнізд звукознімача — 250 мВ при входному опорі 500 ком. Підсилювач низької частоти має вхід для приєднання звукознімача при програванні стереофонічних пластинок.

Вихідний каскад ПНЧ може працювати у двох режимах — з вихідною потужністю 2 і 0,7 Вт. Живиться приймач від восьми елемен-

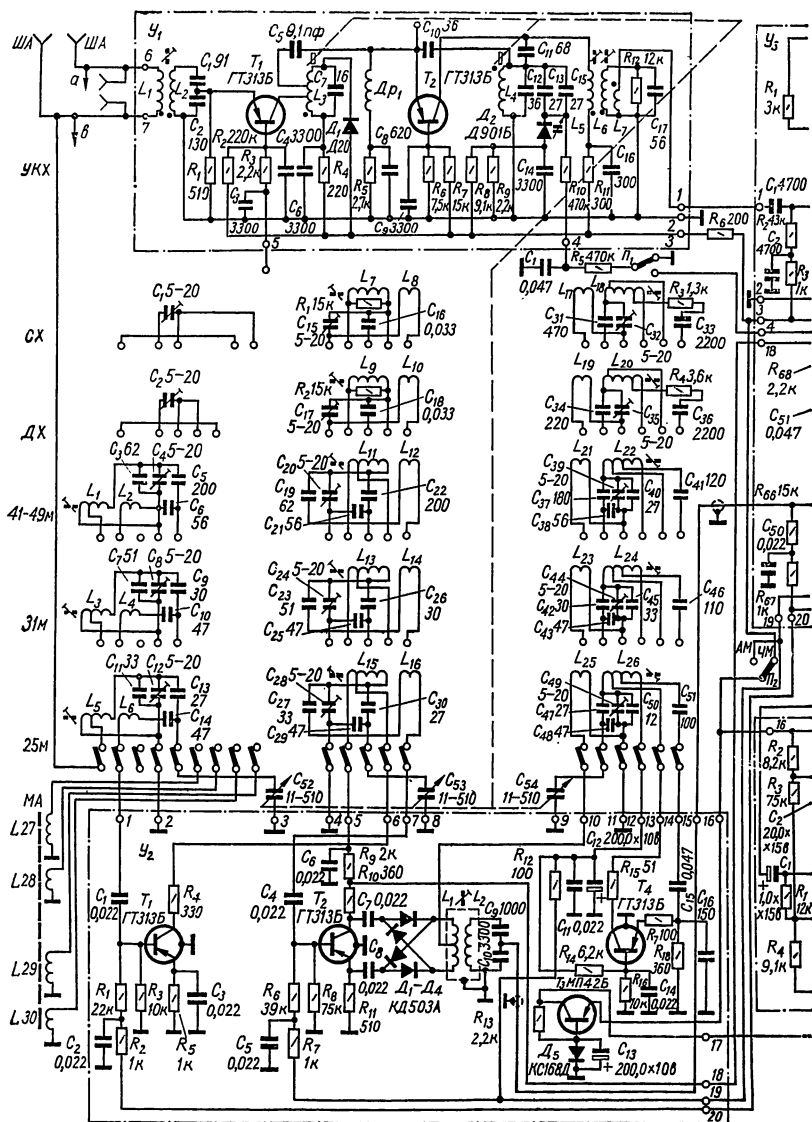


Рис. 21. Принципова схема

тів типу «Марс» або від автомобільного акумулятора напругою 12 в. Габаритні розміри приймача $365 \times 224 \times 120$ мм. Вага 4,3 кг.

Приймач має роздільні тракти підсилення АМ і ЧМ, що дає змогу вибрати оптимальний варіант побудови кожного з них. Крім того, така побудова виключає комутацію при переході з приймання сигналів АМ на приймання сигналів ЧМ і навпаки і дає змогу підвищити надійність роботи приймача.

Блок УКХ ($У_1$) складений за стандартною схемою уніфікованого блока УКХ на транзисторах, подібного до того, який використано в радіоприймачі «Рига-103», що його серійно випускає промисловість. Транзистор T_1 цього блока працює в підсилювачі високої частоти. При великому входньому сигналі відбувається його обмеження по максимуму за допомогою діода D_1 . Транзистор T_2 використовується в каскаді перетворювача частоти. Навантаженням перетворювача є смуговий фільтр, з виходу якого сигнал проміжної частоти подається на ППЧ для дальшого підсилення. Автоматичне підстроювання частоти гетеродина працює на діоді D_2 .

Блок $У_2$ застосовано від приймача «Сокол».

Блок $У_3$ — підсилювач проміжної частоти тракту ЧМ — складений на транзисторах T_1 — T_4 . Навантаженням кожного каскаду є смугові фільтри із зовнішнім емнісним зв'язком. Для узгодження вихідного опору ФПЧ з малим входнім опором транзистора використано емнісні подільники, що вмикаються паралельно вторинному контуру фільтра. Частотний детектор тракту ЧМ складений на діодах D_1 , D_2 . Для приймання стереопрограм використовується полярний стереодетектор, складений на транзисторах T_5 , T_6 , які є також у блоці $У_3$.

Підсилювач високої частоти тракту АМ складений на транзисторі T_1 блока $У_2$. Підсилений сигнал надходить на фазоінвертор, складений на транзисторі T_2 . З навантажень цього каскаду, що стоять в емітері і колекторі транзистора фазоінвертора, знімаються сигнали, зсунуті за фазою на 180° один щодо одного. Ці сигнали подаються на перетворювач частоти, складений за схемою кільцевого балансного модулятора на діодах D_1 — D_4 . Крім напруги сигналу, на модулятор подається напруга з частотою гетеродина, складеного на транзисторі T_4 .

Вибір перетворювача частоти, складеного за схемою кільцевого балансного модулятора, пояснюється тим, що такий перетворювач відрізняється від звичайного транзисторного здатністю подавляти різні інтерференційні частоти, що поліпшує якість приймання, особливо в діапазонах КХ, а також малим рівнем перехресних спотворень. Однак такий перетворювач має основний недолік, який полягає в тому, що для його нормальної роботи потрібна відносно висока напруга гетеродина (1 в). При цьому кільцевий балансний модулятор працює найефективніше, добре подавляє перехресну модуляцію і забезпечує максимальний коефіцієнт передачі. Сигнал АМ проміжної частоти виділяється в контурі $L_2C_9C_{10}$ блока $У_2$ і надходить для дальшого підсилення в блок $У_3$ в тракт підсилення

АМ ПЧ. Підсилювач проміжної частоти амплітудномодульованих сигналів складений на транзисторах T_7 — T_9 .

Вибірність забезпечується в положенні «Далеке приймання» п'єзокерамічним фільтром і смуговим LC-фільтром у другому каскаді ППЧ. Під час приймання місцевих потужних радіостанцій перемикач P_4 переводиться в положення «Місцеве приймання», п'єзокерамічний фільтр вимикається і смуга пропускання підсилювача ПЧ розширюється до 15 кГц, а загальний коефіцієнт підсилення зменшується внаслідок ввімкнення резистора R_{74} в базове коло транзистора T_8 . У системі АРП працює транзистор T_{10} , з навантаження якого (резистор R_{92}) підсилена напруга АРП подається в коло бази транзистора T_1 підсилювача високої частоти (блок $У_2$). Крім цього, системою АРП охоплений і перший каскад ППЧ, складений на транзисторі T_7 у блоці $У_3$.

Продетектований сигнал АМ знімається з резистора R_{88} і надходить на ПНЧ (блок $У_4$), складений на 9 транзисторах. Компенсаційний регулятор гучності, що складається з резисторів R_7 — R_9 та конденсаторів C_2 , C_3 , і C_5 , встановлений після першого каскаду ПНЧ. Регулювання тембру провадиться роздільно по вищих і нижчих частотах між третім і четвертим каскадом ПНЧ. Регулятор нижчих частот складений за звичайною схемою на резисторах R_{10} — R_{12} та конденсаторах C_6 і C_7 , регулятор вищих частот — на резисторах R_{13} і R_{14} та конденсаторах C_8 і C_9 . Під час роботи приймача в економічному режимі гучномовці з'єднують послідовно за допомогою перемикачів P_7 і P_8 . Якщо треба дістати велику потужність, то гучномовці з'єднують паралельно.

Стабілізатор напруги кін живлення баз транзисторів блока УКХ, ПВЧ і ППЧ, а також гетеродина тракту АМ складений на транзисторі T_3 (блок $У_2$). Цей стабілізатор забезпечує струм 10 ма при напрузі 6,8 в.

У приймачі використано стрілковий індикатор настроювання, який вмикається в коло емітера транзистора T_7 або в каскад частотного детектора.

Це переносний приймач з вертикальною шкалою і органами настроювання, розташованими на передній і бічній стінках пластмасового корпусу. Він працює від двох штирьових антен — однієї для приймання сигналів АМ у діапазоні КХ, другої для приймання УКХ ЧМ. Крім цього, для роботи в діапазонах ДХ і СХ застосовується магнітна антена. Блок УКХ ($У_1$) використано готовий від приймача «Рига-103». Блок високої частоти — тракт АМ ($У_2$) складено на Г-подібній друкованій платі.

Ця плата розташована між блоком УКХ і барабанним перемикачем. На цій же платі монтують кільцевий модулятор, стабілізатор напруги і гетеродин. Блок підсилювачів ПЧ ($У_3$) для трактів АМ і ЧМ та блок підсилювача низької частоти складені на двох друкованих платах, об'єднаних конструктивно в один спільний вузол. Регулятори гучності і тембру складають на металевій пластині, укріпленій за допомогою кутників на передній стінці приймача.

Барабанний перемикач, саморобний, але можна використати і заводський від приймача типу «Спидола», трохи змінивши конструктивне розташування блоків всередині футляра.

Строений блок конденсаторів змінної ємності взято від приймача «Сакта». Можна застосувати і будь-який інший, що підходить за ємністю і габаритами. Якщо ємність блока конденсаторів незначно відрізняється від ємності використаного в приймачі блока, то за допомогою підстроювальних елементів контурів, а також добром ємності решти конденсаторів, які входять у контур, можна настроїти приймач у бажаному діапазоні частот.

Всі резистори, використані в приймачі, — типу МЛТ-0,25, електролітичні конденсатори — К-50-6, гучномовці — 1ГД-28. Дані щодо намотки котушок контурів і ФПЧ наведено в табл. 7.

Налагодження стереоприймача, як і будь-якого іншого, рекомендується починати з вихідного каскаду ПНЧ. Початковий струм вихідного каскаду встановлюють за допомогою підстроювальних резисторів R_{31} і R_{34} (блок $У_4$). Величина його має бути такою, щоб спотворення типу «сходінка» з'являлися при напрузі живлення 7 в. Симетричного обмеження вихідного сигналу добиваються за допомогою підстроювального резистора R_{28} .

Для перевірки чутливості ПНЧ до гнізд звукознімача від звукового генератора подають напругу 200—250 мВ частотою 1000 Гц. Регулятор гучності встановлюють у положення, що відповідає максимальному підсиленню. В цьому випадку вихідна потужність підсилювача при послідовному з'єднанні гучномовців повинна бути 0,7 Вт, а при паралельному — 2 Вт. Недостатній або надлишковий коефіцієнт підсилення можна скоректувати, відповідно збільшивши або зменшивши опір резистора R_{13} .

Потім вимірюють коефіцієнт нелінійних спотворень за допомогою аналізатора гармонік або вимірювача нелінійних спотворень. При послідовному з'єднанні гучномовців на частоті 1000 Гц він не повинен перевищувати 1 %, а при паралельному — 1,5 %. Детектор сигналу АМ тракту налагодження не потребує. Приступають до налагодження ППЧ. Для цього сигнал з генератора стандартних сигналів Г4-1А частотою 465 кГц через конденсатор ємністю 0,01 мкФ подають на базу транзистора T_8 (блок $У_3$). Вимірювач виходу приєднують до однієї з звукових котушок гучномовців. Контури $L_{15}C_{60}$, $L_{14}C_{61}C_{62}$ і $L_{13}C_{59}$ настроюють за максимумом показів вимірювача виходу. Після цього сигнал ГСС подають на базу транзистора T_7 і, від'єднавши від неї контур $L_2C_9C_{10}$ (блок $У_2$), настроюють контур $L_{12}C_{52}C_{53}$ за максимальними показами вимірювача виходу. Перемикач $П_4$ повинен бути в положенні «Далеке приймання». Оскільки частота настройки конкретного фільтра ПФ1П-2 може трохи відрізнятися від частоти 465 кГц, при остаточному налагодженні приймача слід сумістити середні частоти смугового фільтра $L_{13}C_{59}L_{11}C_{62}C_{61}$ і фільтра ПФ1П-2. У противному разі при переході з місцевого приймання на далеке може спостерігатися помітна розстройка приймача.

Таблиця 7

Блок	Позначення на схемі (рис. 21)	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм	Осердя		
				Марка матеріалу	Діаметр, мм	Довжина, мм
$У_2$	L_1 L_2	5+5 74	ПЭВ 0,15 ПЭВ 0,12	600НН	2,8	14
$У_3$	L_1 L_2 L_3 L_4 L_5 L_6 L_7 L_8	28+12 40 28+12 40 28+12 40 37+13 22+22	ПЭВ 0,12	100НН	4	8
	L_9^*	15	ПЭВ 0,12	На каркасі L_7	—	—
	L_{10}	350	ПЭВ 0,07	Б18	2,2	10
	L_{11}	500	ПЭВ 0,07	На каркасі L_{10}	—	—
	L_{12} L_{13} L_{14} L_{15} L_{16} L_{17}	54 70 73 53 50 3×130	ПЭВ 0,15	600НН	2,8	14
Перемикач діапазонів	L_1	10+14	ПЭВ 0,3	Карбонільне залізо	6	10
	L_2	4		На каркасі L_1	—	—
	L_3	5+12		Карбонільне залізо	6	10
	L_4	3		На каркасі L_3	—	—
	L_5	7+10	ПЭВ 0,44	Карбонільне залізо	6	10
	L_6	3	ПЭВ 0,3	На каркасі L_5	—	—
	L_7	4×62	5×ПЭВ-1 0,06	600НН	2,8	14

Блок	Позначення на схемі (рис. 21)	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм	Осердя		
				Марка матеріалу	Діаметр, мм	Довжина, мм
Перемикач діапазонів	L_8	16	ПЭЛШО 0,15	На каркасі L_7	—	—
	L_9	4×20	ПЭВ 0,11	600НН	2,8	14
	L_{10}	25	ПЭЛШО 0,15	На каркасі L_9	—	—
	L_{11}	$5+19$	ПЭВ 0,3	Карбонільне залізо	6	10
	L_{12}	3		На каркасі L_{11}	—	—
	L_{13}	$4+13$		Карбонільне залізо	6	10
	L_{14}	3		На каркасі L_{13}	—	—
	L_{15}	$3+14$	ПЭВ 0,44	Карбонільне залізо	6	10
	L_{16}	3	ПЭВ 0,3	На каркасі L_{15}	—	—
	L_{17}	20	ПЭЛШО 0,12	На каркасі L_{18}	—	—
	L_{18}	4×45 відвід $12+150$	$5 \times$ ПЭВ-1 0,06	600НН	2,8	14
	L_{19}	33	ПЭЛШО 0,12	На каркасі L_{20}	—	—
	L_{20}	4×70 відвід 25×210	$5 \times$ ПЭВ-1 0,06	600НН	2,8	14
	L_{21}	6	ПЭВ 0,3	На каркасі L_{22}	—	—
	L_{22}	$4+15+5$		Карбонільне залізо	6	10

Блок	Позначення на схемі (рис. 21)	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм	Осердя		
				Марка матеріалу	Діаметр, мм	Довжина, мм
Перемикач діапазонів	L_{23}	6	ПЭВ 0,3	На каркасі L_{24}	—	—
	L_{24}	3+11+3		Карбонільне залізо	6	10
	L_{25}	6	ПЭВ 0,44	На каркасі L_{26}	—	—
	L_{26}	4+9+4	АЭВ 0,4	Карбонільне залізо	6	10
	L_{27}	190	ПЭВ 0,11	600НН	18	160
	L_{28}	16	ПЭЛШО 0,18			
	L_{29}	67	ПЭЛШО 10×0,07			
	L_{30}	5	ПЭЛШО 0,18			

Контур $L_2C_9C_{10}$ (блок $У_2$) настроюють за максимумом показів вимірювача виходу, подавши сигнал ГСС на базу транзистора T_2 . Настроювання височастотного тракту АМ слід почати з перевірки генерації гетеродина на всіх діапазонах. Для цього ламповий вольтметр (рекомендується типу А4-М2) приєднують до відводу котушки L_1 (блок $У_2$). Амплітуда напруги гетеродина на всіх діапазонах повинна бути в межах 0,8—1,2 в. При меншій напрузі гетеродина коефіцієнт передачі кільцевого модулятора різко знижується і приймач не працює. Якщо амплітуда гетеродина на одному з діапазонів мала або перевищує зазначену величину, слід змінити кількість витків відповідної котушки зв'язку гетеродина.

При відсутності кремнієвих діодів типу КД503А з дещо гіршими результатами можна застосувати германієві, наприклад Д9В. Кількість витків котушки зв'язку гетеродина в цьому випадку треба зменшити з таким розрахунком, щоб амплітуда коливань гетеродина на відводах котушки L_1 (блок $У_2$) на всіх діапазонах становила 150—200 мВ. Потім, подаючи сигнал 150—300 мкВ у коло бази транзистора T_2 , встановлюють межі кожного діапазону гетеродина. Котушка зв'язку контура ПВЧ повинна бути при цьому вимкнута. Частоту гетеродина на всіх діапазонах вибирають вищою від час-

тоти прийманого сигналу. Колекторні контури резонансного ПВЧ настраюють при вимкнутій котушці зв'язку вхідного контура, подаючи сигнал 20 мкВ у коло бази транзистора T_1 .

Вхідні контури КХ найкраще настраювати, подаючи сигнал ГСС на спеціально виготовлену для цієї мети рамкову антену. В цьому випадку сигнал з рамкової антени приймається на висунуту телескопічну антену, що дає змогу настроїти вхідні контури з урахуванням ємності антени щодо корпусу приймача.

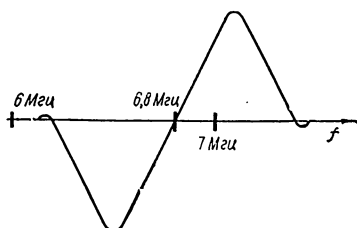


Рис. 22. Характеристика частотного детектора.

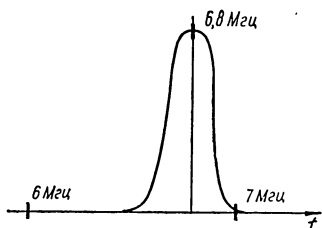


Рис. 23. Характеристика смугового фільтра $L_5 C_{20} L_6 C_{22} C_{23}$.

Закінчивши настроювання тракту АМ, приступають до настроювання тракту ЧМ, починаючи з каскаду дробового детектора. Вхід генератора хитної частоти (рекомендується тип Х1-19) без детекторної головки приєднують до ланцюжка $R_{34} C_{34}$ (блок $У_3$), а його високочастотний вихід через конденсатор ємністю 0,01 мкФ — до бази транзистора T_4 . Конденсатори C_{22} і C_{23} повинні бути перед цим від'єднані від бази транзистора T_4 . Діапазон частот генератора встановлюють за мітками 5—9 МГц.

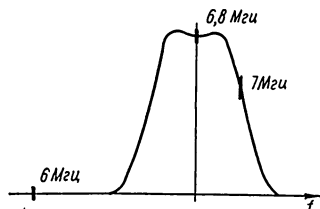


Рис. 24. Результуюча частотна характеристика ППЧ.

Для точного настроювання частотного детектора на проміжну частоту 6,8 МГц на гніздо мітки генератора хитної частоти подають сигнал з частотою 6,8 МГц від зовнішнього генератора. Обертаючи осердя котушок L_7 та L_8 і пересуваючи по каркасу котушку L_9 , добиваються характеристики детектора, зображеної на рис. 22.

При правильній настройці характеристика має лінійну ділянку не менше 200 кГц. Після настроювання детектора конденсатори C_{22} і C_{23} припаюють на місце. Для настроювання ППЧ тракту ЧМ паралельно котушці L_7 вмикають резистор опором 200 ом. До колектора транзистора T_4 (блок $У_3$) приєднують вхід генератора хитної частоти (ГХЧ) з детекторною головкою. Вихід ГХЧ через конденсатор ємністю 0,01 мкФ з'єднують з базою транзистора T_3 , відпаявши перед цим від неї конденсатори C_{15} і C_{16} . Обертаючи осердя котушок L_5 і L_6 , настраюють смуговий фільтр $L_5 C_{20} L_6 C_{22} C_{23}$. Харак-

теристику такого фільтра зображено на рис. 23. Потім, не від'єднуючи детекторної головки ГХЧ від колектора транзистора T_4 , аналогічно настроюють інші два каскади.

Щоб не перевантажувати ППЧ при настроюванні, підсилення вертикального підсилювача ГХЧ в усіх випадках повинно бути максимальним, а вихідний сигнал в міру зростання підсилення треба поступово зменшувати. Заземлений затискач вихідного кабеля ВЧ генератора ГХЧ при настроюванні підсилювача повинен бути приєднаний до «землі» підсилювача в найближчій від настроюваного каскаду точці, а при подачі сигналу на вхід транзистора T_1 корпус вихідного подільника з'єднують безпосередньо з «землею». Результуючу частотну характеристику настроєного ППЧ зображено на рис. 24. Настроївши ППЧ, резистор опором 200 ом , ввімкнутий паралельно котушці L_7 , вимикають.

ПІДСИЛЮВАЧІ НИЗЬКОЇ ЧАСТОТИ

ПРОСТИЙ ПІДСИЛЮВАЧ НА ТРАНЗИСТОРАХ

Радіолюбитель, що починає займатися транзисторною технікою, як правило, будує малогабаритний транзисторний приймач. Проте краще починати з підсилювача низької частоти (ПНЧ).

Тепер дуже поширені безтрансформаторні транзисторні підсилювачі. Порівняно з підсилювачами, де використовувались вихідні і перехідні трансформатори, безтрансформаторні мають такі переваги: рівномірність підсилення по діапазону (ширша смуга), значно менші фазові та нелінійні спотворення і менші габаритні розміри.

Розглянемо один з варіантів безтрансформаторного підсилювача, дуже простого за конструкцією і розрахованого на виготовлення малокваліфікованим радіолюбителем. Цей підсилювач складається з недефіцитних деталей, простий у налагодженні і має досить добрі параметри. Його можна використати для відтворення грампластинок, сигналу з магнітофона, трансляції і радіоприймача.

Вихідна потужність підсилювача (навантаження 6,5 ом) становить 2 вт при коефіцієнті нелінійних спотворень у смузі частот від 50 до 12 000 гц . Чутливість підсилювача 250 мв . Живиться він від джерела струму напругою 12 в (акумуляторна батарея, випрямляч), споживаючи в режимі максимальної потужності струм 200 ма .

Принципову схему підсилювача зображено на рис. 25. Напруга з входу підсилювача через резистор R_1 і конденсатор C_1 надходить на вхід першого каскаду підсилювача, складеного на транзисторі T_1 . Цей транзистор ввімкнутий за схемою з спільним емітером. Резистор R_1 служить для стабілізації режиму роботи підсилювача. Конденсатор C_1 — розділовий. Напруга зміщення подається на базу транзистора T_1 з подільника R_2R_3 , що приєднаний до середньої

точки (точки симетрії) вихідного каскаду. Це дає змогу, крім напруги зміщення, подати на базу першого каскаду ще й напругу негативного зворотного зв'язку. Сильний негативний зворотний зв'язок сприяє стабілізації режиму роботи. На резисторі R_4 створюється напруга автоматичного зміщення, що також стабілізує режим роботи транзистора за постійним струмом.

Підсилення першим каскадом напруга надходить з резисторів R_5 і R_6 на бази фазоінверсного каскаду, складеного на транзисторах T_2 і T_3 . Це два емітерних повторювачі, виконані на транзисторах зворотної провідності. З резисторів R_8 і R_9 підсилений по струму сигнал у протифазі надходить

на бази кінцевого каскаду — підсилювача потужності. Цей каскад складений за звичайною безтрансформаторною схемою на транзисторах T_4 і T_5 . З виходу каскаду через конденсатор C_4 сигнал подається на гучномовець або систему гучномовців, загальний опір яких постійному струмові становить 6,5 ом.

Для зменшення залежності струму спокою кінцевих транзисторів від температури і запобігання їх тепловому пробію необхідно, щоб напруга на резисторі R_6 у базовому колі транзисторів T_2 і T_3 зменшувалася з підвищенням температури. Цього досягають, ввімкнувши послідовно з резистором R_6 діод D_1 . Прямий спад напруги на цьому діоді зменшується із збільшенням температури приблизно на 2 мВ на кожен градус, що і використовують для температурної стабілізації.

Рис. 25. Принципова схема простого підсилювача низької частоти.

Симетрія напруги живлення щодо середньої точки важлива для того, щоб дістати максимальну вихідну потужність. При порушенні симетрії транзистори вихідного каскаду дістають різну напругу живлення, змінюється їх коефіцієнт підсилення і позитивна та негативна півхвиля напруги сигналу підсилюються по-різному. Вихідний сигнал спотворюється, і знижується загальна вихідна потужність. Для зменшення спотворень у підсилювач введено ще одне коло негативного зворотного зв'язку. Напруга зворотного зв'язку з виходу підсилювача через резистор R_{10} подається на його вхід.

Регулювання гучності в підсилювачі не передбачене. Якщо виникає така потреба, то змінний резистор, що регулює підсилення, слід поставити на вході підсилювача так, як це показано на рис. 26. При бажанні можна встановити і регулятор тембру по вищих та нижчих частотах.

Підсилювач складений на платі з будь-якого ізоляційного матеріалу (текстоліт, гетинакс), габаритні розміри якої $110 \times 65 \times 2$ мм.

Підсилювач складений на платі з будь-якого ізоляційного матеріалу (текстоліт, гетинакс), габаритні розміри якої $110 \times 65 \times 2$ мм.

Розміщення деталей на платі підсилювача показано на рис. 27, а. Монтаж деталей підсилювача може бути як друкованим, так і нав'існим. При друкованому монтажі плату роблять з фольгованого ґетинаксу. На фольгу, старанно промиту водою з содою, наносять рисунок монтажу, струмонесучі провідники вкривають кислото-тривкою фарбою, нітроемаллю та ін. Креслення друкованої плати показано на рис. 27, б. Після того, як фарба висохне, гострим ножем, скальпелем або лезом безпечної бритви вирівнюють краї зафарбованих доріжок, зачищають патьоки і розмиви. Потім для протравлювання плату занурюють у розчин хлорного заліза. Фольга, не вкрита фарбою, розчиняється, а під фарбою залишаються струмонесучі доріжки — майбутні друковані провідники. Потім розчинником змивають фарбу з друкованих доріжок, плату добре промивають у теплій воді з содою. В міс-

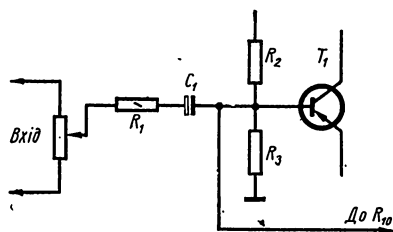
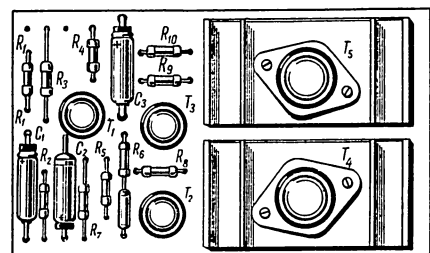
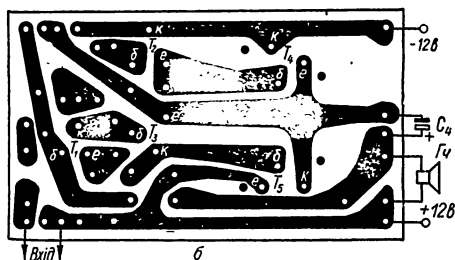


Рис. 26. Схема встановлення регулятора гучності.



а



б

Рис. 27. Розміщення деталей на монтажній платі (а) і креслення друкованої плати (б) підсилювача.

а також транзистори, оскільки вони можуть вийти з ладу.

Виводи транзисторів повинні бути не менше 15—20 мм завдовжки, а вигинають їх не ближче як за 5 мм від основи, інакше може тріснути скляний впаяний ізолятор виводу. Паяють виводи тран-

зисторів до відповідних розмірів і лудять, а потім вставляють у відповідні отвори. Ще раз перевіряють правильність встановлення і з'єднання деталей, перевірених до встановлення на плату, відповідність монтажу принциповій схемі підсилювача. Деталі припаюють до друкованих провідників добре нагрітим паяльником, швидко і невеликою кількістю олова. При паянні треба стежити за тим, щоб не перегрівалися друковані провідники, бо вони можуть відстати від плати,

зисторів з тепловідведенням. Існує кілька методів тепловідведення, але найдоступніший — це тепловідведення за допомогою відносно масивних металевих тримачів (пінцета, плоскогубців тощо).

Якщо друковану плату зробити неможливо, то використовують звичайний нефольгований гетинакс або текстоліт. У місцях встановлення деталей просвердлюють отвори діаметром близько 1 мм. В них забивають монтажні стояки — відрізки мідного лудженого дроту такого діаметра, щоб вони щільно входили в отвори. Монтажні стояки повинні виступати над поверхнею плати з обох боків на 2—3 мм. Стояки, які встановлюють під радіаторами, не повинні висту-

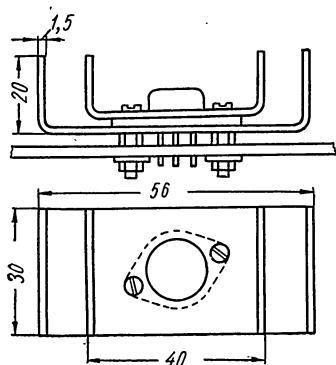


Рис. 28. Розміри і кріплення радіаторів.

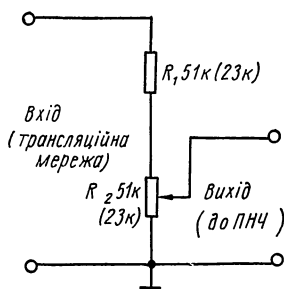


Рис. 29. Подільник напруги радіотрансляційної мережі.

пати над поверхнею плати, щоб не сталося замикання між сусідніми стояками через металевий радіатор.

Згідно з монтажною схемою з одного боку плати припаюють з'єднувальні провідники, які повторюють рисунок друкованих доріжок, з другого — деталі до відповідних монтажних стояків. Діаметр з'єднувальних проводів 0,5—0,8 мм. Всі рекомендації щодо паяння деталей, дані для друкованого монтажу, залишаються в силі і для монтажу на стояках.

Транзистори вихідного каскаду для більш інтенсивного охолодження встановлюють на радіаторах площею 50 см². Радіатори складаються з двох пластин: нижньої розмірами 90 × 30 мм і верхньої розмірами 60 × 30 мм. Пластини радіаторів виготовляють з листового алюмінію (можна з міді) завтовшки 1,5—2 мм. Розміри і кріплення радіаторів показано на рис. 28.

Після закінчення монтажу ще раз перевіряють схему складеного підсилювача і лише після цього подають живлення. Особливого налагодження підсилювач не потребує і звичайно починає працювати відразу після подачі напруги живлення. Якщо підсилювач не працює, треба насамперед перевірити загальний споживаний струм. Міліамперметр вмикають у загальне коло живлення (краще в розрив

проводу, що йде від «—» батареї живлення або випрямляча). При відсутності сигналу загальний струм, що його споживає підсилювач, повинен бути 3,5—4,5 *ма*. Якщо він значно більший або менший від зазначеної величини, то, вимкнувши негайно живлення, слід шукати або помилку в монтажі, або несправну деталь.

Добившись нормального споживання струму і встановивши всі режими за постійним струмом, зазначені на схемі при відсутності сигналу, на вхід підсилювача подають напругу звукової частоти 0,3—0,5 *в*. Таку напругу дістають на затискачах звукознімача або після детектора радіоприймача під час приймання потужних близько розташованих станцій. Якщо немає звукознімача або радіоприймача, то напругу звукової частоти для перевірки підсилювача можна одержати від радіотрансляційної мережі, склавши найпростіший подільник (рис. 29), що складається з двох резисторів. Величина опору резисторів залежить від напруги трансляційної мережі (15 або 30 *в*). Номінальні значення опору резисторів на рис. 29 для напруги живлення 15 *в* вказані без дужок, а для 30 *в* — в дужках.

Потім встановлюють усі струми і напруги, зазначені на схемі. Режим роботи транзисторів підганяють зміною опору резисторів, що стоять в їх базових і емітерних колах. У деяких випадках доводиться змінювати значення опорів цих резисторів на 30—40% проти вказаних на схемі.

Якщо підсилювач працює із спотвореннями, то слід ще раз перевірити симетрію напруги живлення вихідного каскаду і вихідні транзистори. Для доброї роботи підсилювача ці транзистори повинні мати однакові статичні коефіцієнти підсилення по струму $\beta_{ст}$ як при малих, так і при великих колекторних струмах.

Решту транзисторів підсилювача бажано використовувати з такими значеннями статичного коефіцієнта підсилення по струму: в першому каскаді (T_1) $\beta_{ст} = 60 \div 80$, у фазоінверсному (T_2 , T_3) $\beta_{ст} = 45 \div 80$ і в підсилювачі потужності (T_3 , T_4) $\beta_{ст} = 35 \div 60$. Можна застосовувати транзистори і з меншими, ніж вказано, коефіцієнтами підсилення, але при цьому дещо знизиться вихідна потужність. Від діода D_1 багато в чому залежить якість роботи підсилювача. Треба підібрати такий тип діода, при якому спотворення стають менш помітними.

Живлення підсилювача можна здійснити від акумуляторів типу НКН-10 або елементів типу «Марс». Вигідніше й зручніше живити підсилювач від мережі через найпростіший випрямляч (рис. 30). Його можна скласти як на окремій монтажній платі, так і на спільній з підсилювачем. Трансформатор підсилювача має осердя із стандартних пластин трансформаторної сталі УШ14; товщина набору — 25 *мм*. Первинна (мережна) обмотка має 2200 витків (з

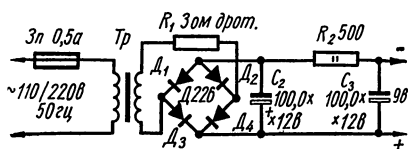


Рис. 30. Принципова схема випрямляча для живлення простого підсилювача.

відводом від 1270-го витка) з проводу марки ПЭЛ діаметром 0,12 мм, вторинна — 150 витків з проводу марки ПЭЛ діаметром 0,3 мм.

Дротяний резистор R_1 захищає діоди випрямляча від пробую в момент ввімкнення за рахунок кидка струму при заряджанні конденсатора C_1 . Резистор R_2 і конденсатори C_1 та C_2 утворюють ланку фільтра пульсацій випрямленої напруги. Якщо пульсації випрямленої напруги прослухуються дуже слабо, то резистор R_2 і конденсатор C_2 можна не встановлювати.

Для підсилювача можна виготовити корпус будь-яких розмірів і форми з дерева, пластмаси або металу. На лицьовій панелі корпусу бажано симетрично розмістити ручки регуляторів гучності і тембру та вимикач живлення. Можна також встановити й індикатор ввімкнення — неонову лампочку. Її приєднують до мережі через додатковий резистор. Опір резистора (50—150 *ком*) вибирають залежно від типу застосованої лампи.

УНІВЕРСАЛЬНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ НИЗЬКОЇ ЧАСТОТИ

Більшість радіолюбителів, що займаються конструюванням низькочастотної апаратури, прагнуть побудувати універсальний підсилювач низької частоти (ПНЧ), який би добре підсилював сигнали від мікрофона, п'єзозвукознімача, трансляційної мережі, детекторного виходу радіоприймача і лінійного виходу магнітофона. Принципову схему такого підсилювача показано на рис. 31. Підсилювач — одноканальний. Для відтворення стереозапису або прослухування стереофонічних передач треба скласти другий такий самий підсилювач і об'єднати їх.

Універсальний підсилювач складений на транзисторах. Його вихідна пікова потужність 6 *вт* (навантаження 6 *ом*), частотна характеристика має нерівномірність ± 10 *дб* у діапазоні від 40 *гц* до 15 *кгц*. Нелінійні спотворення в діапазоні вихідної потужності від 0,1 *вт* до 5 *вт* не перевищують 4 %. Частотну характеристику підсилювача за допомогою регуляторів тембру можна плавно змінювати в межах ± 10 *дб* на 50 *гц* і ± 12 *дб* на 14 *кгц*.

Чутливість підсилювача з мікрофонного входу 1,5 *мв* при вхідному опорі 47 *ом*, з додаткового входу 50 *мв* при вхідному опорі 25 *ком*, з входу для звукознімача 200 *мв* при вхідному опорі 400 *ком* і з входу для приєднання магнітофона і радіо — 0,5 *в* при вхідному опорі 100 *ком*.

На вході підсилювача встановлено два гнізда для ввімкнення джерела сигналу. Однак за допомогою перемикача P_1 при двох розняттях на вході можна вмикати п'ять джерел сигналу.

При роботі від мікрофона перемикач P_{1a} стоїть на контакті 8, а P_{1b} — на контакті 2. В цьому випадку сигнал з мікрофона через відповідне штепсельне розняття надходить на вхід мікрофонного попереднього підсилювача. Конденсатор зв'язку C_1 перешкоджає замиканню по постійному струму кола бази транзистора на спільний провід, що йде від «+» джерела живлення. Через цей

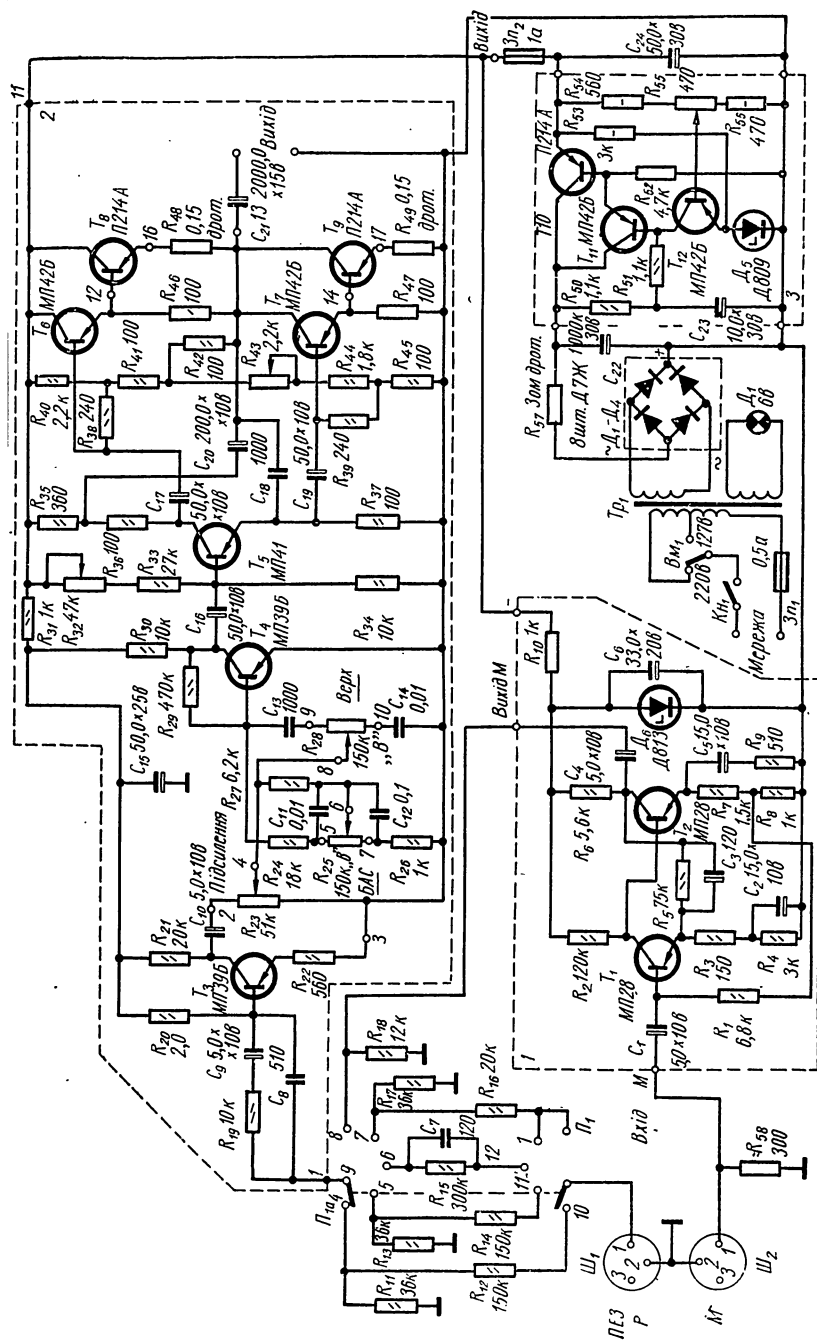


Рис. 31. Принципова схема універсального підсилювача: М — мікрофон; Р — радіо.

конденсатор сигнал з мікрофона надходить на базу транзистора T_1 , що працює в першому каскаді попереднього мікрофонного підсилювача. Для підвищення якості роботи підсилювача цей каскад охоплений двома колами негативного зворотного зв'язку. Напруга зворотного зв'язку в одному колі знімається з колектора транзистора T_2 і подається в емітерне коло транзистора T_1 , в другому — з подільника R_7R_8 у колі емітера транзистора T_2 і подається в коло бази транзистора T_1 .

Зв'язок між каскадами — безпосередній; підсилена напруга після першого каскаду знімається з навантаження (резистора R_2) і подається на базу T_2 . В колі емітера транзистора T_1 встановлено два резистори, один з яких не зашунтований конденсатором для створення невеликого негативного зворотного зв'язку. Зміщення на базу утворюється за рахунок обох емітерних резисторів. Крім цього, на базу надходить спад напруги на резисторі R_8 . Підсилений другим каскадом (транзистор T_2) сигнал з навантаження цього каскаду (резистора R_6) через конденсатор C_4 надходить на контакт 8 перемикача входів Π_{1a} . Далі через частотнокомпенсуючий ланцюжок $R_{19}C_8C_9$ сигнал попадає на базу транзистора T_3 , який працює в першому каскаді основного підсилювача. Резистор R_{20} служить для подачі невеликого негативного зміщення на базу транзистора T_3 . Навантаженням каскаду є резистор R_{21} , з якого підсилена напруга сигналу надходить через конденсатор C_{10} на регулятор гучності, роль якого виконує змінний резистор R_{23} . Резистор R_{22} служить для створення необхідного режиму роботи транзистора T_3 за постійним струмом. Крім того, на цьому резисторі утворюється напруга негативного зворотного зв'язку завдяки тому, що він не зашунтований конденсатором.

З регулятора гучності сигнал надходить на плавний регулятор тембру. Низькі частоти регулюють за допомогою резистора R_{25} , високі — за допомогою резистора R_{28} , а тембр у заданих межах — за допомогою резисторів R_{24} , R_{26} і R_{27} та конденсаторів C_{11} і C_{14} .

Після регулятора тембру сигнал подається для дальшого підсилення на базу транзистора наступного каскаду. Резистор R_{29} необхідний для подачі зміщення на базу T_4 , резистор R_{30} є навантаженням каскаду, з яким підсилений сигнал надходить через конденсатор C_{16} на базу наступного каскаду підсилювача, складеного на транзисторі T_5 . Цей каскад є фазообертаючим і ввімкнутий з розділеним навантаженням. З навантажувальних резисторів цього каскаду R_{36} і R_{37} сигнали, зсунуті на 180° один щодо одного, надходять на бази емітерних повторювачів, виконаних на транзисторах T_6 і T_7 . Емітерні повторювачі є підсилювачами струму, що необхідно для нормальної роботи потужних транзисторів вихідного каскаду. Вихідний каскад — підсилювач потужності — складений за безтрансформаторною схемою на транзисторах T_8 і T_9 .

Резистори R_{38} — R_{44} у каскаді фазоінвертора служать для створення певного режиму за постійним струмом. Змінними резисторами R_{32} і R_{43} здійснюється підгонка режимів транзисторів.

При роботі від інших джерел сигналу перемикач $Л_1$ переводять у відповідне положення, перемикаючи вхідний подільник, що складається з резисторів $R_{11}—R_{18}$. Мікрофонний підсилювач при цьому не використовується, а джерело сигналу вмикається в друге розняття, розраховане на джерело сигналу вищої напруги.

Живиться підсилювач від мережі змінного струму напругою 127 або 220 в. Мережну напругу знижують трансформатором $Тр_1$ і випрямляють мостовим випрямлячем, складеним на діодах $Д_1—Д_4$. Стабілізатор складений за звичайною схемою. Опорну напругу знімають із стабілітрона $Д_5$ і з її допомогою регулюють (після підсилення) прохідний транзистор $Т_{10}$. Напругу на виході стабілізатора 20 в встановлюють за допомогою змінного резистора R_{55} . Споживана потужність підсилювача від мережі не перевищує 25 вт. Габаритні розміри підсилювача $285 \times 160 \times 100$ мм. Вага 3 кг.

Весь монтаж і деталі підсилювача розміщують на основі з листового текстоліту завтовшки 4 мм і на передній стінці, з'єднаній з основою кутниками з алюмінію. Корпус підсилювача виготовляють з товстої фанери або тонких дощок і вкривають шпоном цінних порід дерева з наступним поліруванням.

Всі дрібні деталі підсилювача змонтовані на чотирьох друкованих платах. На рис. 32, а показано креслення плати мікрофонного підсилювача. З'єднувальні провідники позначено тонкими лініями.

Друкований монтаж виконують звичайним способом. Якщо для з'єднання деталей використовують монтажний провід, то в місцях, позначених крапками, на платах свердлять отвори діаметром 1—1,5 мм, в які забивають монтажні стояки з мідного лудженого дроту діаметром 1—1,5 мм і довжиною 4—5 мм. Таким же способом виготовляють і інші монтажні плати (рис. 32, б, в, г), застосовуючи як основу або фольгований гетинакс, або склотекстоліт (при друкованому монтажі), або будь-який листовий ізоляційний матеріал завтовшки 1—2 мм.

Конденсатори великої ємності, мережний трансформатор, транзистори підсилювача потужності, елементи регулювання, вимикачі і розняття встановлюють на основній платі і передній та задній стінках корпусу підсилювача. Розташування деталей і монтажних плат на ізоляційній основі показано на рис. 33.

Вихідні транзистори встановлюють на радіаторах з алюмінієвого бруска. Радіатори і конденсатор C_{21} укріплюють на кронштейні, виконаному з мідної пластини завтовшки 2 мм (рис. 34). Радіатори і конденсатор C_{21} ізолюють від кронштейна, що виконує роль додаткового тепловідводу, прокладками із слюди. На цьому ж кронштейні укріплюють і вихідне розняття, через яке вмикають гучномовці, і конденсатори C_{22} та C_{24} один над одним. На двох окремих кронштейнах з дюралюмінію встановлюють вхідні штепсельні розняття, перемикач напруги мережі і запобіжник. Монтажні плати встановлюють вертикально на алюмінієвих кутниках.

Розмітку передньої стінки з встановленими на ній деталями показано на рис. 35. Передню стінку виготовляють з алюмінію

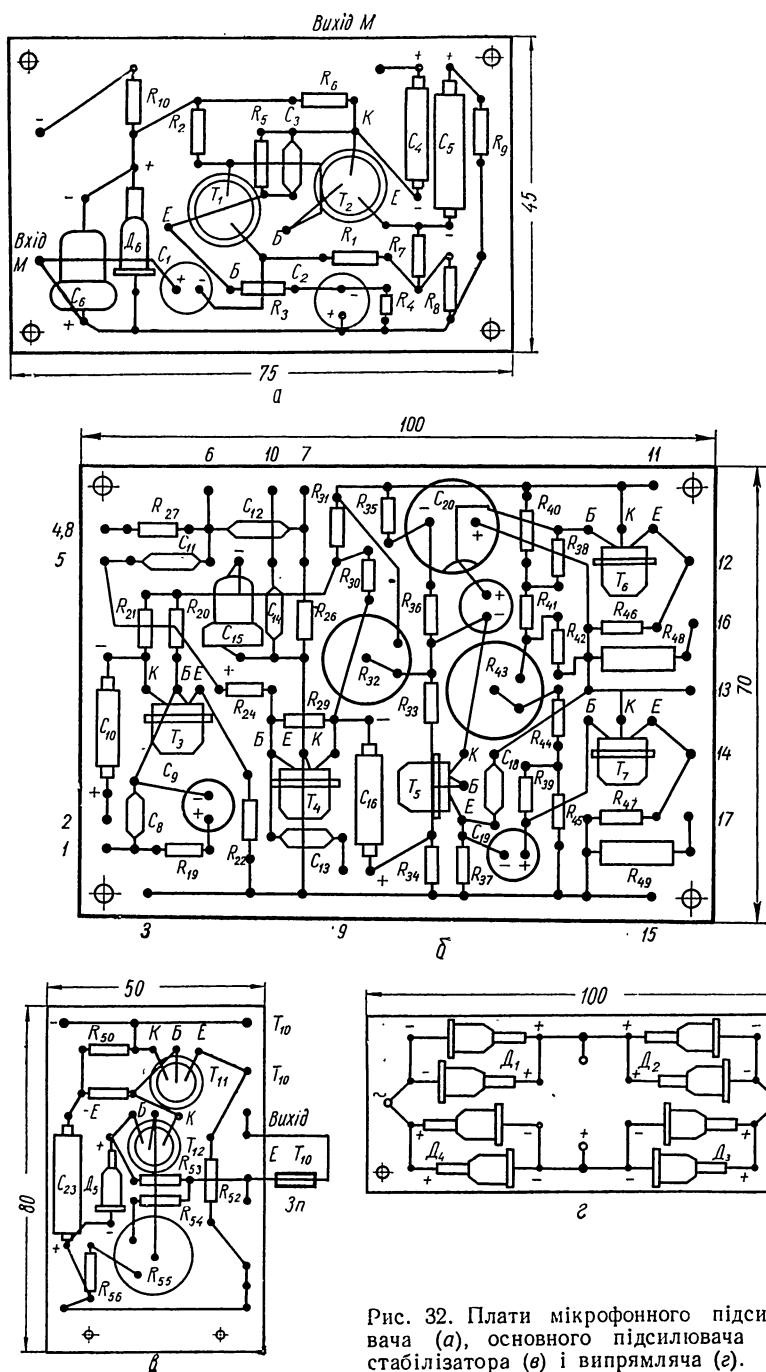


Рис. 32. Плати мікрофонного підсилювача (а), основного підсилювача (б), стабілізатора (в) і випрямляча (г).

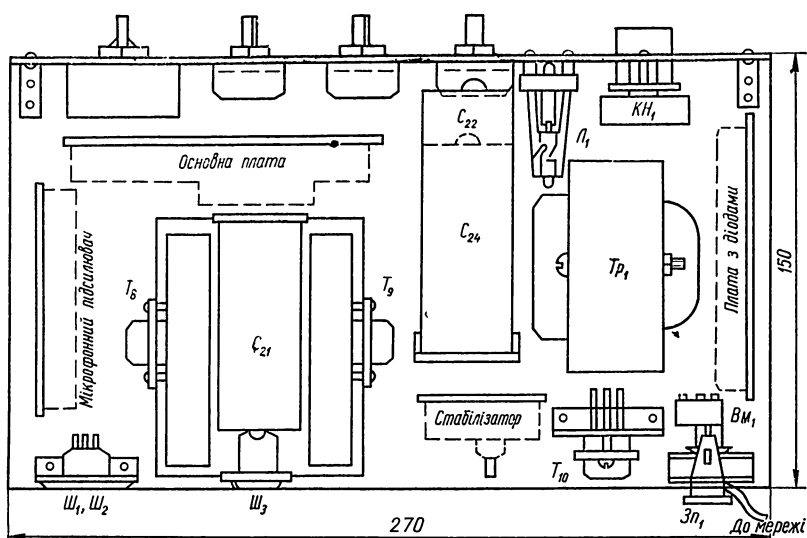


Рис. 33. Розташування деталей і монтажних плат на основі підсилювача.

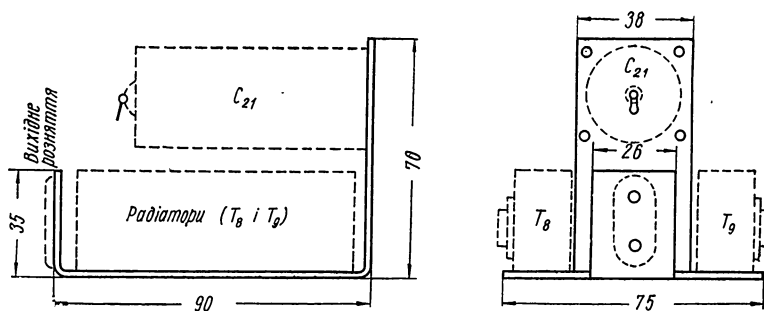


Рис. 34. Кріплення радіаторів і конденсатора C_{21} .

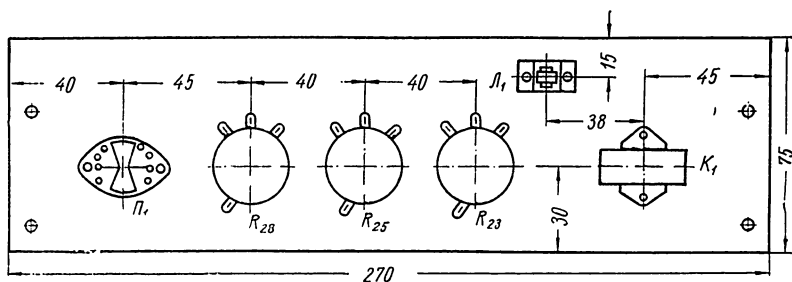


Рис. 35. Розмітка передньої панелі.

завтовшки 2—3 мм і кріплять до ізоляційної основи алюмінієвими кутниками. Після складання підсилювача передні стінки закривають декоративною фальшпанеллю з тонкого листового алюмінію або кольорової пластмаси. На фальшпанелі гравірують підписи, що відповідають характеристові регулювання, яке здійснюється тією або іншою ручкою.

Мережний трансформатор використовують від приймача типу «Рекорд». Вторинні обмотки його перемотані: обмотка II складається з 150 витків проводу ПЭВ-1 діаметром 0,51 мм, обмотка III — з 45 витків проводу ПЭВ-1 діаметром 0,27 мм.

Трансформатор можна виготовити самостійно. Для цього потрібне осердя із стандартних Ш-подібних пластин трансформаторної сталі Ш-20; товщина набору пластин 24 мм. Обмотка, розрахована на 127 в мережної напруги, повинна складатися з 825 витків проводу ПЭЛ-1 діаметром 0,21 мм, обмотка, яка приєднується до неї при переході на напругу 220 в, повинна мати 705 витків проводу ПЭЛ-1 діаметром 0,15 мм. Конденсатори фільтра живлення C_{22} та C_{24} і вихідний C_{21} використані типу ЭГЦ. Інші електrolітичні конденсатори можуть бути якими завгодно (ЭТО, «Тесла», ЭМ). Резистори використано типу МЛТ, крім R_{48} , R_{49} і R_{57} , які вибрано дротяні. Конденсатори постійної ємності можна використати будь-які, що підходять за номінальним значенням ємності.

При доборі деталей номінальні значення їх величин можуть відрізнятися від вказаних на схемі на 30—40%. Роботоздатність підсилювача при цьому зберігається.

Після того як підсилювач змонтовано, треба перевірити правильність усіх з'єднань та їх повну відповідність монтажній і принциповій схемам. Лише після цього можна вмикати живлення і приступати до налагодження підсилювача.

Налагодження починають з перевірки стабілізатора напруги живлення і випрямляча. Вимірюють напругу при вимкненому запобіжнику $Зап_2$ на виході стабілізатора. Величина її буде більшою від величини, вказаної в табл. 8, де наведено всі режими роботи транзисторів підсилювача за постійним струмом. Це перевищення напруги повинно бути не більшим від 10 в. При обертанні повзуна потенціометра R_{55} вихідна напруга повинна плавно змінюватися майже від 0 до максимального значення.

Переконавшись у справності джерела живлення, вмикають підсилювач (вставляють запобіжник $Зап_2$) і вимірюють режими роботи транзисторів на постійному струмі без подачі сигналу. Якщо дані відрізняються незначно від наведених у табл. 8, то їх підганяють зміною опорів резисторів у колах баз і емітерів транзисторів каскаду. При значному (понад 50%) відхиленні даних режиму роботи слід негайно вимкнути живлення і шукати несправну деталь або неправильне з'єднання.

Після того як режими за постійним струмом будуть встановлені, а загальний споживаний струм не перевищуватиме 30—40 ма при відсутності сигналу, на вхід підсилювача можна ввімкнути за-

Таблиця 8

Тран- зистор	Напруга, в			Транзис- тор	Напруга, в		
	бази $U_{\text{б}}$	емітера $U_{\text{е}}$	колектора $U_{\text{к}}$		бази $U_{\text{б}}$	емітера $U_{\text{е}}$	колектора $U_{\text{к}}$
T_1	0,5	0,3	1,3	T_7	0,5	0,3	10
T_2	1,3	1,1	6,8	T_8	10,5	10	20
T_3	0,6	0,3	5,5	T_9	0,3	0,1	10
T_4	0,2	0	9	T_{10}	20,2	20	26
T_5	2,2	2	11	T_{11}	21	20,5	26
T_6	10,8	10,5	20	T_{12}	9,2	9	21

відомо справне джерело сигналу. Перше ввімкнення слід провадити при вимкненому мікрофонному підсилювачі, що дасть змогу легше знайти несправний каскад і краще налагодити підсилювач.

Змінним резистором R_{32} встановлюють оптимальне зміщення на фазообертаючому каскаді, а резистором R_{43} добиваються, щоб значення напруги на емітері транзистора T_8 дорівнювало половині напруги джерела живлення. Чим точніше буде встановлено цю напругу, тим менше спотворень вноситиме вихідний каскад.

Потім перевіряють роботу регуляторів тембру і гучності. В разі потреби збільшують глибину регулювання. Після цього перевіряють вхідний подільник для того, щоб не подати через помилку надто велику вхідну напругу на вхід підсилювача. Останнім налагоджують мікрофонний підсилювач, спочатку при вимкнених, а потім і при ввімкнених ланцюжках негативних зворотних зв'язків.

ЕСТРАДНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ

На естраді часто використовуються підсилювачі для електрогітари, мікрофона або іншого джерела звуку.

Підсилювач для гітари повинен мати високий коефіцієнт підсилення, забезпечувати роботу з невеликими спотвореннями і потужність на виході 30—50 *вт*. Оскільки сигнал із звукознімачів гітари невеликий, потрібен значний коефіцієнт підсилення, а чим менші спотворення, тим природніший звук гітари. Відносно велика вихідна потужність потрібна для того, щоб забезпечити досить широкий динамічний діапазон відтворення. Це означає, що після підсилення збережеться співвідношення за потужністю між найтихішим і найгучнішим звуком до і після підсилювача. Крім цього, підсилювач для гітари не повинен створювати різних шумів і має забезпечувати малий рівень фону.

Ці вимоги задовольняє безтрансформаторний підсилювач на транзисторах. Важливим елементом, що забезпечує якість відтворення, є звукознімач. У складних гітарах звукознімачів кілька. Сигнал, який надходить з таких звукознімачів, має невеликий рівень, тому доводиться вживати спеціальних заходів для того, щоб

позбутися сторонніх шумів, які спотворюють сигнал. Щоб величина е.р.с. була значною, опір звукознімача повинен дорівнювати десяткам кілоомів. Звукознімач добре працює з підсилювачем, який має великий вхідний опір.

Вхідний опір звичайного транзисторного підсилювача невеликий. Тому на його вході встановлюють емітерні повторювачі, що перешкоджає завалові частотної характеристики на вищих частотах і підвищує ефективність роботи тонрегистрів. Проте емітерний повторювач, не даючи підсилення, різко збільшує коефіцієнт шуму підсилювача.

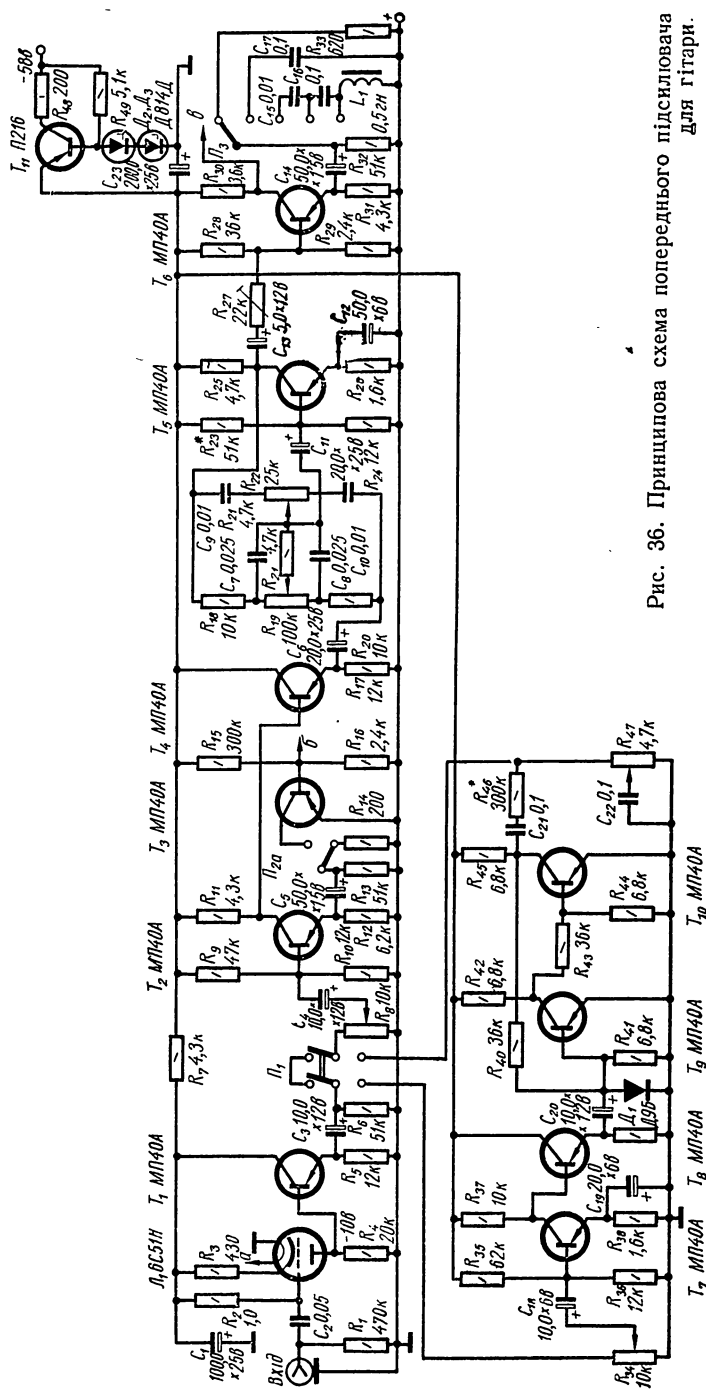
Цей недолік транзисторного підсилювача можна усунути, встановивши на його вході ламповий каскад попереднього підсилення. Для живлення радіоламп необхідна значно більша напруга, ніж для живлення транзисторів. Тепер з'явилися нові радіолампи — нувістори, розраховані на роботу при напругах, сумірних з напругою живлення транзисторних пристроїв. Вони мають малий рівень шумів, створюють малий фон змінного струму і дуже невеликі за розмірами.

Принципову схему попереднього підсилювача для гітари зображено на рис. 36. Вхідний каскад виконаний на радіолампі — нувісторі. Підсилювач має пристрій для створення вібруючого звуку, розвинуте регулювання тембрів, пристрій для різкої зміни тембру звучання, який дає змогу надавати звучанню гітари звуку язичкових інструментів.

Вихідний каскад підсилювача складений за безтрансформаторною схемою. Вихідна потужність підсилювача 50 *вт* (навантаження 4 *ом*) при коефіцієнті нелінійних спотворень близько 0,5%.

Сигнал із звукознімача по екранованому кабелю надходить на вхідне роз'яття підсилювача і потім через конденсатор C_2 на керуючу сітку лампи $\mathcal{L}_1$ попереднього підсилювача. Наступний каскад підсилювача — емітерний повторювач — складений на транзисторі T_1 . Сигнал, підсилений у першому каскаді, знімається з навантаження лампи $\mathcal{L}_1$ резистора R_4 і надходить на базу транзистора T_1 . Емітерний повторювач необхідний для того, щоб узгодити високий вихідний опір лампового каскаду з низьким вхідним опором транзисторного підсилювача.

Після емітерного повторювача (якщо перемикач Π_1 перебуває у верхньому положенні) сигнал через конденсатор C_4 надходить для дальшого підсилення на базу третього каскаду, складеного на транзисторі T_2 . За допомогою резистора R_8 можна регулювати гучність. Після підсилення з навантаження резистора R_{11} третього каскаду сигнал при нижньому положенні перемикача Π_{2a} надходить на базу четвертого каскаду підсилювача, складеного за схемою емітерного повторювача на транзисторі T_4 . Цей каскад навантажений на плавний регулятор тембру високих R_{19} і низьких R_{22} частот. Потім сигнал знову підсилюється каскадами на транзисторах T_5 та T_6 і надходить з резистора R_{30} на вихідний каскад підсилювача. Цей вихід на схемі позначений буквою *в*.



У нижньому положенні перемикача Π_1 до основного попереднього підсилювача приєднується пристрій, складений на транзисторах T_7 — T_{10} і призначений для різкої зміни тембру звучання гітари. Він складається з тригера на транзисторах T_8 і T_{10} та підсилювача на транзисторах T_7 і T_9 . Останній ввімкнутий емітерним повторювачем для узгодження щодо високого вихідного опору підсилювача на транзисторі T_7 з низьким вхідним опором тригера. Резистор R_{34} служить для зміни коефіцієнта передачі підсилювача (T_7). На виході тригера ввімкнуто подільник на резисторах R_{46} і R_{47} . Один з резисторів цього подільника змінний, з його допомогою можна змінювати форму імпульсів, регулюючи таким чином тембр.

У верхньому положенні перемикача Π_2 до підсилювача приєднують електронний вібратор, який часто називають генератором вібрато (рис. 37). Напруга з генератора вібрато надходить на базу транзистора T_3 (точка б), ввімкненого в емітерне коло транзистора T_2 , і змінює його опір.

Величина негативного зворотного зв'язку в третьому каскаді (транзистор T_2) змінюється залежно від зміни опору в емітері, а разом з тим змінюється і підсилення, забезпечуване транзистором T_2 , тобто спостерігається амплітудна модуляція сигналу з частотою генератора вібрато.

Рис. 37. Принципова схема генератора вібрато.

Завдяки тому, що режим роботи транзистора T_2 за постійним струмом не змінюється в процесі створення вібруючого звуку, коливання генератора вібрато не проникають у тракт підсилення, тому ефект «тупцювання» навіть при найглибшій модуляції не спостерігається.

Перемикач Π_3 призначений для ступінчастого регулювання тембру шляхом перемикання частотнозалежних елементів в останньому каскаді підсилювача, складеному на транзисторі T_6 .

Плавне регулювання тембру в підсилювачі забезпечує підняття і завал крайніх частот діапазону на 18 дБ. Ступінчасте регулювання має п'ять положень: широка смуга, підняття вищих частот, підняття нижчих частот і підняття на частотах 800 гц та 1,2 кГц.

Транзистор T_{11} працює із стабілітронами D_2 і D_3 як стабілізатор напруги колекторного живлення попереднього підсилювача.

Кінцевий підсилювач (рис. 38) складений на восьми транзисторах. Перший каскад складений за схемою із спільним емітером на транзисторі T_{12} зворотної провідності. Діоди D_4 і D_5 служать для підвищення температурної стабільності режиму транзистора T_{13} , що працює в другому каскаді кінцевого підсилювача.

Фазообертаючий каскад складений на транзисторах T_{14} і T_{15} різної провідності. Оскільки з існуючих транзисторів різної провідності важко підібрати пару, у якій були б однакові опори насичення, встановлено змінний резистор R_{59} для вирівнювання плечей

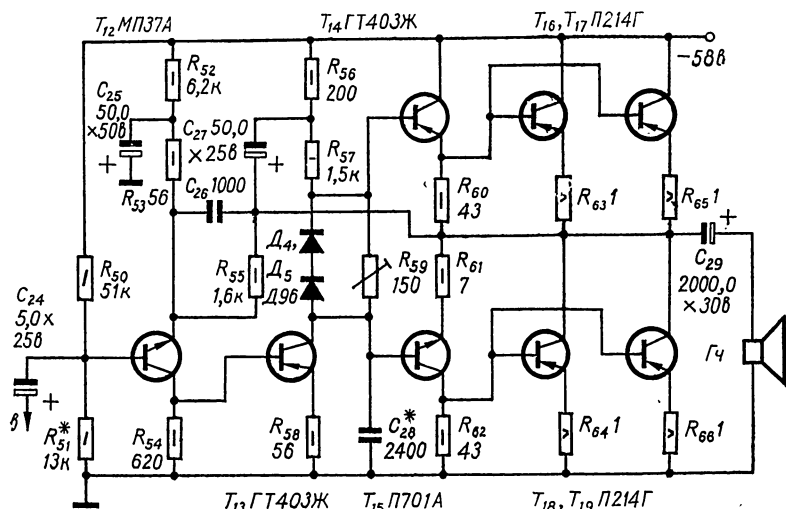


Рис. 38. Принципова схема кінцевого підсилювача.

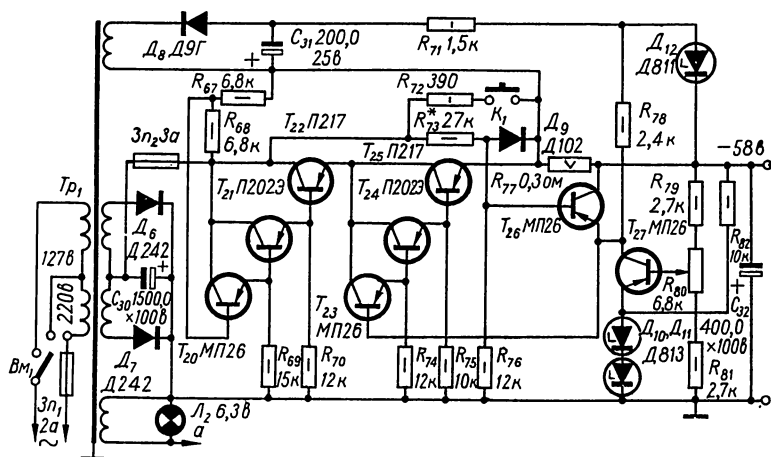


Рис. 39. Принципова схема стабілізованого випрямляча.

фазоінвертора. Вихідний каскад (підсилювач потужності) складений на чотирьох транзисторах T_{10} — T_{18} , ввімкнутих парами паралельно в кожному плечі.

Живиться підсилювач від стабілізованого випрямляча, схему якого зображено на рис. 39. Стабілізатор має електронний захист

від перевантажень, що забезпечує безінерційний захист транзисторів підсилювача. Плавкі запобіжники непридатні, бо транзистори при перевантаженнях виходять з ладу швидше, ніж перегорєє запобіжник. Випрямлена напруга стабілізується складеним емітерним повторювачем, виконаним на транзисторах T_{20} — T_{25} . Вихідну напругу можна регулювати змінним резистором R_{80} . Коли струм, що його споживає навантаження, зростає вище від граничного значення, відкривається транзистор T_{26} і напруга на виході зменшується. При усуненні причини, яка викликала спрацювання захисту, напруга на виході не відновлюється. Для повернення стабілізатора у вихідний режим треба замкнути контакти кнопки K_1 .

Трансформатор випрямляча складений на осерді трансформатора телевізора типу «Весна-2». Його первинна обмотка складається з 316 витків проводу марки ПЭВ-1 діаметром 0,69 мм, вторинна — з двох обмоток, кожна з яких містить 135 витків проводу ПЭЛ-1 діаметром 0,82 мм, обмотка ІІІ — з 45 витків проводу ПЭЛ діаметром 0,23 мм і розжарна — з 16 витків того самого проводу.

Транзистори вихідного каскаду і стабілізатора встановлюють на тепловідвідні радіатори. Для транзисторів підсилювача потужності потрібні радіатори площею не менше 800 см², для транзисторів стабілізатора (T_{24} і T_{25}) — 50 см².

СТЕРЕОФОНІЧНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ

Прості підсилювачі забезпечують досить добре відтворення низькочастотного сигналу, проте вони не створюють просторової картини звукосприйняття. Навіть коли такий підсилювач буде навантажений на кілька гучномовців, рознесених у просторі, слухачеві здаватиметься, що джерело звуку розташоване в одній точці. Тепер створено системи стереофонічного звуковідтворення, які відповідають вимогам найвибагливіших слухачів.

У багатьох кінотеатрах діють такі звукопідсилювальні установки, існують грамофонні пластинки із стереозаписом, деякі магнітофони створюють стереоефект, впроваджується стереофонічне радіомовлення, яке забезпечує природне і високоякісне звучання радіопередач.

При створенні носія стереофонічного запису звуку потрібно кілька рознесених у просторі мікрофонів, кожен з яких працює на окремий звуконосій (звукова доріжка на грампластинці або магнітофонній стрічці). При відтворенні запис, зроблений з кожного мікрофона, відтворюється окремим підсилювачем, навантаженим на свою акустичну систему. При відповідному розташуванні в просторі акустичних систем можна досить точно відтворити звукову картину.

У професіональних високоякісних звукових установках стереозапис провадиться по чотирьох, шести і навіть восьми каналах з великої кількості мікрофонів. Відповідно і відтворення здійснюється через стільки ж окремих підсилювачів.

У найпростіших випадках досить мати два мікрофони, дводоріжковий запис і два підсилювачі при відтворенні. Двоканальні системи стереофонії поширені в багатьох найпростіших промислових стереофонічних установках та радіолюбительських стереофонічних конструкціях і досить точно відтворюють просторову картину розташування джерел звуку, забезпечуючи природність звучання.

Розглянемо кінцеві пристрої апаратури, призначеної для стереофонічного відтворення готових записів або прослуховування стереопередач,— стереофонічні підсилювачі низької частоти.

Незалежно від характеру джерела сигналу (стереопрогравач, стереомагнітофон чи радіомовна передача) кінцева апаратура повинна містити два однакових підсилювачі і дві звуковідтворюючі акустичні колонки.

Потужність стереофонічного підсилювача повинна становити не менше 10—15 *вт* на кожний канал, що дає змогу зберегти великий динамічний діапазон, властивий звучанню музичних інструментів, тобто підсилювач повинен без будь-якого регулювання відтворювати найгучніші й найтихіші звуки оркестру, гітари або голосу співака.

Достатньої природності відтворення можна добитися, якщо смуга частот, відтворюваних підсилювачем, змінюється від 30 *гц* до 15 *кгц* при нерівномірності не більше ± 3 *дб*. Відношення *сигнал/шум* повинно бути не гірше 50 *дб*. Такий підсилювач має працювати від лінійного виходу магнітофона або радіоприймача, від електромагнітного або п'єзоелектричного звукознімача, електропрогравального пристрою чи електрогітари, до нього може бути приєднаний мікрофон і електромузичний інструмент.

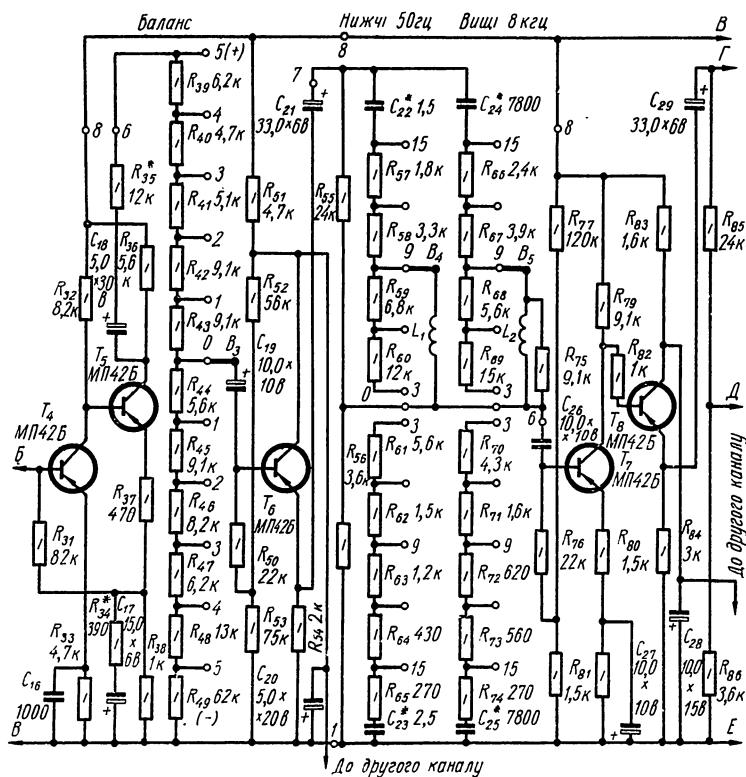
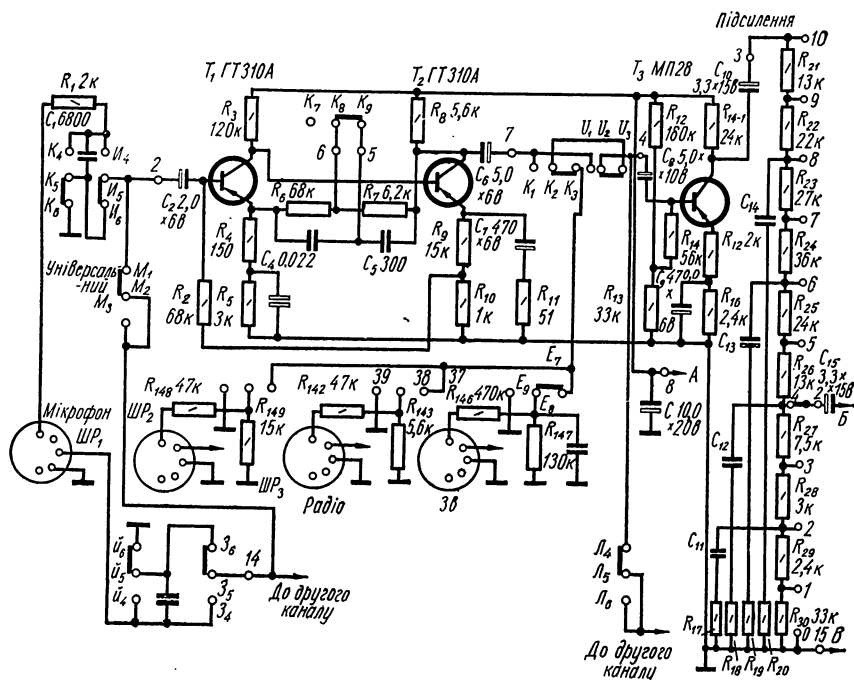
Основні технічні дані стереофонічного підсилювача

Чутливість з входу.

мікрофона	1 <i>мв</i>
електромагнітного звукознімача	2 <i>мв</i>
магнітофона і радіоприймача	250 <i>мв</i>
радіотрансляційної мережі	500 <i>мв</i>
Вихідна потужність	2 $\times$ 30 <i>вт</i>
Смуга частот при нерівномірності ± 1 <i>дб</i>	20—20000 <i>гц</i>
Коефіцієнт гармонік на 1000 <i>гц</i> при 10 <i>вт</i>	1%
Діапазон регулювання:	
тембру на 60, 200, 8000 і 15000 <i>гц</i>	± 15 <i>дб</i>
стереобалансу	± 5 <i>дб</i>
Перехідне затухання між каналами	—40 <i>дб</i>
Відношення <i>сигнал/шум</i>	Не менше 50 <i>дб</i>
Опір навантаження	5—100 <i>ом</i>
Джерело живлення	Мережа 220/127 <i>в</i>
Потужність у режимі мовчання	25 <i>вт</i>

Правий і лівий канали стереофонічного підсилювача цілком однакові, тому розглянемо лише один, принципову схему якого зображено на рис. 40.

При роботі підсилювача сигнал від мікрофона і електромагнітного звукознімача з розняття *Шр₁* через контакти перемикача роду



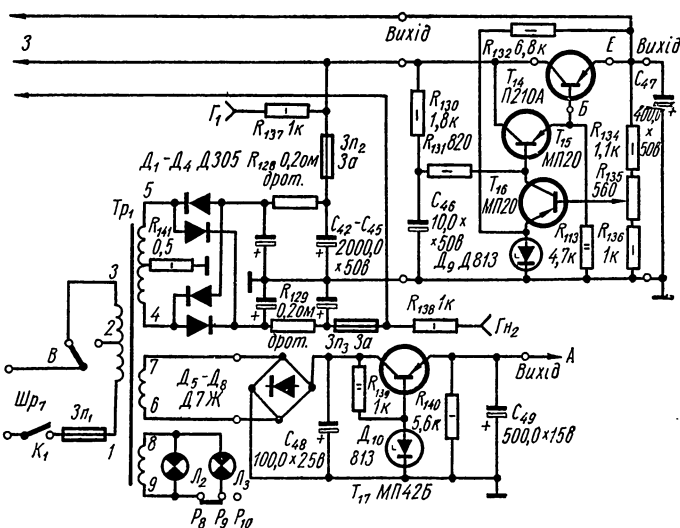
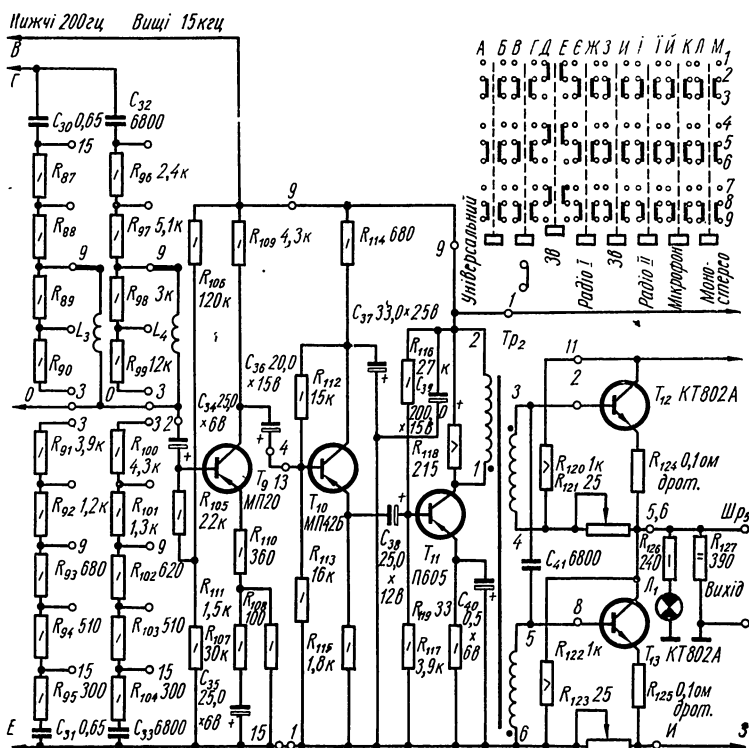


Рис. 40. Принципова схема одного каналу підсилювача.

робіт і конденсатор C_1 надходить на попередній підсилювач, виконаний на транзисторах $T_1—T_2$ за схемою з безпосереднім зв'язком. Обидва каскади підсилювача охоплені негативним зворотним зв'язком по постійному струму. Напруги зворотного зв'язку знімаються з емітера та колектора транзистора T_2 і через резистор R_4 та коректуючі ланцюжки R_6C_4 і R_7C_5 подаються відповідно на базу й емітер транзистора T_1 . При роботі від мікрофона елементи коректуючих ланцюжків через контакти перемикача роду робіт з'єднані послідовно, а при роботі від електромагнітного звукознімача — паралельно.

Далі в зазначених режимах роботи сигнал через контакти перемикача роду робіт надходить на базу транзистора T_3 . В інших режимах роботи вхід попереднього підсилювача замикається на «корпус», а коло, що з'єднує його з базою транзистора T_3 , розривається і сигнал з рознятів $\text{Ш}p_2—\text{Ш}p_4$ через перемикач роду робіт і конденсатор C_8 надходить на базу транзистора T_3 . Транзистор T_3 ввімкнутий за схемою з спільним емітером і охоплений негативним зворотним зв'язком по постійному струму. Напруга зворотного зв'язку утворюється на незашунтованому конденсатором резисторі R_{15} у колі емітера транзистора T_3 .

Зміщення на базу цього транзистора подається з подільника $R_{12}R_{13}$ через резистор R_{14} , а сигнал з колектора транзистора T_3 — на ступінчастий регулятор підсилення $R_{21}—R_{30}$ і далі на вхід коректуючих каскадів, виконаних на транзисторах T_4 і T_5 за схемою з безпосереднім зв'язком. Напруга зміщення на базу транзистора T_4 подається з резистора R_{38} , ввімкнутого в коло емітера транзистора T_5 .

Резистор R_{34} визначає напругу негативного зворотного зв'язку, яка знімається з резистора R_{38} . Його опір підбирають так, щоб забезпечувалась рівність підсилень правого і лівого каналів. З виходу коректуючих каскадів через розділовий конденсатор C_{18} сигнал подається на ступінчастий регулятор стереофонічного балансу. Опори резисторів $R_{39}—R_{48}$ регулятора вибирають такі, щоб дискретність установки від середнього положення перемикача регулятора стереофонічного балансу дорівнювала 1 дБ. З регулятора балансу сигнал надходить на емітерний повторювач, виконаний на транзисторі T_6 . Емітерний повторювач служить для узгодження каскаду підсилення на транзисторі T_5 і регулятора стереофонічного балансу із схемою регулювання тембру, яка має досить низький опір.

Регулювання тембру здійснюється на чотирьох частотах: 55 і 200 гц, 8 і 15 кгц. Після емітерного повторювача ввімкнуті смугові регулятори тембру на частоти 60 гц і 8 кгц, в яких використовується явище резонансу послідовного LC-контур. Регулювання тембру — дискретне. У положенні 6 перемикачів регулювання тембру частотна характеристика регулятора лінійна, бо задається лише активним подільником R_{55} і R_{56} . У положеннях 7—11 крива частотної характеристики піднімається. В цьому випадку до сигналу, що знімається з подільника $R_{55}R_{56}$, додається сигнал, який проходить на резо-

нансній частоті через контур L_1C_{22} для частоти 55 гц і L_2C_{24} для 3 кгц. Резистори $R_{57}—R_{60}$, вносячи затухання в контур, визначають величину підняття частотної характеристики на частоті 55 гц, а резистори $R_{66}—R_{69}$ — на частоті 8 кгц. Опори резисторів вибрано так, що регулювання тембру здійснюється з дискретністю $3 \pm 0,5$ дб.

У положеннях 1—5 перемикачів регуляторів тембру частотна характеристика має завал на частотах 55 гц і 8 кгц внаслідок шунтування контуром подільника $R_{55}R_{56}$. Резистори $R_{61}—R_{65}$ регулюють завал частотної характеристики на частоті 55 гц, а резистори $R_{70}—R_{74}$ — на частоті 8 кгц. Резистор R_{75} служить для встановлення добротності і необхідної ширини смуги пропускання в зоні частоти 8 кгц.

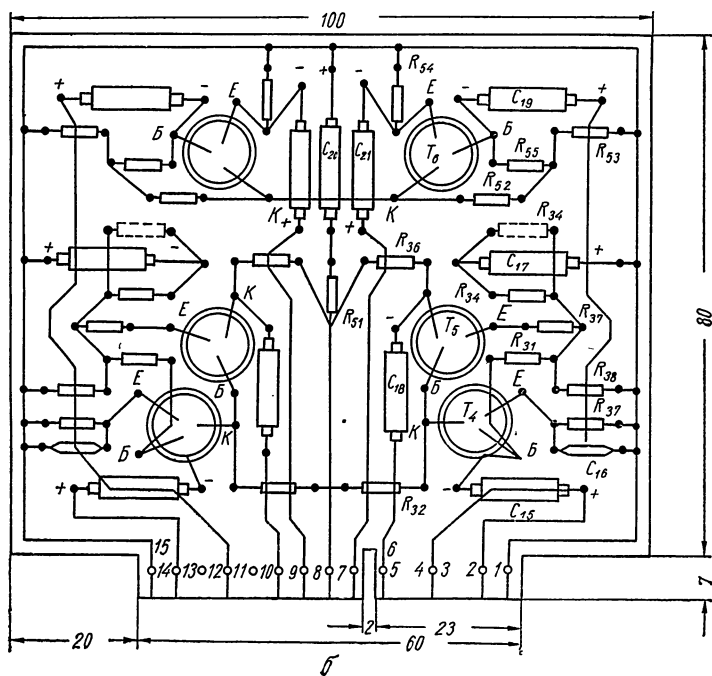
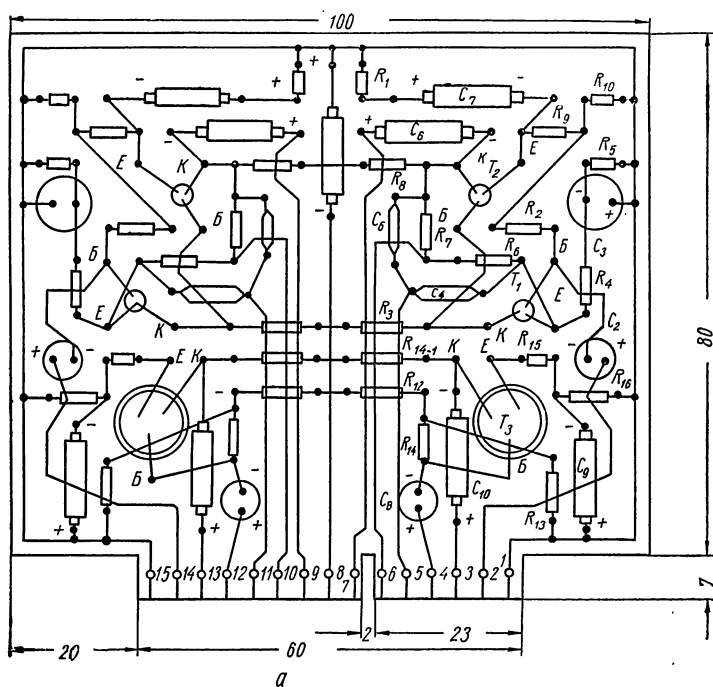
Після регулятора тембру сигнал надходить на підсилювальний каскад, складений на транзисторі T_7 . Цей каскад служить для компенсації ослаблення сигналу в схемі регулювання. Напруга зміщення на базу транзистора T_{13} подається з подільника $R_{77}R_{78}$ через резистор R_{76} .

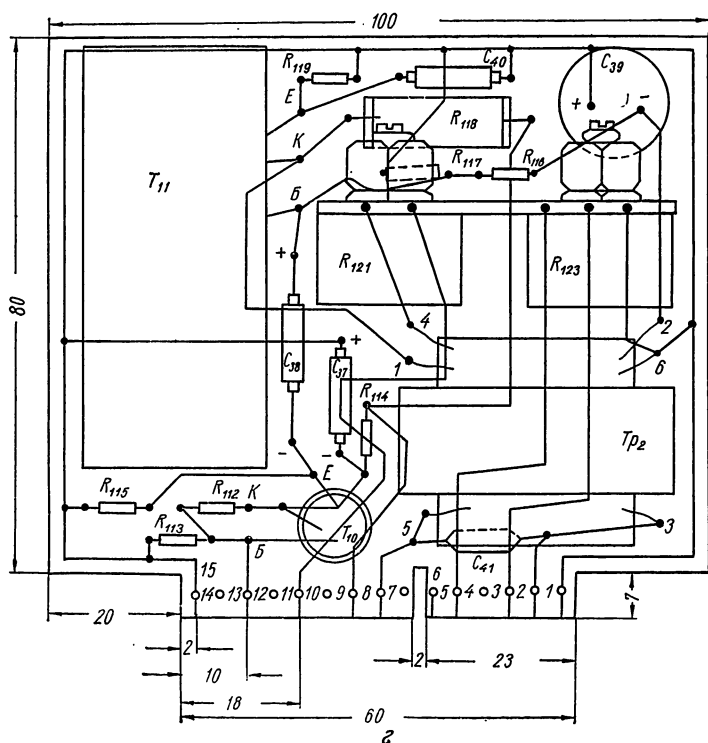
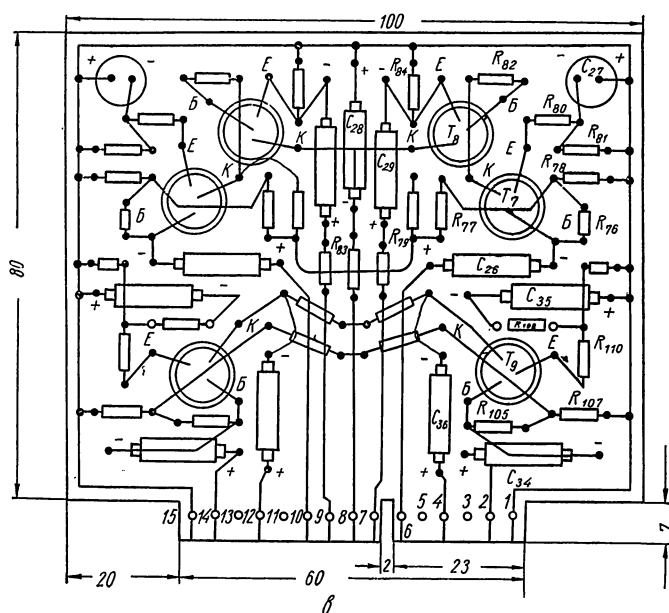
З виходу каскаду сигнал надходить на емітерний повторювач, виконаний на транзисторі T_8 , і потім на смуговий регулятор тембру, настроєний на частоти 200 гц і 15 кгц. Емітерний повторювач служить для тих же цілей, що й емітерний повторювач, складений на транзисторі T_6 . Схема регулювання тембру аналогічна вже описаній схемі регулювання для частот 55 гц і 8 кгц.

Після схеми регулювання тембру на 200 гц і 15 кгц ввімкнутий каскад підсилення на транзисторі T_9 , який компенсує ослаблення сигналу в регуляторі тембру, емітерний повторювач на транзисторі T_{10} і передкінцевий каскад підсилювача потужності на транзисторі T_{11} . Резистор R_{108} вирівнює коефіцієнт підсилення в обох каналах підсилювача. Напруга зміщення на базу транзистора емітерного повторювача подається з колектора транзистора T_{10} через подільник $R_{112}R_{113}$. Резистор R_{114} зменшує потужність, розсіювану транзистором T_{10} .

Передкінцевий каскад підсилювача потужності навантажений на узгоджувальний фазоінверсний трансформатор Tr_2 . Його первинна обмотка одним кінцем приєднана до колектора транзистора T_2 , а другим через конденсатор C_{39} — до «корпусу». Постійна складова струму колектора транзистора T_{11} через обмотку не проходить, а замикається через резистор R_{118} . Така схема дає змогу зменшити габаритні розміри фазоінверсного трансформатора і дістати більше підсилення за потужністю.

Напруга зміщення на базу транзистора T_{11} подається з його колектора через первинну обмотку фазоінверсного трансформатора і подільник $R_{116}R_{117}$. Конденсатор C_{40} коректує частотну характеристику на вищих звукових частотах. З вторинних обмоток трансформатора Tr_2 сигнал у протифазі подається на бази вихідних транзисторів T_{12} і T_{13} . Напруга зміщення на бази цих транзисторів з подільників $R_{120}R_{121}$ (на T_{12}) і $R_{122}R_{123}$ (на T_{13}) надходить через





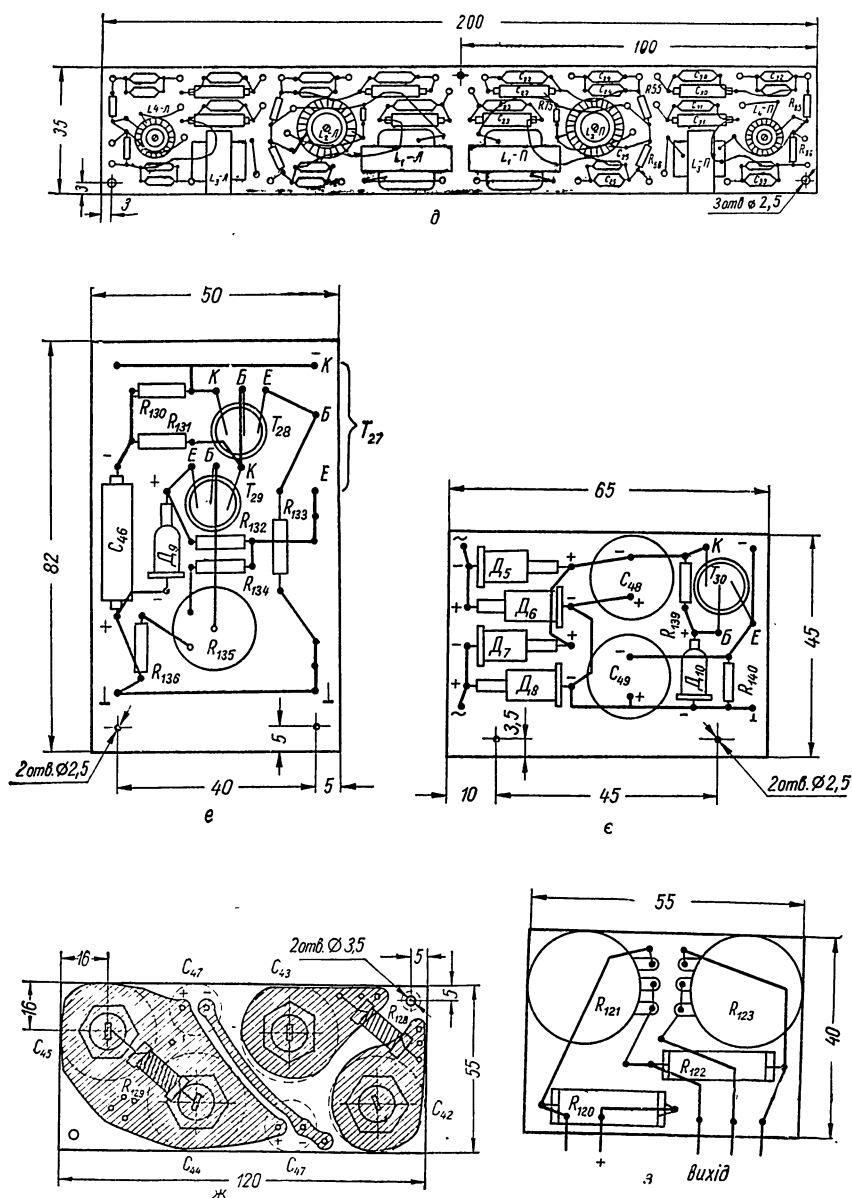


Рис. 41. Креслення першої (а), другої (б), третьої (в), четвертої (г), п'ятої (д), шостої (е), сьомої (є), плати подільників зміщення (ж) і восьмої (з) друкованої плати.

вторинні обмотки трансформатора Tr_2 . Напруга зміщення визначає режим вихідних трансформаторів. Її вибирають, виходячи з мінімуму перехідних спотворень і мінімуму струму, що споживається в режимі мовчання. Напруга зміщення встановлюється резисторами R_{121} і R_{123} окремо для кожного транзистора.

Для компенсації зростання початкового струму від нагріву транзисторів при роботі їх на великих вихідних потужностях (понад 15 *вт*) паралельно регульовальним резисторам рекомендується ввімкнути терморезистори опором 75—100 *ом*. Це ускладнює конструкцію. Відсутність терморезисторів завдяки застосуванню кремнієвих транзисторів практично не погіршує параметрів підсилювача, бо початковий струм кремнієвих транзисторів слабо зростає із збільшенням температури.

Вихідні каскади підсилювача складені за схемою з роздільними джерелами живлення, тому навантаження (звукова колонка) приєднується до виходу підсилювача (розняття $Шp_5$) без перехідного конденсатора. До вихідних гнізд підсилювача приєднаний резистор R_{127} , через який при відсутності навантаження проходить постійна складова струму вихідних транзисторів. Паралельно навантаженню підсилювача ввімкнута лампа L_3 , яка реєструє режим перевантаження вихідних транзисторів. Яскравість її світіння можна підібрати за допомогою резистора R_{126} . Принцип реєстрації аналоговий: чим більший сигнал, тим яскравіше світиться лампа.

Живиться стереофонічний підсилювач від випрямляча із стабілізованою напругою живлення. Вихідні транзистори живляться від випрямлячів, складених на діодах D_1 — D_3 та D_2 — D_4 і розрахованих на напругу —20 і +40 *в*, через фільтри $C_{42}R_{128}C_{43}$ та $C_{44}R_{120}C_{45}$. Після фільтрів для захисту вихідних транзисторів від коротких замикань ввімкнуті запобіжники Zan_2 і Zan_3 . Стабілізатор живиться від випрямляча напругою — 40 *в*. Вихідна напруга стабілізатора — 32 *в*. Від стабілізатора на транзисторах T_{27} — T_{29} живляться каскади підсилювача, складені на транзисторах T_7 — T_{22} .

Каскади попереднього підсилення T_1 — T_5 живляться від окремого малопотужного випрямляча D_5 — D_8 із стабілізатором, виконаним на одному транзисторі T_{17} . На малопотужний випрямляч напруга надходить від окремої обмотки силового трансформатора Tr_1 , що зменшує можливість самозбудження підсилювача і знижує рівень фону. Від обмотки 4—5 силового трансформатора живляться сигнальні лампи L_1 і L_2 . Коли підсилювач працює у стереофонічному режимі, горять обидві лампи, у монофонічному — одна. Гнізда G_1 і G_2 на виході фільтрів випрямляча служать для контролю напруг +40 і —40 *в*.

Всі вузли стереофонічного підсилювача змонтовані на окремих друкованих платах, укріплених на спільному збірному шасі. Плати з'єднуються одна з одною і з регульовальними елементами підсилювача за допомогою спеціальних розняттів для друкованого монтажу на 15 контактів типу РПС. Конструктивно кожен блок підсилювача являє собою функціонально закінчений вузол, що дає змогу викорис-

товувати його при виготовленні інших апаратів: монофонічних підсилювачів, магнітофонів, електрофонів тощо.

На першій платі (рис. 41, а) складені мікрофонні підсилювачі і перші каскади попередніх підсилювачів; на другій (рис. 41, б) — другий і третій каскади попередніх підсилювачів та емітерні повторювачі обох каналів; на третій (рис. 41, в) — каскади стереофоніч-

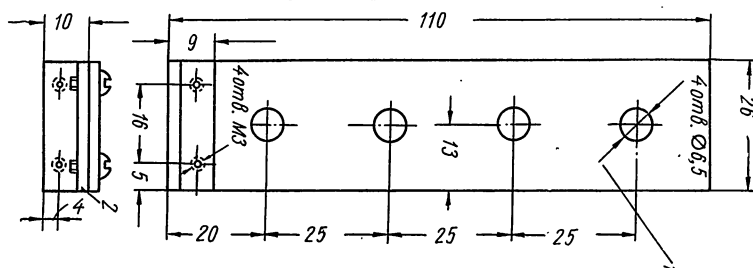


Рис. 42. Кронштейн для діодів випрямляча:

1 — з текстоліту; 2 — з кутника дюралюмінію розмірами $2,5 \times 2,5 \times 2,5$ мм.

ного підсилювача, виконані на транзисторах T_7 — T_9 ; на четвертій (рис. 41, з) — емітерний повторювач і передкінцевий каскад підсилювача на транзисторі T_{11} з фазоінверсним трансформатором Tr_2 (транзистор T_{11} встановлений на радіаторі); на п'ятій (рис. 41, д) — коректуючі контури регуляторів тембру; на шостій (рис. 41, е) — стабілізатор на напругу — 32 в (вихідний транзистор стабілізатора встановлений окремо на радіаторі); на сьомій (рис. 41, е) — стабілізатор на напругу 12 в; на восьмій (рис. 41, з) — конденсатори фільтрів випрямлячів на + 40; — 40 і — 32 в. На рис. 41, ж

подано креслення плати, на якій розміщені подільники напруги зменшення на базах вихідних транзисторів.

Діоди випрямлячів установлені на кронштейні зізоляційного матеріалу (рис. 42).

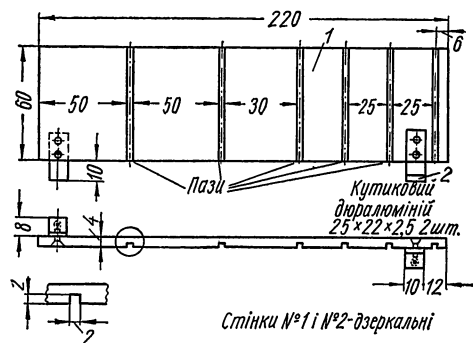


Рис. 43. Напрямна рейка:

1 — з органічного скла або текстоліту; 2 — з кутника дюралюмінію розмірами $2,5 \times 2,5 \times 2,5$ мм.

На окремих радіаторах розміщені вихідні транзистори T_{12} і T_{13} .

На металевому кронштейні розмірами 45×90 мм встановлені вхідні роз'єкти, на кронштейні розмірами 100×32 мм — роз'єкти ввімкнення мережної напруги, перемикач напруги живлення, мережний запобіжник, запобіжники випрямляча на ± 40 в і гнізда контролю цієї напруги.

Силовий трансформатор Tr_1 , радіатори з вихідними транзисторами підсилювача і стабілізатора на напругу — 32 в, перша — чет-

верта, шоста— восьма монтажні плати, кронштейни з діодами D_1 — D_4 , з вихідними і мережними роз'язтями, вихідні роз'язтя і кронштейни кріплення передньої панелі встановлені на текстолітовій основі завтовшки 5 мм. Перші чотири плати конструктивно розміщені у спільній ланці, причому напрямні рейки (рис. 43) ланок виконані

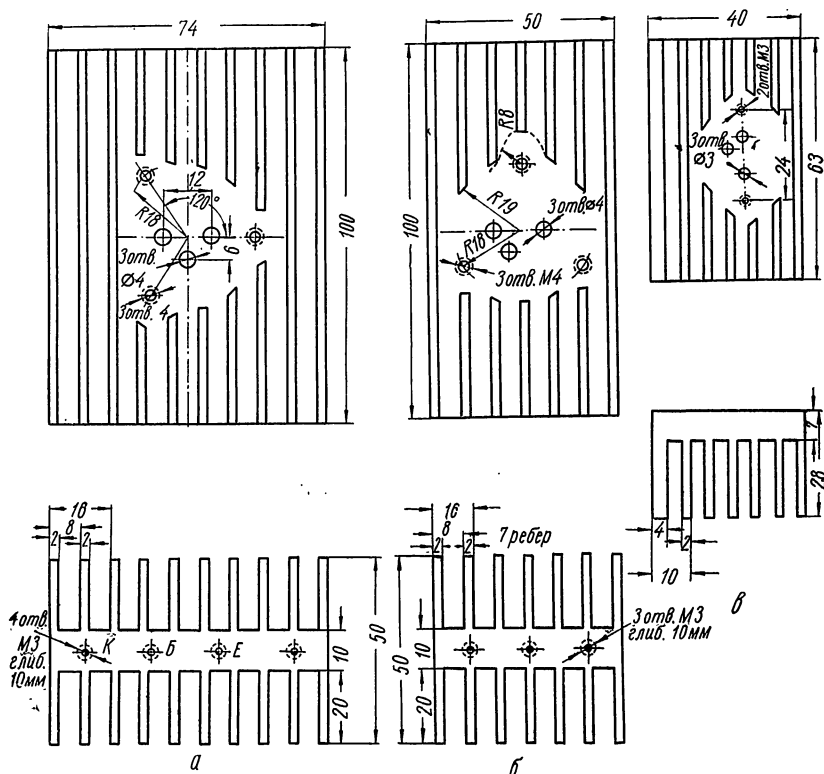


Рис. 44. Радіатор для вихідних транзисторів (а), для транзисторів стабілізатора (б) і для передкінцевих транзисторів (в).

так, що плати вставляються в них згори. Роз'язтя цих плат кріплять до основи. Радіатори вихідних транзисторів, транзисторів стабілізатора на напругу — 32 в і передкінцевого підсилювача потужності показані на рис. 44, а, б, в. Радіатори виготовлені з дюралюмінію Д16Т.

На текстолітовій основі до кронштейнів кріплять передню панель. На ній встановлені кнопка вмикання живлення, сигнальні лампочки, перемикачі регуляторів підсилення, стереофонічного балансу, тембрів та роду роботи і п'ята монтажна плата з контурами регуляторів тембру, а також деякі елементи схеми, які не стоять на платах.

Механізм перемикача роду робіт використовують від кнопкового перемикача радіоприймача «ВЭФ-Радио». Оскільки розпайка перемикача провадиться монтажним проводом, то отвори під виводи зміцнюють мідними пістонами, що дає змогу запобігти пошкодженню друкованого монтажу. Плата укріплена на перемикачі чотирма гвинтами. Рухомі планки клавішів перемикача з'єднані з рухомими контактними системами приводом, виконаним з хорошого сталюого дроту діаметром 0,8 мм. Для додержання «єдиної лінії»

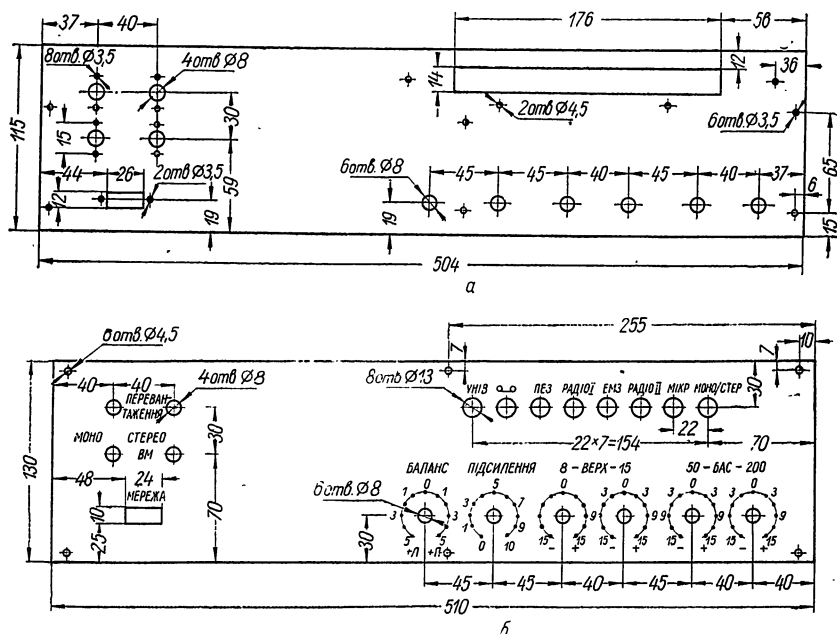


Рис. 45. Передня панель (а) і фальшпанель (б) підсилювача.

в зовнішньому вигляді пластмасові прямокутні клавіші замінено на круглі, виточені з дюралюмінію. Для їх встановлення кінці планок, де були пластмасові клавіші, загнуто під кутом 90°, у них просвердлено отвори діаметром 3 мм і гвинтами укріплено нові металеві клавіші. Креслення передньої панелі подано на рис. 45, а. Панель виконана з дюралюмінію Д16Т завтовшки 2 мм.

Текстолітову основу з деталями і передньою панеллю вставляють у дерев'яний корпус і прикріплюють до його дна за допомогою ніжок, які вкручуються в спеціальні втулки. Осі ніжок проходять через отвори в дні корпусу. Габаритні розміри корпусу 510 × 130 × 220 мм. З переднього боку до корпусу на кутниках кріплять утоплену фальшпанель (рис. 45, б). Панель виконана з дюралюмінію Д16Т завтовшки 1,5 мм. Позаду корпус підсилювача закривають стінкою з отворами для вентиляції і приєднання шнурів живлення, звукових колонок та сигнальних шлангів.

У стереофонічному підсилювачі застосовано такі деталі: резистори R_1 — R_{117} , R_{127} , R_{128} , R_{140} — типу МЛТ, R_{118} складається з двох паралельно з'єднаних резисторів типу МЛТ потужністю 2 *вт* опором 430 *ом*, R_{120} і R_{122} — з двох паралельно з'єднаних резисторів типу МЛТ опором 2 *ком* кожний, R_{121} , R_{123} — змінні дротяні типу ППЗ, R_{124} , R_{125} , R_{128} , R_{129} , R_{130} , R_{136} , R_{137} — дротяні, намотані на корпусах резисторів типу ММТ-2 потужністю 2 *вт*; електролітичні конденсатори C_2 , C_3 , C_{39} , C_{47} , C_{48} , C_{49} типу К50-36, решта типу ЭМ, К53-1 «Тесла», постійні конденсатори типу КЛС і КМ; перемикачі регуляторів підсилення, стереобалансу і тембрів типу 11П27ЦМ; індикаторні лампочки типу КМ; L_1 і L_2 — на 6 *в*, L_3 і L_4 — на 12 *в*; кнопка вмикання живлення K_1 — від настільної лампи; перемикач напруги мережі B_2 — тумблер типу Т1.

Дані щодо намотки трансформаторів і котушок корекції наведено в табл. 9.

Таблиця 9

Елемент схеми (рис. 45)	Позначення виводу	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм
Tr_1	1—2	500	ПЭВ-1 0,43
	2—3	400	ПЭВ-1 0,35
	4—5	112+112	ПЭВ-1 0,91
	6—7	52	ПЭВ-1 0,27
	8—9	24	ПЭВ-1 0,27
Tr_2	1—2	400	ПЭВ-1 0,35
Tr_3	3—4	315	ПЭВ-1 0,35
	5—6		
L_1	—	240	ПЭВ 0,27
L_2	—	300	
L_3	—	350	
L_4	—	130	

Примітки: 1. Котушки L_1 і L_2 намотані на феритовому кільці М-1000, L_2 і L_4 — на кільці М-2000.

2. Осердя трансформатора Tr_1 набране з пластин Ш20×40, а Tr_2 і Tr_3 — з пластин Ш12×16.

3. Габаритні розміри осердя котушок корекції такі: L_1 і L_2 — 10×5×4 мм; L_3 — 16×8×4 мм; L_4 — 10×5×4 мм.

Таблиця 10

Трансформатор	Напруга, в		
	бази U_6	емітера U_e	колектора U_k
T_1	0,75	0,55	2,7
T_2	2,7	2,3	8
T_3	1,5	1,3	6
T_4	1,8	2,4	3,8
T_5	3,8	3,6	16
T_6	6,0	5,6	16
T_7	6,0	5,6	14
T_8	5,4	3,8	16
T_9	5,6	4,4	17
T_{10}	8,7	7,6	16
T_{11}	2,6	2,2	13
T_{12}, T_{13}	0,05	0,02	40
T_{14}	32,5	32,0	40
T_{15}	33,0	32,5	40
T_{16}	13,3	13,0	33
T_{17}	13,0	12,4	18

Для налагодження стереофонічного підсилювача потрібні такі вимірювальні прилади: ламповий вольтметр, генератор звукової частоти, осцилограф, вимірювач нелінійних спотворень, вольтметр змінної напруги або вимірювач рівня і еквіваленти навантаження — два резистори опором 8—12 *ом* на 50 *вт*.

Налагодження починають з перевірки режимів роботи транзисторів. Дані повинні відповідати наведеним у табл. 10. Настроювання слід починати з вихідних каскадів ПНЧ. Режими роботи вихідних транзисторів установлюють потенціометрами R_{123} і R_{124} . У вихідних каскадах рекомендується застосовувати транзистори з ідентичними характеристиками. Робота цих каскадів перевіряється при подачі на вхід емітерного повторювача T_{10} напруги звукової частоти 1 в. Якщо монтаж виконаний правильно і режими роботи транзисторів відповідають даним, наведеним у табл. 10, вольтметр змінного струму, приєднаний до навантаження, має показувати напругу не менше 17 в. При цьому у формі вихідного сигналу не повинно бути видимих спотворень (перевіряють за зображенням на екрані осцилографа).

Далі настроюють регулятори тембру, що працюють на частоті 200 гц і 15 кгц. Для цього їх ставлять у середнє положення, а сигнал частотою 1000 гц і напругою 5 в з генератора звукових частот подають на базу транзистора T_6 третьої друкованої плати. Якщо дані режимів роботи транзисторів T_6 — T_{10} відповідають наведеним у табл. 10, то напруга на навантаженні підсилювача повинна дорівнювати 17 в. Аналогічну перевірку проводять і в другому каналі підсилювача. Підсилення обох каналів повинно бути однаковим. Відмінності усувають підстроювальним резистором R_{108} . Потім перевіряють роботу регулятора тембру в максимальних 1—5 і мінімальних 7 і 11 положеннях. Величини підняття і завалу частотних характеристик на частотах 200 гц і 15 кгц повинні відповідати даним, наведеним в описі. Якщо дискретність регулювання тембру не укладається в норму, то слід заново підібрати резистори подільників регуляторів тембру. Далі, перевіривши режими транзисторів T_4 — T_6 , приступають до настроювання регуляторів тембру, які працюють на частотах 55 гц і 8 кгц. Для цього сигнал 250 мв з виходу звукового генератора подають на вхід «радіо П». У середніх положеннях усіх регуляторів тембру частотна характеристика повинна бути лінійною в межах від 30 гц до 15 кгц. Рівність підсилення по обох каналах стереофонічного підсилювача встановлюють підстроювальним резистором R_{34} . Потім перевіряють роботу підсилювача від мікрофонного входу і входів звукознімачів. Рівність підсилення мікрофонних підсилювачів обох каналів установлюють резисторами R_4 і R_{11} .

Потім перевіряють перехідне затухання між каналами стереофонічного підсилювача. Для цього до навантаження лівого каналу приєднують вольтметр постійного струму. Встановлюючи регулятори тембру в середнє положення, при максимальному підсиленні вимірюють напругу шумів цього каналу. Не змінюючи положення регуляторів, на вхід «мікро» правого каналу подають сигнал частотою 1000 гц і напругою 1 мв. Вимірюють напругу на навантаженні лівого каналу. Від одержаного результату віднімають напругу шумів. Одержана різниця відповідатиме напрузі, яка проникає з одного, працюючого каналу підсилювача в другий, непра-

цюючий. Відношення максимального сигналу (близько 17 в) до одержаної різниці напруг, виражене в децибелах, — це перехідне затухання між каналами. В даному підсилювачі воно повинно бути не меншим від 40 дб .

Аналогічно перевіряють вплив лівого каналу на правий. Якщо перехідне затухання гірше від 40 дб , то застосовують розділові екрани між платами перемикачів регуляторів підсилення, тембру і стереофонічного балансу в обох каналах підсилювача.

Стереофонічний підсилювач працює з широкосмуговими звуковими колонками потужністю близько 38 вт , габаритні розміри яких $480 \times 950 \times 350 \text{ мм}$. У кожній з колонок встановлено вісім гучномовців: один — 25ГДО-1, два — 4ГД4 і п'ять — 1ГД1.

Схему ввімкнення гучномовців у кожній колонці показано на рис. 46.

Передні стінки колонок виготовлені з деревно-стружкових плит завтовшки 25 мм , решта — з таких самих плит завтовшки 20 мм . Внутрішні стінки колонок обклеєні поролоновим килимком. Для жорсткості стінки скріплені дерев'яними брусками по всій довжині стику. Місця з'єднання проклеєні казеїновим клеєм. Зовні колонки фанеровані цінними породами дерева.

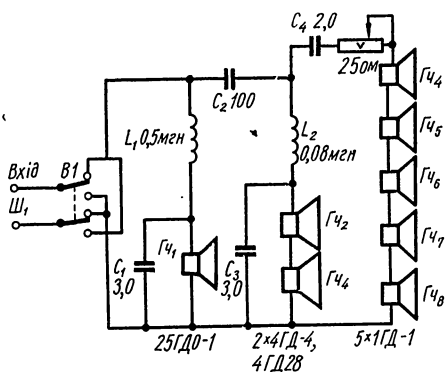


Рис. 46. Схема ввімкнення гучномовців в акустичній колонці.

ЕЛЕКТРОМУЗИЧНІ ІНСТРУМЕНТИ

ЕЛЕКТРОГІТАРА

Дедалі більшу популярність здобуває електрогітара. В супроводі джазових колективів вона звучить у великих концертних залах і на молодіжних вечірках. Естрадні ансамблі виступають під акомпанемент електрогітаристів. Міжнародні конкурси естрадних вокалістів немислимі без супроводу електрогітари.

Популярність електрогітари можна пояснити багатьма причинами. Завдяки електронному підсилювачеві звичайна гітара, яку досі могла чути лише невелика кількість слухачів, стала доступною тисячній аудиторії. Електроніка надала звучанню гітари зовсім нових відтінків і зробила її інструментом справді універсальним.

Виготовити електрогітару під силу майже кожному радіолюбителю. Укріпивши під струнами звичайної акустичної гітари

спеціальний звукознімач, можна перетворити її в найпростішу електрогітару. Слабкий електричний сигнал, що виникає під час гри на такій гітарі, подають на підсилювач низької частоти.

Якщо скористатися готовим підсилювачем, наприклад, від радіоприймача або кіноустановки, то виготовити треба буде тільки звукознімачі. Існує кілька типів ємнісних п'єзозвукознімачів, але вони складні і не забезпечують необхідної якості звуковідтворення. Річ у тому, що дека гітари, крім коливань струн, сприймає сторонні шуми, а це знижує якість звучання і може призвести до небажаних позитивних акустичних зв'язків, які спричинятимуть самозбудження системи дека гітари — датчик — підсилювач. Крім цього, прослухуються звуки, які виникають при перебиранні ладів, шурхіт від тертя гітари об одяг виконавця і гучні сторонні шуми, що резонують з декою. Майже вільний від цих недоліків електромагнітний звукознімач.

Розглянемо виготовлення кількох типів магнітних звукознімачів. У різних конструкціях електрогітар використовують від одного до трьох звукознімачів.

Принцип роботи електромагнітного звукознімача такий. Постійний магніт, поле якого повинно бути однорідним щодо струн, розміщують під струнами. Струни, виготовлені з сталюого дроту, феромагнітні. Під час гри на гітарі струни, переміщуючись поперек напрямку магнітних силових ліній, спричиняють зміну магнітного поля постійного магніту. Якщо постійний магніт помістити всередині котушки з тонким проводом, то незначні зміни магнітного поля наведуть у цій котушці е. р. с., частота якої відповідатиме частоті коливань струни. Слабкий сигнал, одержуваний на котушці датчика, підсилюється і потім перетворюється гучномовцями в звукові коливання. За законом електромагнітної індукції е. р. с. наводиться і в самій струні, тому можна було б обійтися без котушки, знявши сигнал безпосередньо з струни. Однак при цьому він надто слабкий, бо в утворенні його напруги бере участь тільки один провідник — струна. Котушка ж має іноді кілька тисяч витків, які дають змогу підсилювати сигнал у десятки разів. Крім цього, конструкція гітари значно ускладнюється, бо треба старанно ізолювати кожну струну, а підсилювач повинен мати шість входів.

Недоліком електромагнітного звукознімача слід вважати і те, що напруга сигналу в котушці лише тоді пропорційна амплітуді коливань струни, коли остання, рухаючись, перетинає магнітні силові лінії під прямим кутом. Однак під час гри на гітарі струна коливається не в одній площині. Внаслідок цього виникають своєрідні спотворення. В деяких випадках вони надають звучанню гітари «електронного відтінку».

Електромагнітний звукознімач повинен забезпечити таку е. р. с. сигналу, яка була б достатньою для підсилення у відтворюваній смузі частот. Чим більша е. р. с. сигналу, тим простішою може бути конструкція підсилювача. Чутливість датчика-звукознімача повинна бути мінімальною до зовнішніх електромагнітних полів.

Цього досягають добором положення датчика щодо струн, формою осердя, його екрануванням. Внутрішній опір котушки датчика повинен бути невеликим. Виконати ці суперечливі вимоги на практиці буває важко, тому доводиться йти на компроміс.

В електрогітарах використовуються найрізноманітніші датчики-звукоснімачі. Конструкцію одного з найпоширеніших звукоснімачів показано на рис. 47. Осердя такого датчика являє собою прямокутний брусок з магнітного сплаву або твердої вуглецевої сталі. Це може бути частина підковоподібного магніту, кусок плоского напилка, з якого знято насічку, тощо. Перед виготовленням датчика осердя слід намагнітити. Для цього на осердя намотують 200—300

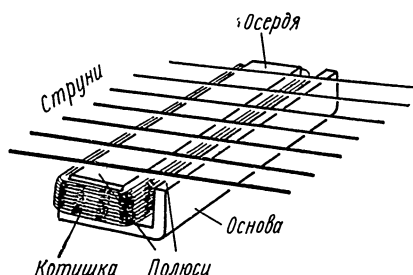


Рис. 47. Конструкція найпростішого звукоснімача.

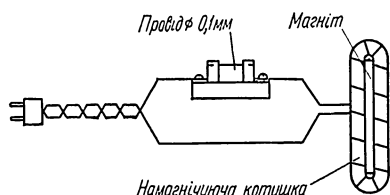


Рис. 48. Схема намагнічування осердя.

витків з ізолюваного проводу діаметром 0,5—0,8 мм. Можна використати багатожильний монтажний провід такого самого перерізу. До одного з кінців цієї тимчасової обмотки приєднують відрізок тонкого мідного дроту діаметром 0,1 мм завдовжки 20—30 см, який служитиме плавкою вставкою запобіжника. У загальне коло послідовно вмикають тимчасову обмотку, відрізок тонкого мідного дроту і звичайний мережний вимикач так, як показано на рис. 48. Довжина проводу від вимикача до вставки запобіжника повинна становити не менше 2 м. Потім при розімкнутому вимикачі вставляють обидва вільних добре заізолюваних кінці проводу в розетку мережі. Замикають коло живлення тимчасової котушки. У момент ввімкнення по котушці піде дуже великий струм, запобіжник розплавиться і розірве коло живлення котушки. Під час проходження по котушці струму великої сили навколо неї утворюється значне магнітне поле, і осердя намагнічується. Сила притягання магніту повинна бути такою, щоб він утримував залізні речі вагою до 300—400 г. Якщо магнітні властивості осердя недостатні, операцію намагнічування слід повторити.

Таке намагнічування слід провадити дуже обережно. Коли проводи ввімкнуті в мережу, не можна торкатися навіть однією рукою неізолюваних ділянок кола. Краще взагалі не чіпати проводи й осердя навіть при розімкнутому вимикачі. Замикаючи коло живлення котушок, треба перебувати на відстані не менше 2 м від

плавкої вставки (відрізка тонкого мідного дроту), яку бажано прикрити пластиною ізоляційного матеріалу для того, щоб бризки розплавленого металу не потрапляли на відкриті ділянки шкіри. Поблизу плавкої вставки не повинно бути легкозаймистих матеріалів.

Намагнічене осердя обгортають двома-трьома шарами цупкого паперу і акуратно намотують на нього 1000—2000 витків з проводу марки ПЭВ або ПЭЛ діаметром 0,05—0,1 мм. Щоб витки обмотки не сповзали з осердя, їх перекладають смужками тонкого паперу, як при безкаркасному намотуванні трансформаторів. Основу датчика-звукознімача роблять із смужки м'якої сталі. Осердя приклеюють до основи клеєм БФ-2 або БФ-4. Готовий звукознімач приклеюють або прикріплюють шурупами до деки гітари і закривають декоративним корпусом, виконаним з тонкої пластмаси, листової латуні або будь-якого іншого немагнітного матеріалу.

Датчик з одним магнітним осердям найпростіший у виготовленні, проте він не забезпечує високої якості відтворення звуку. Річ у тому, що магнітне осердя створює значні поля розсіювання, внаслідок чого позначається вплив сусідніх струн. Крім того, такий звукознімач, якщо його навіть помістити в латунний декоративний корпус, який слугує електростатичним екраном, зазнає впливу завад і сприймає сторонні механічні шуми.

Кращі результати дістають, розміщуючи під кожною струною невеликий магніт з окремою котушкою, причому обмотки в сусідніх котушках виконуються назустріч одна одній. Для такого звукознімача зручно використати електромагніти від навушників. Іноді доводиться переробляти їх магнітну систему з тим, щоб зменшити відстань між магнітами, яка повинна дорівнювати відстані між струнами. Магнітні системи деяких типів навушників точно підходять для звукознімачів, бо відстань між середніми лініями полюсних наконечників у них дорівнює 9 мм, що відповідає відстані між струнами. Котушки електромагнітів навушників намотані назустріч одна одній. Слід лише так встановити сусідні магнітні системи, щоб котушки, розташовані поруч, були намотані зустрічно. Обмотки всіх електромагнітів вмикають послідовно. Магнітні системи приклеюють до основи з немагнітного матеріалу (латунь, гетинакс) завтовшки 5 мм, яку укріплюють на деці гітари. Конструкцію такого звукознімача показано на рис. 49.

Складніший звукознімач, який дає змогу регулювати висоту осердь і тим самим відстань між осердями і струнами, показано на рис. 50. Осердя можуть бути квадратного або круглого перерізу. Кожне осердя вільно переміщується в котушці, і його можна зафіксувати в певному положенні стопорним гвинтом. У цьому звукознімачі осердя і основу виготовляють з магнітного матеріалу.

Каркаси котушок склеюють з тонкого гетинаксу або пресшпану. Обмотку намотують з проводу марки ПЭЛ або ПЭВ діаметром 0,08—0,1 мм. Кожна котушка містить 300—400 витків. Котушки звукознімача з'єднують послідовно. Датчик з попереднім підсилювачем і регулятором тембру екранують гнучкою металевою панчо-

хою, які з'єднують з основою і спільним проводом, приєднаним до «землі». Не можна використовувати екрануючу панчоху як другий провід. Монтаж слід провадити двожильним екранованим проводом.

Однак найпростіша адаптеризація акустичних гітар не може задовольнити всіх вимог, яким повинна відповідати сучасна електрогітара. У звичайної гітари при сольному виконанні використовується 12—14 ладів. Для електрогітари буває недостатнім використання навіть 20 ладів. Тому доводиться змінювати форму і конструкцію гітари. В електрогітарах для створення вільного доступу до всього грифа роблять глибокі вирізи в деці.

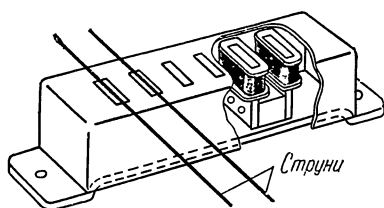


Рис. 49. Конструкція звукознімача з навушників.

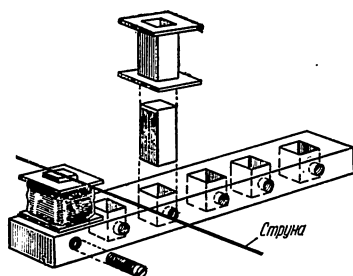


Рис. 50. Звукознімач з регульованою висотою осердь.

На відміну від акустичної, електрогітара без звукознімача не використовується, тому зовсім не обов'язково робити її корпус порожнистим і застосовувати для його виготовлення спеціальні сорти витриманої деревини з певними акустичними характеристиками.

Звичайно корпус електрогітари роблять суцільним, з невеликими заглибленнями, в яких розміщують звукознімачі, попередні підсилювачі, регулятори тембру, характеру звучання і гучності. Форма електрогітари повинна бути зручною для виконавця і гармоніювати з її «електронним» звучанням.

Суцільний, без акустичного резонатора, корпус електрогітари резонує на частотах, що лежать за межами звукового діапазону. Це теж відрізняє її від звичайної акустичної гітари. При резонансах на звукових частотах спостерігається помітний вплив резонуючої деки на звукознімач, звучання набирає неприємного відтінку, стають помітними різні спотворення звуку.

Зовнішній вигляд електрогітари показано на рис. 51. Звичайно така гітара складається з трьох основних частин: корпусу, грифа і пера (головки грифа). На корпусі і в заглибленнях у ньому розміщують звукознімачі, регулятори тембру, гучності і пристроїв керування динамічними відтінками, механічний вібратор та поріжок (підставку). Остання може бути об'єднана з механічним вібратором.

Гриф гітари розмічають на лади і, як у звичайних гітарах, на певних відстанях встановлюють металеві або пластмасові пластини. Перо служить для встановлення кілкового механізму.

Корпус гітари можна виготовити з багатошарової фанери, клееної або березової дошки завтовшки 30—40 мм. Проте краще застосувати для його виготовлення окремі бруски добре витриманої деревини м'яких порід дерева (сосни, ялини, вільхи та ін.). Заготовку корпусу склеюють столярним клеєм з 4—5 брусків перерізом 35×35 мм. Бруски вибирають на 20—30 см довші від виступаючих частин корпусу, маючи на увазі, що склеєні бруски будуть розташовані паралельно грифу. Після просушування протягом 2—3 днів із заготовки випилюють за зробленим заздалегідь картонним шаблоном корпус майбутньої гітари. Потім приступають до виготовлення грифа і пера.

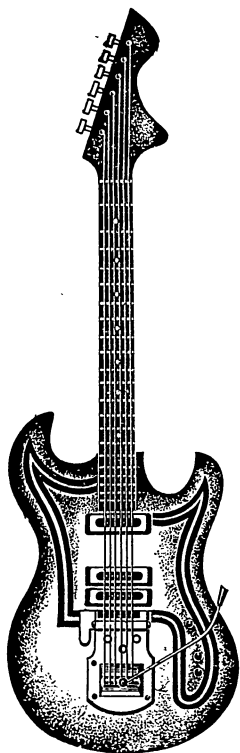


Рис. 51. Зовнішній вигляд електрогітари.

Гриф електрогітари разом з пером можна вирізати з одного куска твердої породи дерева (бука, берези, груші та ін.). При цьому він буде міцнішим, але кріпити на ньому струни буде незручно. Краще склеїти гриф з окремих брусків. Для міцності у нього вставляють металевий (анкерний) стержень діаметром 6—8 мм з нарізкою на кінцях.

Загальна довжина готового грифа повинна бути 450 мм, ширина його нижньої частини — 50 мм і верхньої — 44 мм. Як правило, у електрогітар довжина робочої частини струни (мензури) дорівнює 650 мм. Дванадцятий лад, від якого ведуть усі розрахунки, повинен ділити довжину мензури навпіл. Намічають місце розташування 12-го ладу. Від нього відміряють 325 мм, де встановлюють верхній поріжок. Форма і розміри головки грифа електрогітари визначаються розташуванням кілкової механіки. Головка може бути дво- (рис. 52, а) і односторонньою (рис. 52, б). Можна скористатися готовою головкою від акустичної гітари.

Два способи з'єднання головки з грифом показано на рис. 53, а, б. Нижній кінець головки і верхній кінець грифа зрізають так, щоб площа головки була нахилена до площини грифа під кутом 10° , склеюють і скріплюють шурупами.

У корпусі електрогітари вирізають паз, як показано на рис. 54, а, у який вставляють нижній зрізаний кінець грифа і приклеюють. Для міцності з'єднання скріплюють двома шурупами або болтами з потайними головками. Гриф можна закріпити в корпусі за допомогою металевої пластини і шести шурупів або болтів (рис. 54, б).

При кріпленні болтами отвори для них свердлять одночасно в з'єднувальній пластині, корпусі і грифі. Кріплення за допомогою шурупів менш міцне і внаслідок значних зусиль, що виникають від натягання струн, з часом слабшає. Це спричиняє зміну строю гітари і «плавання» звуку під час гри.

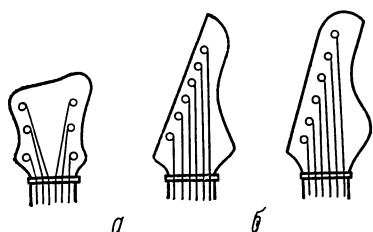


Рис. 52. Перо (головка грифа) електрогітари.

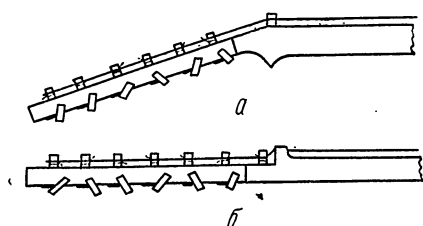


Рис. 53. Два способи з'єднання головки з грифом електрогітари.

Для зручності регулювання висоти струн площина грифа нахилена до площини корпусу гітари під кутом приблизно 10° . Кут нахилу підбирають при остаточному з'єднанні грифа з корпусом. Приблизно біля 14-ладу на грифі роблять виїмку, як у звичайної гітари.

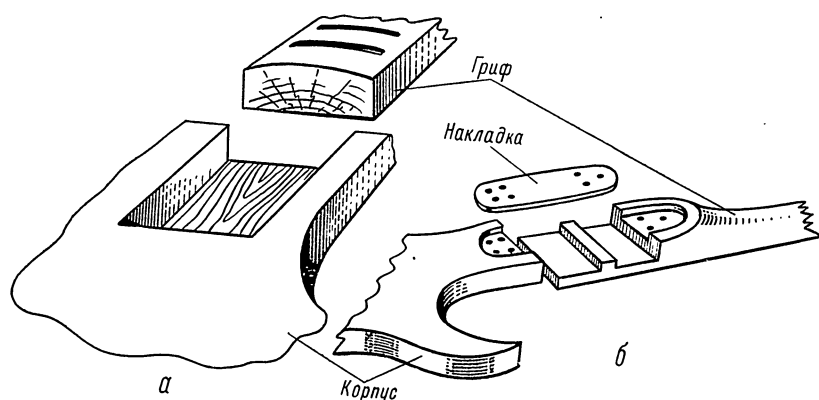


Рис. 54. Два способи з'єднання грифа з корпусом електрогітари.

Остаточного склавши гітару, зробивши всі пази і заглиблення, приступають до її оздоблення. Верхню частину грифа протравлюють морилкою, нижню вкривають лаком і старанно полірують. Покрыття корпусу електрогітари може бути найрізноманітнішим. Нерідко його вкривають нітрофарбою різних кольорів і потім добре полірують. Іноді корпус обклеюють штучною шкірою. Найчастіше корпус, головку і ребра грифа вкривають кольоровим целулоїдом або іншою пластмасою.

Існує багато способів обклеювання гітари пластичними матеріалами. Спинимосся на одному з них, найдоступнішому для любителів. Перед обклеюванням корпус гітари зачищають абразивною шкуркою і протравлюють морилкою або фарбують чорною тушшю. Потім призначені для наклеювання пластинки целулоїду розм'якшують в розчині ацетону у воді (30% ацетону і 70% води) протягом двох-трьох годин. Розм'якшені пластини целулоїду приклеюють до корпусу цапонлаком або клеєм 88. Після висихання клею (через 5—6 днів) листи целулоїду на стиках промазують дихлоретаном. Потім, зашліфувавши всі нерівності дрібною абразивною шкуркою, поверхню гітари полірують будь-якою полірувальною пастою.

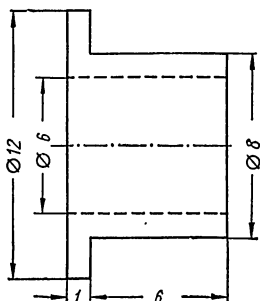


Рис. 55. Кілкові втулки головки електрогітари.

Після остаточного оздоблення корпусу гітари виготовляють кілковий механізм, нижній поріжок, механічний вібратор та інші деталі, що служать для створення певного натягу струн.

Кілковий механізм можна використати від звичайної гітари. У головці грифа слід просвердлити отвори для встановлення кілків з латунними або алюмінієвими втулками, які запобігають передчасному спрацюванню кілків і отворів. Розміри втулок вказані на рис. 55. Осі кілків повинні вільно обертатись у втулках, вклеєних в отвори головки.

Одним з найвідповідальніших вузлів електрогітари є механічний вібратор, який служить для закріплення нижніх кінців струн і для зміни їх натягу під час гри. Добрий вібратор дає змогу так змінювати натяг струн, що висота їх звучання змінюється до двох півтонів в обидва боки. Існує кілька конструкцій механічних вібраторів, але в усіх натяг струни урівноважується пружиною, яка працює на стиснення, натяг або згин.

Виконавець за допомогою рукоятки змінює зусилля урівноважуючих пружин, зсуваючи точку рівноваги в обидва боки, тобто збільшуючи або зменшуючи натяг струн. Зовнішній вигляд одного з найпоширеніших типів вібраторів показано на рис. 56, а. Струни, пропущені через наскрізні отвори у валику 1 вібратора, при натяганні урівноважуються пружиною 2. При обертанні валика за допомогою рукоятки 3 натяг струн збільшується або зменшується, що спричиняє підвищення або зниження тону звучання.

Вібратор складається з основи 1, валика 2, рукоятки і поворотної пружини (рис. 56, б). Основу виготовляють з латуні або м'яких сортів сталі за розмірами, вказаними на рис. 56, б. Основу прикріплюють до корпусу гітари чотирма шурупами. Бокові стінки, що служать підшипниками для валика, відгинають по штрихових лініях. Валик виточують з латуні. В ньому просвердлюють 6 отворів для кріплення струн. Планку 3 виготовляють з твердої латуні або сталі. З правого боку валик спилують і свердлять отвір для крі-

пильного гвинта планки. Якщо є можливість, краще зробити це з'єднання зварним. Пружину 4 навивають із сталюго дроту діаметром 2,5—3 мм. Для нормальної роботи механічного вібратора досить 5—6 витків зовнішнім діаметром 15—20 мм. Закріплюють пружину на основі гвинтом з втулкою.

Складання механічного вібратора починають з встановлення валика в підшипниках. Трохи розводять відігнуті частини основи і в отвори вставляють валик. Внутрішні поверхні цих отворів і кінці валика повинні бути без нерівностей і задирок. Коли вібратор остаточно складений, підшипники валика змащують невеликою кількістю технічного вазеліну. Після встановлення валика на спилену площину пригвинчують планку і встановлюють

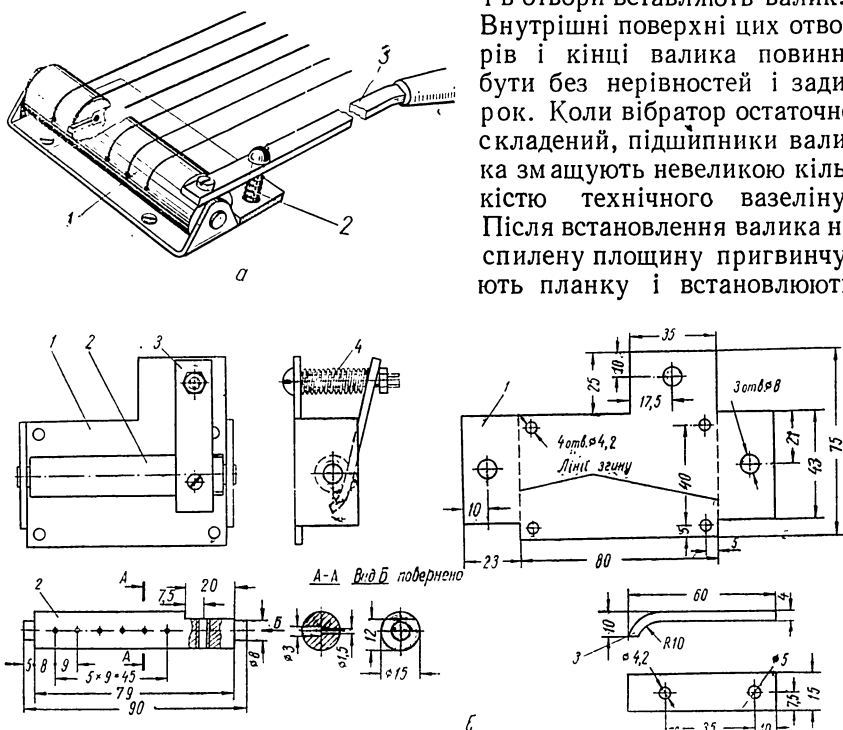


Рис. 56. Зовнішній вигляд (а) і конструкція (б) механічного вібратора електрогітари.

пружину. Пружність останньої повинна бути такою, щоб при натягнутих струнах вигнутий кінець планки не торкався основи і був від неї на відстані 4—5 мм. В дальшому, коли будуть натягнуті струни, ця відстань може виявитись іншою. Тоді доведеться виготовити нову пружину з товстішого дроту (якщо пружність її мала) або з тоншого (якщо планка притискається до основи).

Рукоятку виготовляють із сталюго прутка діаметром 5—8 мм. Для кріплення до планки один кінець рукоятки розплющують і просвердлюють у ньому отвір під болт. Можна приварити або пригвинтити рукоятку безпосередньо до валика. Взагалі кріплення рукоятки до валика може бути найрізноманітнішим. Якщо

діаметр валика досягає 20 мм, то можна вгвинтити рукоятку безпосередньо у валик, передбачивши в ньому отвір з нарізкою і зробивши нарізку на відігнутому кінці рукоятки. Довжина рукоятки та її форма залежать від смаку виконавця. Слід тільки мати на увазі, що на робочому кінці рукоятки повинна обов'язково бути пластмасова ручка з дрібною насічкою.

Механічний вібратор об'єднують звичайно з «педаллю» для глушіння звуку. «Педаль», яка являє собою металеву або дерев'яну пластинку, укріплюють шарнірно на петлях і повертають або окремою короткою рукояткою, або рукояткою механічного вібратора.

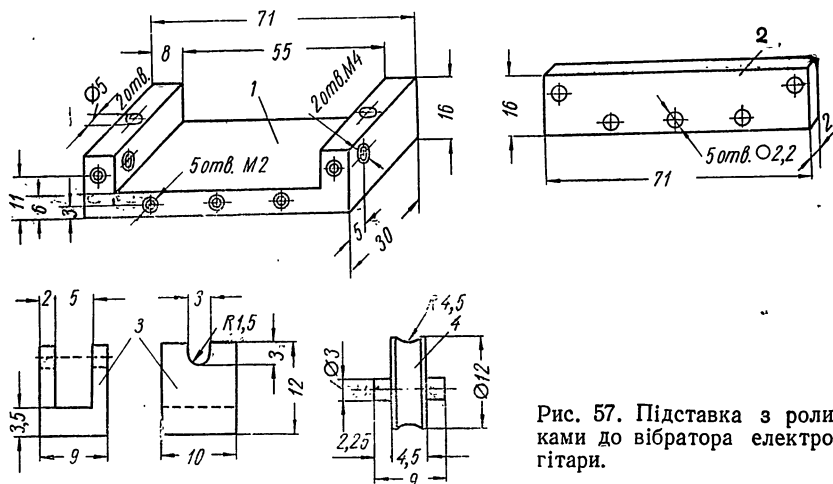


Рис. 57. Підставка з роликами до вібратора електрогітари.

Коли рукоятка повернута до відказу, «педаль» повинна торкатися всіх струн одночасно.

Основу 1 і бокові планки 2 підставки (рис. 57) виготовляють із сталі, а каретки 3 — з дюралюмінію або латуні. Каретки встановлюють на основі. В пази кареток укладають сталі ролики 4, на яких лежатимуть струни. Ролики, вільно обертаючись у пазах кареток, запобігають перетиранню струн і утворенню прорізів у підставці. Переміщуючи каретки вздовж напрямку струн, можна в невеликих межах змінювати довжину мензури. Використання прокладок з металу або пластмаси різної товщини дає змогу змінювати в невеликих межах висоту кожної струни. Бокові сталі планки 2 додатково обмежують переміщення кареток по горизонталі вздовж напрямку струн. Регулюють їх положення також за допомогою прокладок.

Розмітка грифа — одна з найвідповідальніших операцій, від правильності виконання якої багато в чому залежить якість звучання інструмента. Відстань від початку грифа до першого ладу при довжині мензури 650 мм дорівнює 36,5 мм. Цю величину дістали, поділивши довжину мензури на емпіричний коефіцієнт 17,8.

Відстань до другого ладу визначають так: віднімають від загальної довжини мензури відстань до першого ладу ($650 \text{ мм} - 36,5 \text{ мм} = 613,5 \text{ мм}$), одержане число ділять знову на 17,8. Довжина другого ладу, тобто відстань від першого до другого ладу, $34,4 \text{ мм}$. Потім від різниці між довжиною всієї мензури і відстанню до першого ладу ($613,5 \text{ мм}$) віднімають довжину другого ладу ($34,4 \text{ мм}$). Результат ($613,5 \text{ мм} - 34,4 \text{ мм} = 579,1 \text{ мм}$) ділять на 17,8. Дістають довжину третього ладу, що дорівнює $32,5 \text{ мм}$. Послідовність розрахунку дійсна до 20-го ладу. Якщо гриф можна розмітити більш як на 20 ладів, то після 20-го ладу довжину кожного наступного треба зменшити приблизно на $0,1 \text{ мм}$. Щоб правильно розмітити гриф, усі розрахунки слід вести від його початку, а не від попереднього ладу.

У місці розташування відповідного ладу треба зробити дуже тонкий пропил і приклеїти пластину з бронзи або пластмаси завтовшки $0,25-0,3 \text{ мм}$.

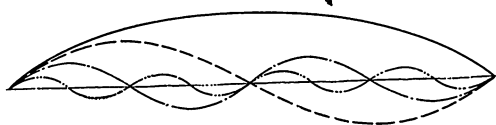


Рис. 58. Коливання гітарної струни.

Розмітивши гриф на лади, можна встановити плату механічного вібратора на корпус. Закріплювати плату вібратора слід так, щоб відстань до нього від верхнього поріжка була на $120-150 \text{ мм}$ більшою від довжини мензури, тобто подвоєної відстані від верхнього поріжка до 12-го ладу. Розпірку (нижній поріжок) встановлюють точно на довжину мензури. Її положення підбирають дослідним шляхом після натягнення всіх струн, виходячи з того, що при точно покладеному поріжку будь-яка струна, притиснута на 12-му ладі, повинна звучати в октаву з відкритою. Висота розпірки має бути такою, щоб над 12-м ладом відстань між грифом і струнами становила не менш як $3-3,5 \text{ мм}$.

Звукознімач у описуваної електрогітари може бути таким самим, як у акустичної. Для бас-гітари встановлюють від одного до трьох звукознімачів.

Звучання гітари залежить від характеру коливань струни, що визначають основний тон і обертони. На рис. 58 суцільною лінією показані коливання основного тону, а штриховими—обертонів. Рівень обертонів щодо основного тону підвищується в міру наближення до поріжка. Тому, якщо встановити звукознімач біля поріжка, то будуть підкреслені обертони, а якщо розташувати його ближче до грифа або навіть на ньому, то буде підкреслений основний тон і приглушені обертони. Отже, залежно від розташування звукознімача звучання гітари буде різним. Додаткові можливості використання інструмента і зміни характеру його звучання створює наявність трьох звукознімачів, розташованих у різних місцях деки і оснащених регуляторами рівня та вимикачем. Крім регуляторів рівня, після звукознімачів часто встановлюють фільтри вищих або нижчих частот, які дають змогу в ще ширших межах змінювати забарвлення звуків.

На рис. 59, а показано схему ввімкнення одного звукознімача в найпростішій гітарі. У таких схемах можна трохи змінювати тональність звучання. Якщо конденсатор C_1 вимкнений, як це показано на схемі, то виділяються нижчі частоти, особливо коли звукознімач вмонтований у кінець грифа. При ввімкнутому конденсаторі C_1 нижчі частоти зрізаються і звучання гітари стає різкішим. Резистор R_1 служить для регулювання рівня гучності. Такі схеми

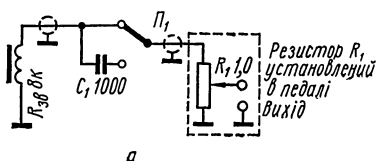
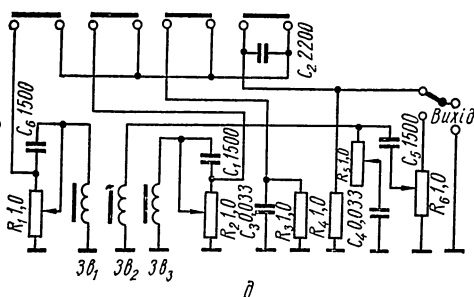
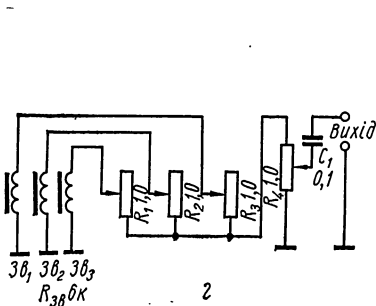
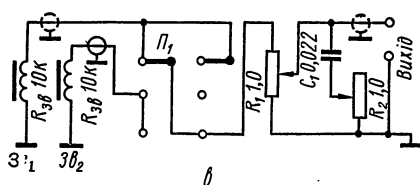
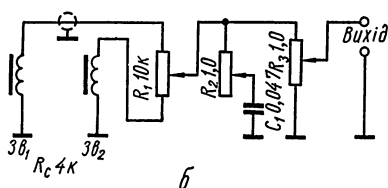


Рис. 59. Схема ввімкнення:

а — одного звукознімача; б — двох звукознімачів без перемикання; в — двох звукознімачів з перемиканням; г — трьох звукознімачів без перемикання; д — трьох звукознімачів з перемиканням в електрогітарі.



ввімкнення звукознімача часто застосовують у бас-гітарах. Виділення вищих частот необхідне для того, щоб підкреслити, виділити звук гітари на фоні звучання інших інструментів.

Великого поширення набрали гітари з двома звукознімачами (рис. 59, б, в). В електрогітарі з таким ввімкненням звукознімачів здійснюється плавне регулювання тембру звучання. Проте можна передбачити й роздільне ввімкнення звукознімачів, а також ступінчасте регулювання тембрів, як у попередній схемі.

Для виконання як сольних, так і ритмових партій в ансамблі можна використати гітару, звукознімачі якої ввімкнуті за схемою, наведеною на рис. 59, г, д. Різні комбінації ввімкнення звукознімачів і частотнозадаючих елементів відкривають перед виконавцем широкі можливості.

Для регулювання гучності і тембру бажано використовувати малогабаритні змінні резистори типу СПО. Перемикачі можуть бути якими завгодно — галетними, кнопковими, перекидними і т. ін. Дуже зручно використовувати двоклавішні вимикачі мережі типу БУЗ 602-016 без зовнішнього корпусу. Такі перемикачі дешеві, надійні і працюють безшумно. Перемикачі і регулятори встановлюють у попередньому підсилювачі, який звичайно розміщують у корпусі гітари.

ПІДСИЛЮВАЧ ДЛЯ ЕЛЕКТРОГІТАРИ

Описуваний підсилювач може бути використаний як для акустичної, так і для електрогітари. В акустичній гітарі на верхній деці під струнами встановлюють датчики, конструкцію яких розглянуто при описі електрогітари. Регулятори гучності і тембру встановлюють або на самій гітарі, або в підсилювачі.

Якщо підсилювач переносний і розрахований на використання в невеликих приміщеннях, де досить вихідної потужності до 30—

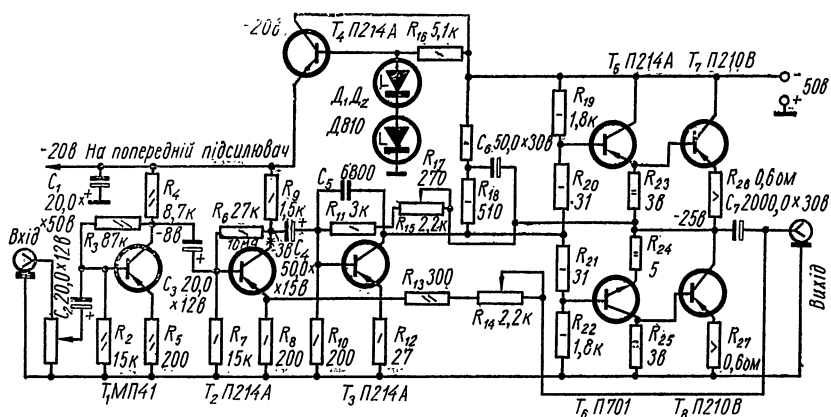


Рис. 60. Принципова схема кінцевого підсилювача для електрогітари.

40 *вт*, то його слід складати на транзисторах. Якщо підсилювач призначений для стаціонарного застосування у великих залах, то віддають перевагу лампам. Однак тепер з'явилися досить потужні транзистори, які дають змогу складати транзисторні підсилювачі з вихідною потужністю до 100 *вт*.

На рис. 60 зображено принципову схему одного з варіантів кінцевого підсилювача на транзисторах* для електрогітари. Пристрій, складений за такою схемою, використовують багато гітаристів у

* Конструкція описана інженерами В. Белоусенком та І. Журавльовим в журналі «Радио», 1969, № 2.

нашій країні і за рубежом. Підсилювач може застосовуватися не тільки з соло-гітарою, а й з будь-яким іншим джерелом звуку (мікрофоном, електромузичним інструментом і т. ін.). Кожне джерело звуку має різний вихідний опір і потребує свого попереднього

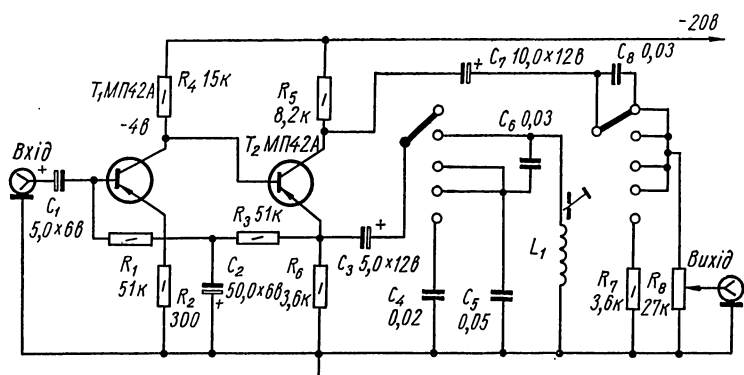


Рис. 61. Принципова схема попереднього підсилювача для соло-електрогітари.

підсилювача. Виходи попередніх підсилювачів вмикають паралельно через розв'язуючі резистори на вхід кінцевого підсилювача.

На рис. 61 зображено схему попереднього підсилювача для соло-гітари. В цьому підсилювачі передбачено додаткове регулювання гучності і тембру. Якщо таке регулювання здійснюється на самій гітарі, то в попередньому підсилювачі його можна не застосовувати.

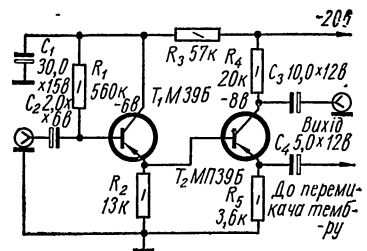


Рис. 62. Принципова схема попереднього підсилювача з емітерним повторювачем.

мачів з індуктивністю не більше 0,6 μH . Якщо використовуються чутливіші звукознімачі, що мають обмотку з більшою кількістю витків, а значить, і з більшою індуктивністю і досить великим вихідним опором, то попередній підсилювач слід виконати за схемою емітерного повторювача (рис. 62). Вхідний опір такого підсилювача 250 ком , чутливість 60 мВ .

У схемах як попереднього, так і кінцевого підсилювачів слід підібрати вихідні транзистори за ідентичністю характеристик і з

граничною частотою не менше $5,5 \text{ кгц}$ і $\beta_{\text{ст}} = 40$ при струмі колектора не більше $0,5 \text{ а}$. Необхідно підібрати за максимальною граничною частотою і транзистор типу П214, який працює у парі з транзистором типу П701. Режими транзисторів зазначені на принциповій схемі. Зміщення на базі транзисторів фазоінверсного каскаду вибирають таке, щоб початковий струм потужних транзисторів становив близько 100 ма .

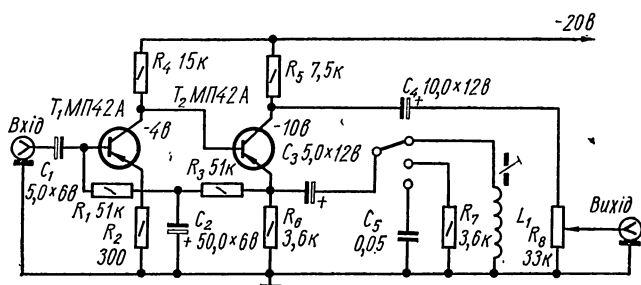


Рис. 63. Принципова схема попереднього підсилювача для бас-гітари.

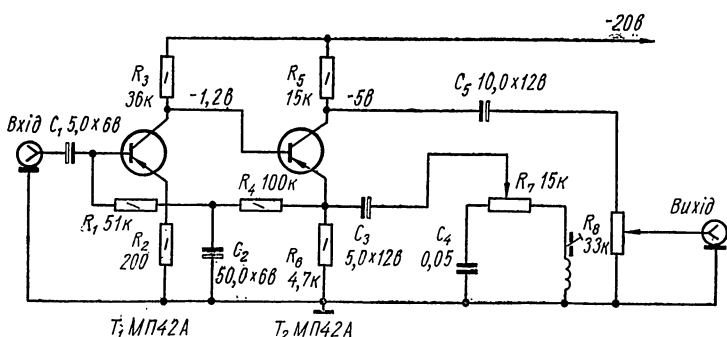


Рис. 64. Принципова схема мікрофонного підсилювача для електрогітари.

Якщо цей підсилювач має використовуватись в ансамблі гітаристів, то слід зробити ще кілька попередніх підсилювачів. Схему попереднього підсилювача для бас-гітари зображено на рис. 63. У цій схемі менш глибоке регулювання тембру.

Підсилювач для мікрофона виконують також на двох транзисторах (рис. 64). Цей підсилювач розрахований на роботу з низькоомними мікрофонами типу МД-44 і МД-59. Якщо мікрофон високоомний, то перед підсилювачем слід поставити ще один каскад — емітерний повторювач.

Живиться весь підсилювач від мережі через випрямляч, схему якого зображено на рис. 65. Трансформатор живлення можна вико-

ристати від телевізорів III класу. Осердя набране з пластин трансформаторної сталі УШ-30; товщина набору 45 мм. Первинна обмотка складається з $265 + 41 + 41 + 265$ витків проводу марки ПЭЛ діаметром 0,64 мм, вторинна з 100 витків проводу марки ПЭЛ діаметром 0,96 мм. У фільтрі випрямляча використано батарею конденсаторів типу ЭГЦ ємністю по 200 мкф на напругу 50 в.

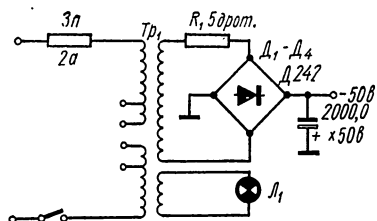


Рис. 65. Принципова схема випрямляча для електрогітари.

Котушки індуктивності регуляторів тембру виконані на тороїдному осерді з 10 феритових кілець марки 600 НМ з внутрішнім діаметром 8,3 мм. Намотування котушок індуктивності провадиться до заповнення проводом марки ПЭВ-2 діаметром 0,1 мм.

ЕЛЕКТРООРГАН

Сучасний естрадний ансамбль рідко обходиться без електромузичного інструмента (електронного органа), який може нагадувати своїм звучанням більшість звичайних музичних інструментів.

Електромузичний інструмент — досить складний пристрій, який складається з багатьох елементів. Однак, оскільки ці елементи однотипні (задаючі генератори, подільники частоти тощо), електромузичний інструмент можна виготовити самостійно. На виставках радіолюбительської творчості щороку демонструється кілька десятків конструкцій саморобних електронних музичних інструментів.

Розглянемо один з таких інструментів*. Він багатоголосий, має клавіатуру та гриф і призначений для виконання як естрадних, так і класичних музичних творів.

У корпусі інструмента, що має вигляд невеликої фісгармонії, розміщені всі електронні блоки, клавіатура й акустичні агрегати. Корпус дерев'яний, фанерований цінними породами дерева, вкритий лаком і оформлений декоративними накладками з полірованої пластмаси та металу. Музичний діапазон вибраний у межах від звука *соль* контроктави до звука *ля* третьої октави (від 49 до 1760 *гц*).

Для кращого відтворення зазначеної смуги частот ПНЧ інструмента пропускає без помітного ослаблення частоти від 45 до 15000 *гц*. Це зроблено для того, щоб добре прослухувались усі комбінаційні частоти (обертони), які надають відповідного забарвлення звучанню інструмента. Нелінійні спотворення всього тракту підсилення не перевищують 1%, вихідна потужність ПНЧ 20 *вт*. Нестабільність частоти генераторів не більше від 0,1—0,15%. Людське вухо, яке реагує на зміну частоти, що перевищує 0,5%, не розрізняє такого невеликого відходу частоти. Весь інструмент вико-

* Сконструйований інж. А. Овсянниковим.

наний на транзисторах і складається з дванадцяти задаючих генераторів з подільниками частоти, блока комутації, клавіатури, блока генераторів реєстрового синтезу, грифового генератора, темброблока, підсилювача низької частоти і блока живлення.

Функціональну схему електромюзичного інструмента показано на рис. 66. Задаючий генератор, який вмикається контактами кла-

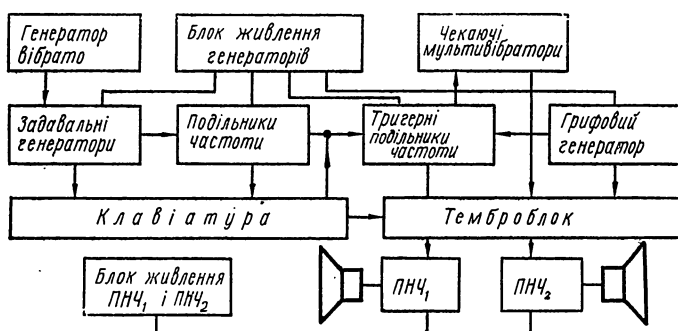
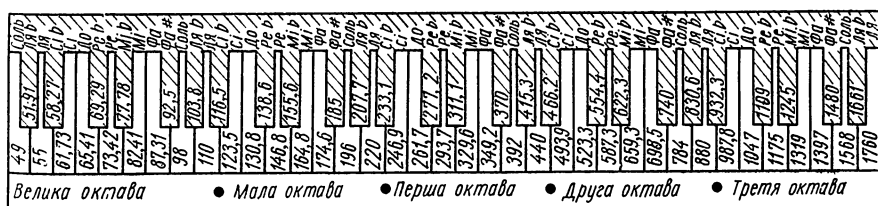


Рис. 66. Функціональна схема електромюзичного інструмента (електронного органа).

віатури, створює основний тон звучання. Коливання низької частоти надходять на подільник частоти, де створюється сигнал певної тональності. У темброблоці до низькочастотних коливань підмішують вищі частоти, надаючи звукові певного забарвлення. Складні низькочастотні коливання надходять у підсилювачі, а потім на акустичні агрегати.



При відповідному ввімкненні клавіші темброблока весь частотний діапазон інструмента ділиться на акомпануючий (багатоголосий) і соло (одноголосий). Звуковий діапазон від звука *соль* контроктави до звука *мі* малої октави, які звучать багатоголосо, вибраний для акомпанементу. Для соло вибрано звуки від *фа* малої октави до *ля* третьої октави. Такий розподіл дає можливість виконавцеві вибирати за своїм смаком серію оригінальних тембрів.

В будь-якому електромузичному інструменті звук починає формуватися в задаючому генераторі. В описуваному інструменті задаючі генератори складені на транзисторах T_1 і T_2 за схемою генераторів пилки мультівібраторного типу. Схему задаючого генератора

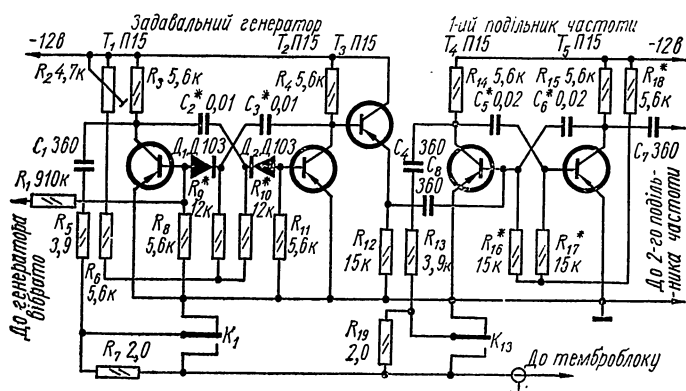


Рис. 68. Задаючий (задавальний) генератор з першим подільником частоти.

з першим подільником зображено на рис. 68. Такий генератор є основним для тону верхньої октави і використовується в цьому випадку безпосередньо без подільників частоти.

Необхідна стабільність частоти, що дуже важливо для збереження строю електромузичного інструмента, досягається завдяки ввімкненню в кола баз транзисторів T_1 і T_2 діодів D_1 і D_2 з малим зворотним струмом. Крім цього, для підвищення стабільності роботи задаючих генераторів живлення їх здійснюється від джерела стабілізованої напруги. Електронний стабілізатор живильної напруги дає змогу витримати стабільність частоти задаючих генераторів і забезпечує відхід цієї частоти не більш як на 0,1—0,15% при коливаннях напруги мережі в межах $\pm 30\%$.

Задаючий генератор зв'язаний з подільником частоти через емітерний повторювач, складений на транзисторі T_3 . Це дає змогу краще узгоджувати ці два каскади і знизити вплив подільника частоти на задаючий генератор.

Усі дванадцять задаючих генераторів складені за однією схемою і відрізняються лише номінальними значеннями ємностей конденсаторів C_2 і C_3 та опорів резисторів R_9 і R_{10} , які підбирають при настроюванні інструмента. Крім цього, для точного настроювання

у схемі кожного генератора є підстроювальний резистор R_2 , виведений під шліц з контргайкою на осі. Він дає змогу підстроювати частоту генератора на $\pm 1/2$ висоти тону. Напругу робочої частоти знімають з навантажувального резистора R_3 і через конденсатор C_1 та резистор R_5 подають на контакти клавіатури. Резистори (в тому числі R_2), ввімкнуті між нижнім і перекидним контактами клавіатури, служать для того, щоб виключити вплив задаючих генераторів один на одного. Величину опору резистора R_2 вибирають у 300—500 разів більшу від вихідного опору генератора. При такому значенні опорів резистора R_7 звучання акордів (одночасне ввімкнення кількох генераторів) буде чистим.

Сигнал із задаючого генератора надходить на подільник частоти, складений за схемою, що нагадує схему задаючого генератора. У зв'язку з тим, що подільник не дуже впливає на стабільність частоти, яка визначається задаючим генератором, з'явилась можливість виключити діоди D_1 і D_2 , а також резистори R_9 і R_{11} .

Всі подільники також складені за однаковою схемою, але з різними номінальними значеннями елементів залежно від частоти. Величини опорів резисторів R_{16} — R_{18} , а також ємностей конденсаторів C_5 і C_6 остаточно визначають при налагодженні деталей, виходячи з умов стійкої синхронізації при спільній роботі з відповідним задаючим генератором. У всіх подільників ємність конденсаторів C_5 і C_6 коливається від 0,02 до 0,25 мкф. Менша ємність відповідає першому подільнику, більша — п'ятому. Опори резисторів R_{16} і R_{17} також впливають на ступінь синхронізації; їх величини змінюються від 15 до 100 ком залежно від частоти ділення. Причому, чим вища частота, тим менша ємність конденсаторів і більший опір резисторів. Щоб дістати стійку синхронізацію при зміні частоти задаючого генератора на $\pm 1/2$ тону, величину опору резистора R_{18} можна змінювати від 3,6 до 7,5 ком. Для додержання температурованого строю необхідно, щоб кожен наступний подільник ділив частоту попереднього на два. Такий подільник відкривається і видає імпульси тільки при негативному імпульсі, який надходить з емітера транзистора T_3 .

Одним з допоміжних пристроїв є генератор вібрато, що створює вібруюче звучання. Частота генератора вібрато повинна змінюватися від 2 до 10 гц. Змінну напругу, яку розвиває генератор вібрато, використовують для модуляції основного сигналу, для надання йому своєрідного відтінку тремтіння.

Вібрато діляться на дві групи: амплітудне, яке дає можливість змінювати амплітуду сигналів з частотою модуляції, і частотне, або фазове, що змінює частоту основного тону в невеликих межах в обидва боки. Простішими є схеми амплітудного вібрато. Існують схеми, які дають змогу змінювати амплітуду сигналу в тракті підсилення електрогітари з частотою вібрато. Всі вони ґрунтуються на зміні коефіцієнта підсилення лампи або транзистора при переміщенні робочої точки на їх характеристиках. До складу будь-якої схеми амплітудного вібрато входить генератор інфранизької час-

тоти (5—10 μ) і каскад підсилення, в якому під впливом сигналу цього генератора відбувається переміщення робочої точки, тобто зміна підсилення основного сигналу. Навіть при повному використанні лінійної ділянки характеристики не вдається дістати модуляцію більшу від 15—20%. Крім того, на аноді лампи або колекторі транзистора з'являється змінна напруга частотою 5—10 μ , в десятки разів більша від напруги основного сигналу. Проходження цієї напруги через тракт підсилювача спричиняє нелінійні спотворення і не дає можливості досягти максимальної потужності.

Все сказане стосується і частотного вібрато. Повністю позбутися зміни рівня сигналу практично неможливо. При використанні

складних фільтрів модулююча частота не подавляється повністю, а тільки обмежується смуга відтворюваних нижчих частот.

Найпростіші пристрої вібрато широко застосовують в електромузичних інструментах. Розглянемо схему генератора вібрато, складеного за схемою мултивібратора на транзисторах T_1 і T_2 (рис. 69). Необхідну форму вихідної напруги підбирають зміною опору резистора R_7 . Основний параметр генератора вібрато частоти й амплітуди коли-

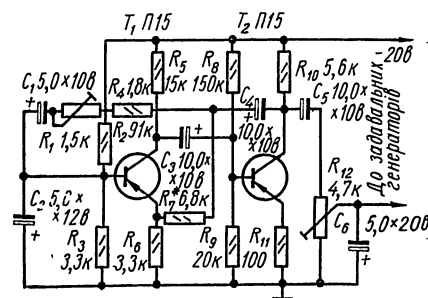
Рис. 69. Генератор вібрато, складений за схемою мултивібратора.

вань визначається відповідно величинами опорів резисторів R_1 і R_{12} . Генератор вібрато приєднують до задаючого генератора в базове коло транзистора T_1 . Змінюючи зміщення на базі цього транзистора, генератор здійснює модуляцію сигналу з частотою вібрато. Глибина модуляції залежить від амплітуди коливань генератора вібрато.

Для глибшої модуляції вібрато без спотворень пропонується пристрій електромеханічного вібрато, який добре зарекомендував себе на практиці. Пристрій складається з вугільного мікрофона і капсуля ДЕМ-4М, закріплених співосно в кріпильній обоймі і з'єднаних один з одним голкою. Капсуль ввімкнута на вихід генератора вібрато і через голку передає тиск на мембрану мікрофона, що спричиняє значну зміну опорів вугільного порошку.

Якщо ввімкнути мікрофон у подільник напруги (рис. 70, а), то залежно від опорів $R_{\text{мікр}}$ діставатимемо різний коефіцієнт передачі сигналу низької частоти. Опір резистора R_1 має дорівнювати початковому опорі вугільного мікрофона. В цьому випадку початковий коефіцієнт передачі становитиме 0,5.

Ввімкнувши цей пристрій у підсилювач низької частоти, дістанемо глибоке амплітудне вібрато. При ввімкненні пристрою в коло фазообертаючого трансформатора (рис. 70, б) можна дістати частотне вібрато.



При виготовленні електромеханічного вібратора виточують крипильну обойму і стопорне кільце, розміри яких залежать від типу застосовуваного мікрофона. Потім відкривають капсулю ДЕМ-4М, знімають мембрану, відпаявши голку, розбирають магнітну систему і знімають голку з язичка. Складають електромагнітну систему, поставивши язичок на місце. Акуратно знімають захисну кришку

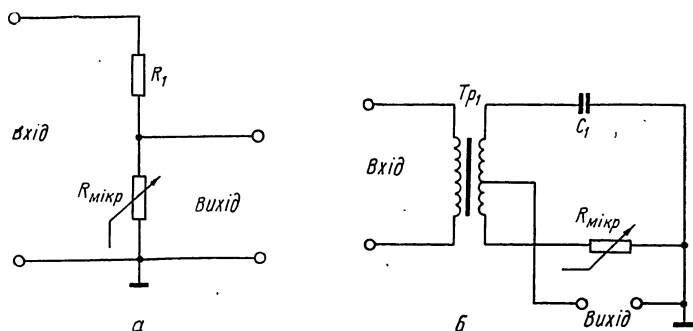


Рис. 70. Схема подільника напруги (а) і частотного вібратора (б).

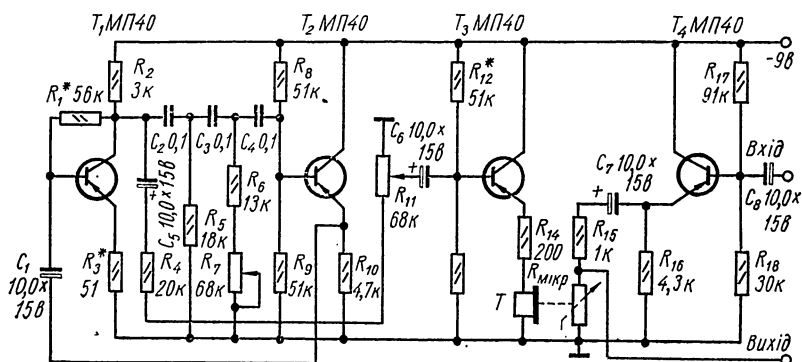


Рис. 71. Схема амплітудного вібратора.

з мікрофона. Вирізають з листової міді або латуні завтовшки 0,3—0,5 мм кружечок діаметром 8 мм і впаяють у центр перпендикулярно його площині голку завтовшки 0,7—1 мм і завдовжки 35 мм. Голку з основою приклеюють до центра мембрани телефонної капсуля клеєм БФ-2 або БФ-4.

Потім мікрофон вставляють в обойму і закріплюють стопорним кільцем. Після цього вставляють в обойму капсулю ДЕМ-4М так, щоб голка пройшла через отвір язичка, і припаюють голку до язичка. Корпус обойми заземляють.

Схему амплітудного вібратора показано на рис. 71. У схемі можуть бути застосовані будь-які низькочастотні транзистори. Налаго-

дження пристрою провадять так. При розімкнутому колі зворотного зв'язку добором величини опору резистора R_1 встановлюють такий початковий струм транзистора T_1 , щоб на його колекторі напруга дорівнювала 4,5 в. Відновлюючи коло позитивного зворотного зв'язку і встановлюючи R_7 у середнє положення, підбирають величину опору резистора R_3 за мінімумом спотворень на виході генератора вібратору.

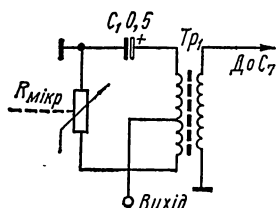


Рис. 72. Схема частотного вібратора з фазообертаючим трансформатором.

Початкові струми транзисторів T_3 і T_4 встановлюють резисторами R_{12} і R_{17} відповідно такими, щоб дістати на емітерах максимально можливий неспотворений сигнал. Приєднують до виходу осцилограф, а на вхід подають сигнал від генератора НЧ і, спостерігаючи форму сигналу на екрані осцилографа, регулюють установлювальний гвинт на ДЕМ-4М до одержання симетричної зміни амплітуди сигналу.

Щоб дістати частотне вібратору, можна використати ту саму схему, якщо замість подільника напруги $R_{15}R_{мікр}$ ввімкнути фазообертаючий трансформатор (рис. 72). Ним може бути розділовий трансформатор від будь-якого транзисторного приймача. Порядок налагодження пристрою при цьому зберігається.

Грифовий генератор вмикають замість задаючого при виконанні музичних творів для імітації звучання скрипки, віолончелі, гавай-

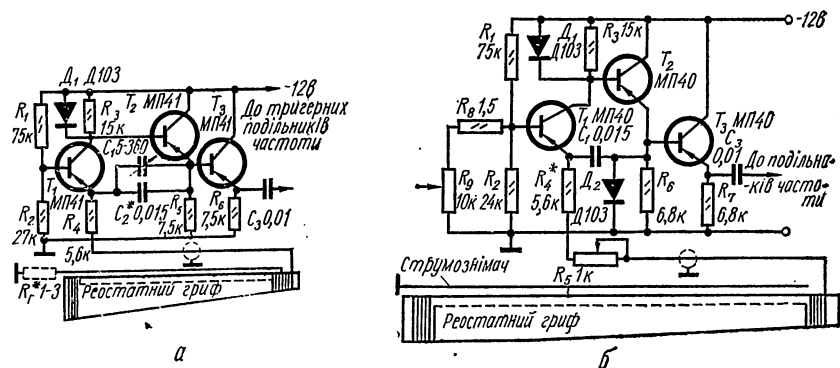


Рис. 73. Принципова схема грифового генератора:

а — перший варіант; б — другий варіант.

ської гітари та деяких інших струнних інструментів. Схему грифового генератора зображено на рис. 73, а. Це мультивібратор з ємнісним емітерним зв'язком. Частота його змінюється залежно від зміни величини опору резистора, який вмикається в емітер транзистора T_1 . Ця величина визначається положенням місця притиску струмознімача на реостатному грифі. Виконавець натискає гнучку

пластину струмознімача, вмикаючи тим самим різну кількість витків обмотки грифа, виконаної проводом з великим опором.

Частота грифогового генератора змінюється в межах 3,5 октави. Такий частотний діапазон вибрано для зменшення омичного опору грифа, що полегшує його виготовлення. Завдяки тому, що частотний діапазон грифогового генератора вищий від клавіатурного, розширюється частотний діапазон інструмента. Підстроювання грифогового і задаючих генераторів провадиться за допомогою конденсатора C_1 , встановленого в емітерних колах транзисторів T_1 і T_2 .

Частота й амплітуда грифогового генератора стабілізовані діодом D_1 , ввімкнутим паралельно резисторові R_3 . Живлення грифогового генератора також здійснюється від стабілізованого джерела. Величину опору додаткового резистора R_1 вибирають при настроюванні інструмента. Цей резистор може виявитись непотрібним, якщо вдасться провести настроювання без нього.

Грифовий генератор можна скласти і за іншою схемою (рис. 73, б), яка забезпечує стабільність амплітуди і частоти.

При натисненні пальцями на струмознімач грифа емітер транзистора T_1 через резистори R_4 і R_5 приєднується до шини інструмента, з'єднаної з «землею». В результаті генератор, складений на транзисторах T_1 і T_2 , збуджується і змінна напруга через емітерний повторювач, виконаний на транзисторі T_3 , надходить на тригерні подільники частоти. З кожного подільника змінна напруга підводиться до темброблока. Натиснувши відповідну клавішу темброблока, можна прослухати звучання кожного подільника окремо. Щоб дістати різне темброве забарвлення звуку, треба одночасно натиснути кілька клавіш темброблока.

Виконувати музичні твори з використанням грифа можна з приєднанням до резистора R_9 (глибина вібрато встановлюється повзуном резистора R_9) генератором вібрато або без нього. В останньому випадку вібрацію звуку дістають, погойдуючи пальцями струмознімач грифа.

Підстроювання грифогового генератора під клавіатуру провадиться змінним резистором R_5 . При настроюванні генератора слід стежити за тим, щоб повзун резистора R_5 був у середньому положенні. Для температурної стабілізації режиму транзисторів T_1 і T_2 резистори R_3 і R_6 зашунтовані діодами D_1 і D_2 .

Найскладнішим вузлом такого інструмента є реостатний гриф (рис. 74). Основу грифа I можна виготовити з текстоліту або іншого досить міцного ізоляційного матеріалу, який добре піддається механічній обробці. Робоча поверхня основи повинна бути чистою і рівною. Це забезпечить надійний контакт обмотки із струмознімачем. На основі відповідно до клавіатури рояля (або іншого інструмента, з яким використовуватиметься гриф) заздалегідь наносять олівцем сітку опорів, як це показано на рис. 75.

Обмотка грифа виконується проводом марки ПЗВМК діаметром 0,1 мм. При намотуванні слід перевіряти відповідність звучання (за висотою звуку) грифогового і клавіатурних генераторів. Для цього

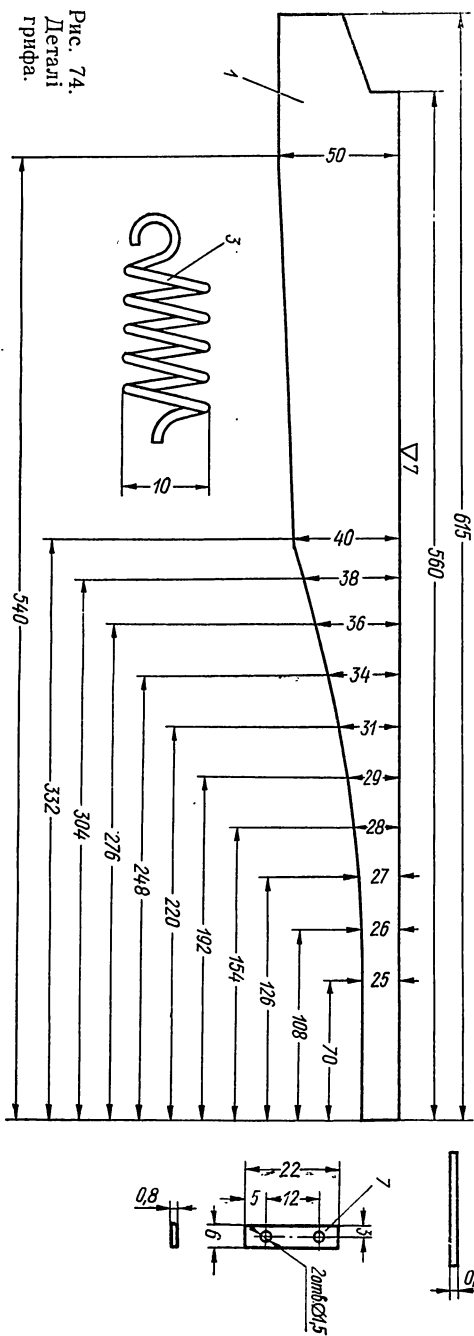
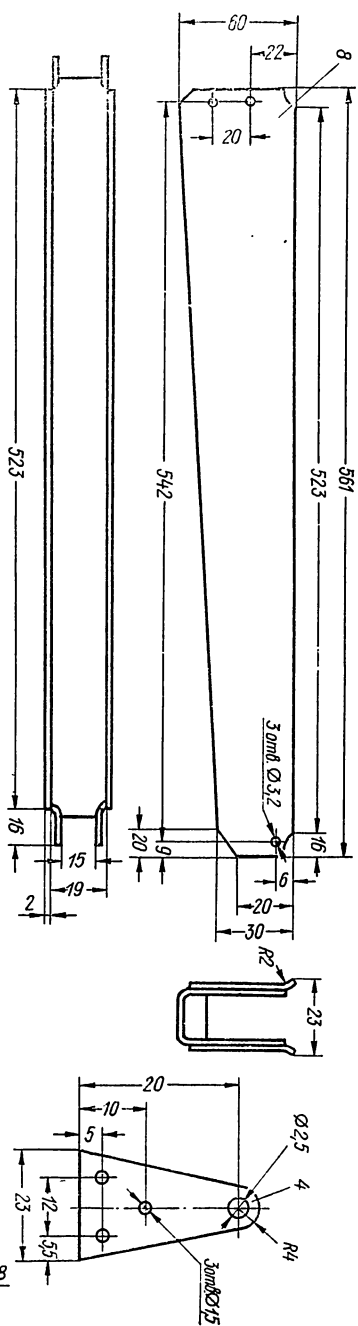
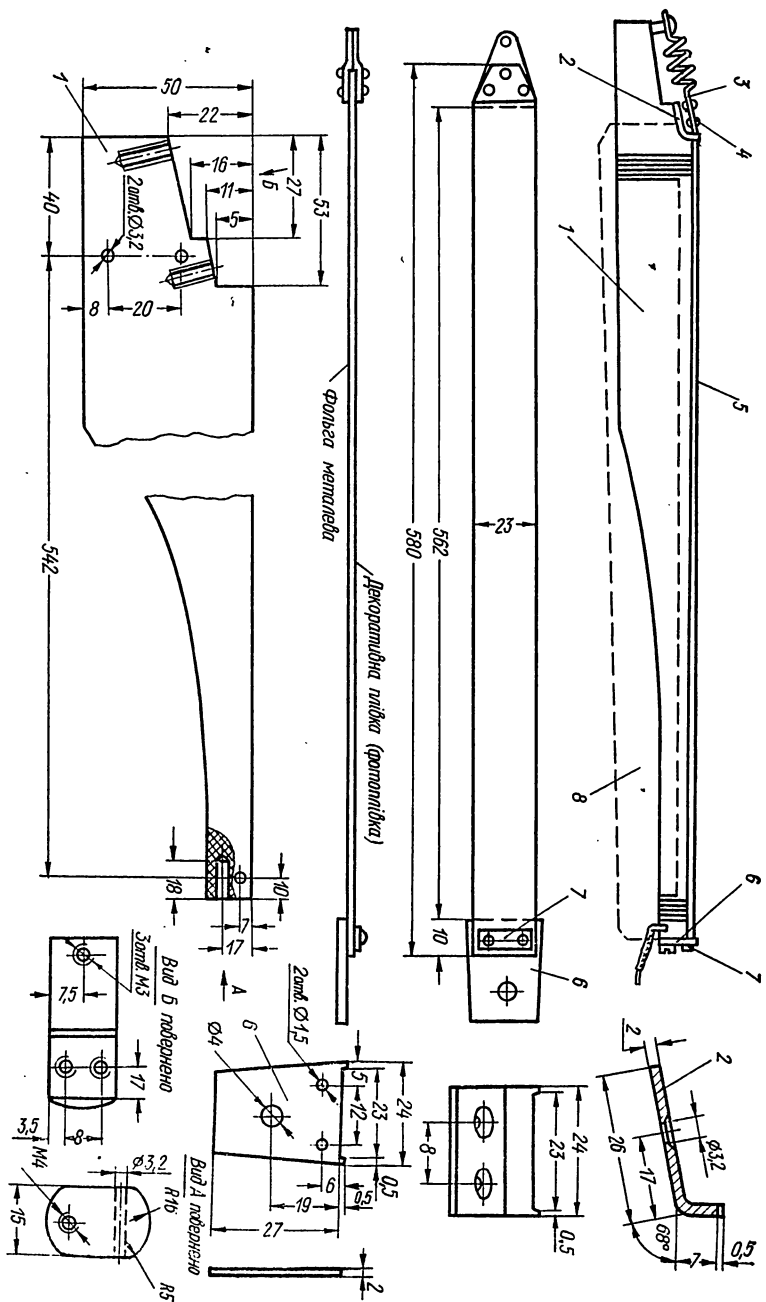


Рис. 74.
Детали
ручка.



замість грифа до резистора R_4 послідовно приєднують два змінних резистори опором 50 ком (для грубого встановлення частоти) і опором 1 ком (для точного настроювання). Потім за добре настроєним роялем або акордеоном визначають необхідний опір грифа для кожної клавіші інструмента темперованого строю. Так дістають сітку опорів грифа.

Гриф, обмотка якого намотана з тонкого проводу діаметром 0,05 мм з невеликим натягом, розрахований для роботи з генератором, складеним за схемою другого варіанту (рис. 73, б). Відповідно і резистори, що приєднуються при одержанні сітки опорів, повинні мати вищий опір (300 ком і 1,5 ком). Щоб точно витримати приріст

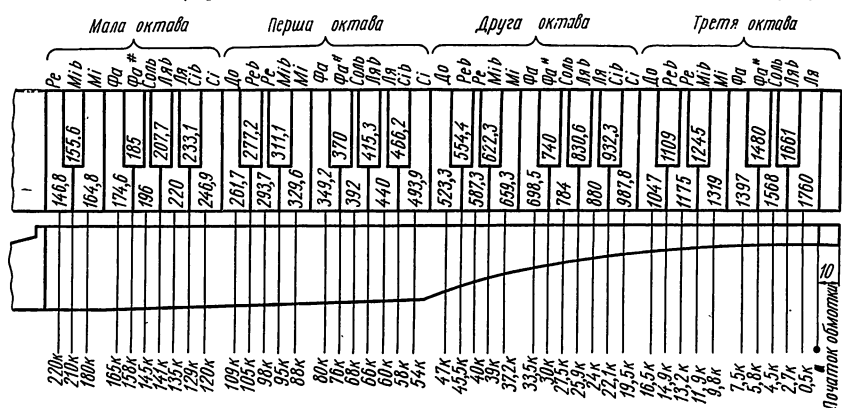


Рис. 75. Сітка опорів грифа.

омічного опору грифа до зміни частоти звучання інструмента при настроюванні відповідної його клавіші, під витки проводу обмотки грифа треба ввести підкладки.

Струмоznімання здійснюється або сталюю струною, або гнучкою пластиною, на яку з одного боку наклеєно фольгу. При намотуванні основу грифа затискають у спеціальний пристрій і, обертаючи його, укладають витки обмотки. При укладанні витків контролюють величину опору, для чого дрібнозернистою абразивною шкуркою акуратно знімають ізоляцію з проводу в місці вимірювання. Допустиме відхилення величини опору $\pm 20\%$.

При дальшому намотуванні за розміткою любитель набуває певного досвіду і, укладаючи виток до витка або роблячи крок в 1—1,5 діаметра проводу, витримує з достатньою точністю величини опорів для кожного тону темперованого строю. Закінчивши намотування, кінець проводу закріплюють клеєм, а початок обмотки припаюють до штирка, до якого підводиться вивід резистора R_5 . При встановленні струмоznімача під гвинт, що кріпить деталь б, ставлять пелюстку, яку з'єднують із спільним плюсом (корпусом, шасі) інструмента. Потім основу з обмоткою промивають спиртом, сушать і вкривають двома-трьома шарами масляного лаку. Коли лак висохне,

фетровим кругом з тонкою полірувальною пастою полірують робочу частину грифа (поверхню контактування із струмознімачем) у напрямі витків, не прикладаючи великих зусиль, щоб не пошкодити провід. Далі на основу кріплять деталь 2 і гвинт, який кріпить пружину 3.

Струмознімач повинен бути еластичним, пружним, але без залишкової деформації, а також має торкатися обмотки в одній точці. Його можна акуратно вирізати з фольги, латуні або фосфористої бронзи завтовшки 0,1 мм. На металеву фольгу клеєм 88 наклеюють непроявлену фотографічну плівку форматом 6 × 6 см. Перед склеюванням поверхні знежирюють спиртом. Клей наносять рівним шаром і гумовим валиком усувають повітряні бульбашки і лишки клею.

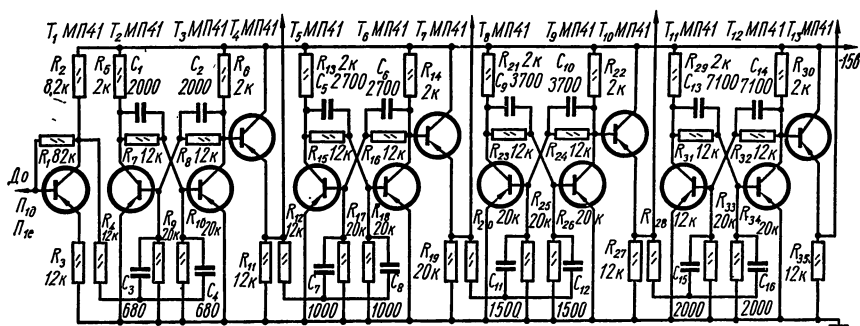


Рис. 76. Принципова схема грифогового подільника частоти.

На кінці струмознімача накладають деталі 4, 6 і 7. Струмознімач кріплять гвинтом до основи з боку деталі 6, а на місце стикування наносять шар клею, який запобігає повороту вузла 6—7 щодо основи. Один кінець пружини прикріплюють до деталі 4, а другий — до гвинта 9. Натяг пружини повинен бути таким, щоб зазор між обмоткою грифа і струмознімачем становив 2 мм.

Для захисту контактуючих поверхонь від пилу з боків основи, перед струмознімачем, приклеюють смужки з поролону. Можна застосувати й губчасту гуму, але сірчисті сполуки, які є в її складі, можуть окислити контактуючі поверхні, а це знизить надійність інструмента. Кожух грифа виготовляють з листової сталі завтовшки 0,5 мм. Електрично він з'єднується з пелюсткою під гвинтом деталі 7.

Грифовий генератор працює разом з тригерними подільниками частоти (рис. 76), на які сигнали надходять від задаючих генераторів (у режимі одноголосся) або з грифогового генератора. Для розширення робочого діапазону частот вихідну напругу прямокутної форми знімають з емітерних повторювачів, складених на транзисторах T_4 , T_7 і T_{18} . Ці напруги надходять у темброблок для синтезу. Перетворюючи в темброблоці напруги, які знімаються з тригерів,

можна дістати різні поєднання форми вихідної напруги (наприклад, використати від тригера *I* синусоїду, від тригера *II* — прямокутні імпульси, від тригера *III* — пилоподібні і т. д.). Вибір певного варіанту вихідної напруги тригерів забезпечується ввімкненням відповідної клавiшi темброблока. Для імітації звучання духових інструментів, крім того, є два тригери-перетворювачі з великою шпаруватістю імпульсів. Ці перетворювачі запускаються від тригерів-подільників *I* і *III*. Принципову схему тригерів-перетворювачів показано на рис. 77.

Керування характером звучання в електромuзичному інструменті здійснюється за допомогою темброблока, принципову схему

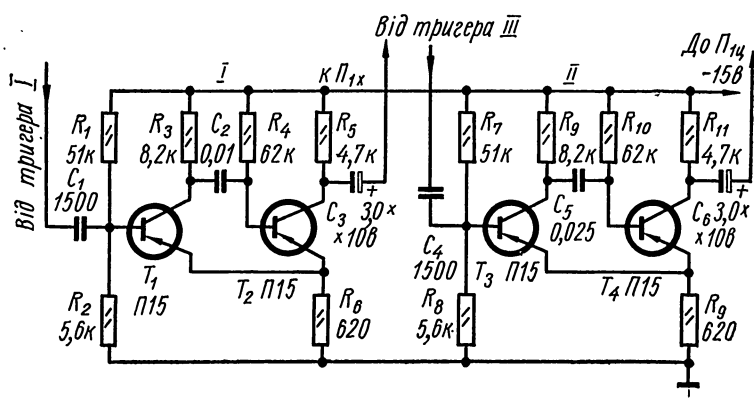


Рис. 77. Принципова схема тригера-перетворювача.

якого зображено на рис. 78. У темброблоці є другий клавiшний перемикач, що служить для керування системою форматних контурів, резонансні контури, які інтегрують і диференціюють ланцюжки, перетворювачі форми напруги і попередні підсилювачі низької частоти.

При роботі від клавіатури сигнал з задаючих генераторів, пройшовши подільники частоти, через контакти клавіатури надходить на базу транзистора T_1 темброблока, підсилюється ним і подається з навантаження каскаду підсилення резистора R_2 на один з форматних контурів $L_1C_4—L_4—C_7$. Форматні контури вмикаються контактами клавіатури блока $\Pi_{1a}—\Pi_{1r}$.

Форматні контури вносять відповідні спотворення у форму сигналу, надаючи звукові того чи іншого забарвлення. Потім сигнал надходить на попередній підсилювач першого каналу (транзистор T_2) і далі в кінцевий підсилювач та на акустичний агрегат.

При роботі від реостатного грифа останній вмикає свій задаючий генератор. Висота тону залежить від положення точки контакту на струмознімачі грифа. Цей сигнал надходить на тригерні подільники, а потім на систему форматних контурів і на каскад формування напруги. Форматні контури $L_5C_{12}—L_2C_{15}$ також надають

певного забарвлення звукові. При одноголосому виконанні на ці контури можна подати сигнал від клавіатурних генераторів. Сигнал з цих контурів надходить на попередній підсилювач низької частоти другого каналу. Котушки L_9 — L_{11} служать для утворення тембру, а резистори R_5 і R_{28} — для регулювання рівня вихідного сигналу.

Всі задаючі генератори, грифовий генератор, каскад формування напруги, попередні підсилювачі низької частоти, подільники частоти, тригери і всі інші транзистори інструмента живляться від стабілізованого випрямляча, схему якого зображено на рис. 79.

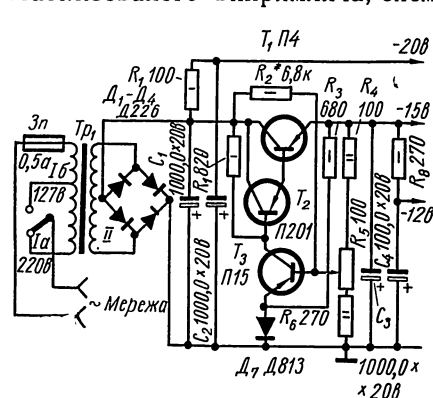


Рис. 79. Принципова схема випрямляча для живлення електромузичного інструмента.

Транзисторний стабілізатор напруги складений за звичайною схемою. Регулюючим є транзистор T_1 . Підсилювач керуючої постійної напруги складений на транзисторах T_2 і T_3 . Опорну напругу знімають із стабілітрона D_1 .

Всі деталі інструмента саморобні. Задаючі генератори і подільники частоти виконані на дванадцяти гетинаксових платах, кожна з яких укріплена під блоком клавіатури на алюмінієвих кутниках.

Функціональні блоки мають контактні рознімні колодки, які можна замінювати при нових

конструктивних удосконаленнях. Будову блока комутації і клавіатури показано на рис. 80. Білі клавіші зроблені з дерева і обклеєні пластиком, темно-коричневі — з вініласту завтовшки 10 мм. Робочий хід білих клавішів обмежується виступом у передній їх частині, темних — переднім профілем і упорним гвинтом, укріпленим на задньому профілі.

Щоб запобігти забрудненню контактів клавіатури (в неробочому стані), їх закривають відкидною кришкою, яка вимикає живлення інструмента. Реостатний гриф укріплений перед клавіатурою і закритий тонким пластиком. Передня кришка інструмента забезпечує вільний доступ до вторинних органів керування (перемикач напруги мережі, органи настроювання задаючих генераторів тощо). Клавіші перемикача тембрів також виготовлені з дерева і обклеєні білим пластиком. Під акустичними агрегатами є розняття з колодками для приєднання мережного шнура.

Корпус інструмента виготовлений з дерева і обклеєний горіховим шпоном. Обрамлення клавіатури виконане з алюмінію і анодоване в тон забарвленню всього інструмента.

Для темброутворення застосовано контури з резонансними частотами 500, 800, 1200 і 1600 гц. Котушки індуктивності для цих

контурів з метою зменшення наводок і збільшення добротності намотані на альсиферових кільцеподібних осердях ТЧК зовнішнім діаметром 44 мм. Проте котушки можна намотати й на інших осердях, наприклад типу ОБ-20 або пермалоевих Ш-подібних. Дані котушок індуктивності для електромузичного інструмента з різними осердями наведено в табл. 11.

Силловий трансформатор випрямляча намотаний на осерді Ш19 × 35 із стандартної трансформаторної сталі. Обмотка $Ia + Ib$

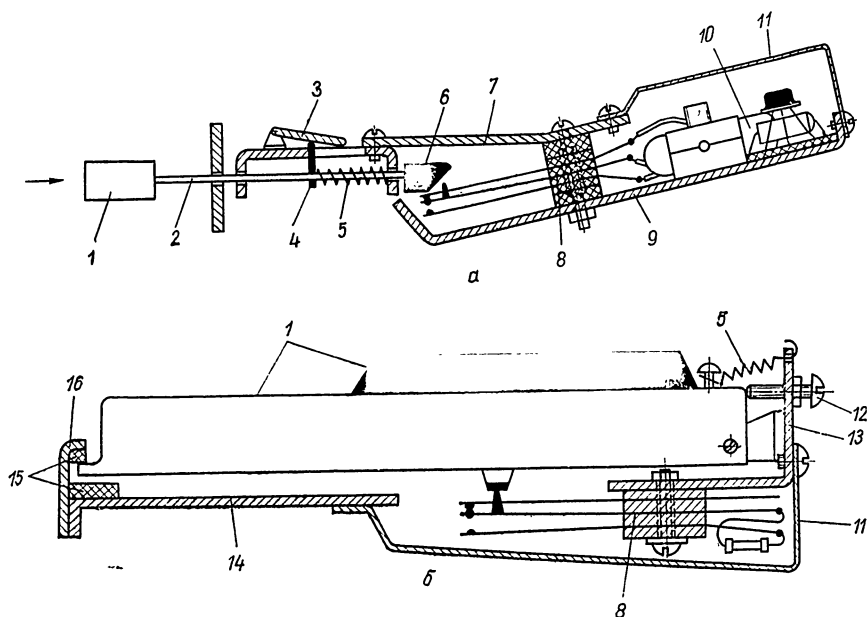


Рис. 80. Блок комутації (а) і клавіатура (б):

1 — клавіші; 2 — шток клавіші; 3 — фіксатор-заскочка; 4 — штифт; 5 — пружини; 6 — кулачок; 7 — несуча планка; 8 — контакти; 9 — основа; 10 — фільтри; 11 — екран; 12 — упорний гвинт; 13 — опорний кутник; 14 — передній кутник; 15 — поролонові прокладки; 16 — верхній упор.

містить 711+539 витків з проводу марки ПЭЛ діаметром 0,44 мм, обмотка II — 118 витків з проводу ПЭЛ діаметром 1,25 мм.

При настроюванні інструмента насамперед перевіряють роботу блока живлення генераторів. Для цього на вихід стабілізатора вмикають навантажувальний резистор опором 1 ком потужністю 2 вт. На вхід трансформатора Tr_1 подають мережну напругу, яка плавно регулюється від 150 до 250 в. На виході стабілізатора при цьому має бути — 15 в. Потенціометром регулюють напругу на виході стабілізатора. Якщо при збільшенні напруги мережі напруга на виході стабілізатора збільшується, то слід підібрати опір резистора R_2 в колі зворотного зв'язку.

Після одержання стабільної напруги на виході випрямляча приступають до налагодження генераторів за допомогою осцило-

Таблиця 11

Позначення на схемі (рис. 80)	Частота настроюван- ня, гц	Індуктивність, гн	Кількість витків з проводу марки ПЭВ-2 діаметром, мм		
			0,12*	0,06**	0,05***
L_1	500	2,0	1780	1800	4500
L_2	800	1,5	1300	1800	4500
L_3	1200	1,2	1600	1250	3800
L_4	1600	1,2	723	1500	3500
L_5	250	5,0	3000	3000	5500
L_6	370	4,2	2850	3000	5000
L_7	500	2,0	2600	1800	
L_8	750	1,5	2460	1800	4500
L_9	1000	1,2	2100	1500	4500
L_{10}	1500	1,0	1520	1200	3500
L_{11}	2000	0,8	1350	1000	2000

* Котушки індуктивності намотані на осердях ТЧК-44.

** Котушки індуктивності намотані на осердях ОБ-20.

*** Котушки індуктивності намотані на осердях з пермагнетичних пластин Ш14×8.

графа, звукового генератора і лампового вольтметра. Низькочастотні транзистори старих типів П13-П16 можна замінити новими МП39 — МП42. Параметри обох транзисторів повинні бути однаковими, а їх статичний коефіцієнт підсилення $\beta_{ст}$ — не меншим від 20. Постійні резистори в задаючому генераторі замінюють змінними. Так, замість R_6 вмикають потенціометр на 10 ком, замість R_9 і R_{10} — потенціометри на 20—50 ком. Напругу від звукового і задаючого генераторів подають на осцилограф і настроюють задаючий генератор до одержання стійкої фігури Ліссажу.

Регульовальний потенціометр R_2 встановлюють у середнє положення. За допомогою змінних резисторів устанолюють потрібну частоту генератора. Якщо на вхід осцилографа подати тільки частоту одного генератора, то на його екрані спостерігатиметься пилкоподібна крива. Після цього вимірюють значення опорів змінних резисторів і замість них підпаюють постійні. Для цього використовують резистори типу МЛТ, як стабільніші в часі. Підбираючи опори за допомогою змінних резисторів, треба стежити за тим, щоб їх повзуни не підходили до краю. При значеннях змінних резисторів, близьких до нуля, транзистори можуть вийти з ладу. Щоб цього не сталося, послідовно із змінним резистором треба ввімкнути постійний резистор опором 50—100 ом. Частоту, яку генерує задаючий генератор, контролюють за допомогою навушників.

Після закінчення настроювання задаючого генератора за допомогою R_2 можна змінювати його частоту на $\pm 1/2$ тону. Бажано перевірити генератор на термостабільність. Для цього його двічі нагрівають у духовій шафі до $+60^\circ$, витримуючи при цій температурі по дві години з наступним охолодженням при кімнатній темпе-

ратурі протягом години. Після охолодження вимірюють частоту задаючого генератора. Відхід частоти не повинен перевищувати 0,1—0,15%. У противному разі слід замінити нестабільні елементи. Потім плату задаючого генератора з радіодеталями вкривають масляним лаком і приступають до настроювання наступного задаючого генератора.

Далі настроюють подільники частоти. Транзистори в них повинні мати коефіцієнт підсилення не менше 15. Замість резисторів R_{18} і R_{17} встановлюють змінні резистори по 20—50 *ком*, а замість R_{16} — 10 *ком*. Не слід вмикати живлення, не встановивши повзуни цих резисторів у середнє положення.

Подільник частоти при вимкненому конденсаторі C_8 настроюють на частоту, яка становить 75% від потрібної. Потім знову вмикають цей конденсатор і за допомогою змінного резистора 10 *ком* (замість R_{16}) при ввімкнутому живленні добиваються чіткої синхронізації в заданому діапазоні зміни частоти задаючого генератора ($\pm 1/2$ тону). Після цього тимчасово ввімкнуті змінні резистори замінюють постійними.

Настроюють подільник частоти від вищих частот до нижчих і послідовно для кожного звука. Закінчивши настроювання задаючих генераторів і подільників частоти, приступають до точного настроювання всього комплексу генераторів тону. Для цього досить за еталонним музичним інструментом або квінтовым колом з камертоном настроїти дванадцять задаючих генераторів з допомогою потенціометрів R_2 . Нижні октави настрояться автоматично.

Настроювання генераторів вібрато провадиться за допомогою осцилографа і полягає в доборі резисторами R_3 і R_4 частоти генерації 5—10 *гц*. Для поліпшення форми вихідної синусоїдної напруги рекомендується підібрати негативний зворотний зв'язок, напруга якого з колектора транзистора T_2 подається на емітер транзистора T_1 . Півперіоди вихідної напруги генератора вібрато повинні бути однаковими за амплітудою.

Можливості виконавця електронної музики можна розширити, обладнавши інструмент пристроєм для створення унісонного ефекту, який відповідає «розливу» звуку в акордеонах. Для цього на ПНЧ одночасно подаються коливання двох або кількох генераторів, частоти яких відрізняються одна від одної на кілька герців. Биття цих частот спричиняють унісонну вібрацію.

Цей ефект можна дістати у звичайному електрооргані, який складається з 12 задаючих генераторів з наступним діленням частоти. Для цього задаючі генератори з подільниками частоти розбивають на 6 пар: *до* — *до-дієз*, *ре* — *ре-дієз*, *мі* — *фа*, *фа-дієз* — *соль*, *соль-дієз* — *ля*, *ля-дієз* — *сі*. При натисненні на одну клавішу на вхід підсилювача низької частоти подаються коливання з двох суміжних пар, генератори тону яких частково перестроюються для створення незначної розстройки один щодо одного.

На рис. 81 зображено схему комутації однієї пари генераторів і подільників частоти для тонів *до* і *до-дієз*. При ненатиснутих

клавішах генератор 1 має частоту, яка відповідає тону *до-дієз*, генератор 2 — тону *до*. При цьому контакти нижнього (за схемою) ряду клавіатури замкнуті. Виходи подільників частоти, що відповідають однаковим октавам, з'єднані між собою.

При натисненні на клавішу *до* один з контактів $K_1—K_6$ розмикається; вимкнення резисторів R_5 і R_6 знижує частоту генератора 1 до величини, яка відповідає (з невеликою розстроюкою) тону *до*.

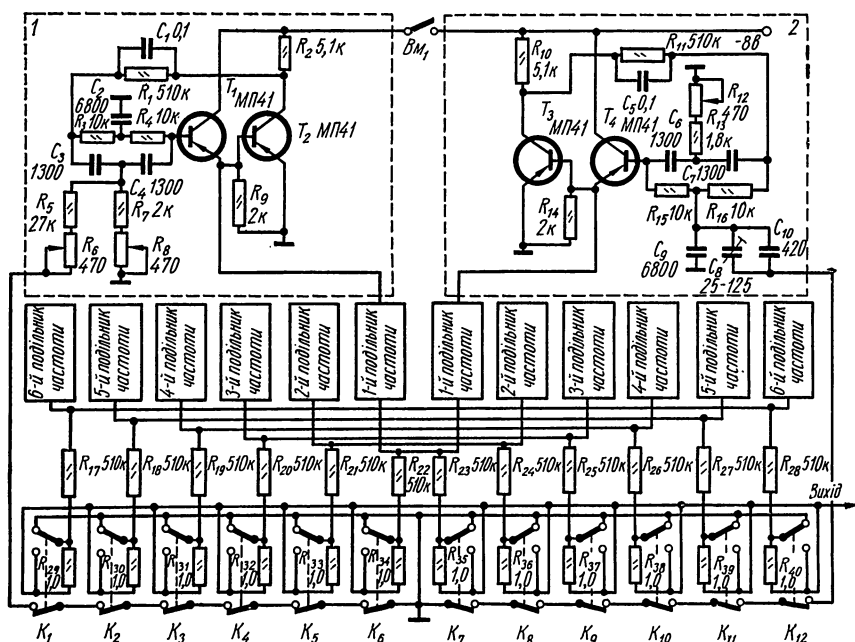


Рис. 81. Схема комутації однієї пари генераторів і подільників частоти.

З подільників частоти на вихід подаються коливання тону *до* з «розливом», зумовленим неточною відповідністю частот генераторів 1 і 2. При натисненні на клавішу *до-дієз* частота генератора 1 лишається сталою, а частота генератора 2 підвищується на півтону, бо конденсатори C_8 і C_{10} при розмиканні одного з контактів $K_7—K_{12}$ вимикаються. При цьому на виході з'являються коливання, що відповідають тону *до-дієз*. Аналогічно працюють інші п'ять пар генераторів тону.

Настроювання генераторів проводять так. При натисненні клавіші, яка відповідає вищій частоті, генератор 2 змінює опору резистора R_{12} настроюють на цю частоту. Потім натискають клавішу, що відповідає нижчій частоті; настроюють на цю частоту генератори 1 (зміню опору резистора R_6) і 2 (змінює ємності кон-

денсатора C_3), причому генератор 2 трохи розстроюють щодо генератора 1.

Потім знову натискають клавішу, яка відповідає вищій частоті, і зміною опору резистора R_8 настроюють на цю частоту генератор 1 з невеликою розстройкою щодо генератора 2. Величину розстройки вибирають на слух. При цьому слід перевірити звучання одного й того ж тону в усіх октавах, бо різниця частот при октавному діленні частоти змінюється від октави до октави.

Іноді до електромузичних інструментів з «розливом» ставлять таку вимогу: величина «розливу» повинна змінюватися по діапазону від 1 *гц* у великій октаві до 10 *гц* у четвертій. Якщо взяти величину «розливу» у великій октаві 1 *гц*, то при побудові інструмента за принципом октавного ділення частоти величина «розливу» уже в третій октаві становитиме 16 *гц*. Тому такі інструменти треба виконувати за іншою схемою, яка містить 18 задаючих генераторів. Для одного з тонів, що входять до кожної пари, ланцюжок подільників частоти безперервний по всьому діапазону. Для другого тону діапазон частот поділений на два піддіапазони з окремими задаючими генераторами. При цьому кожен задаючий генератор настроений так, щоб різницева частота не перевищувала заданих значень для кожного з піддіапазонів.

При використанні описуваного принципу створення унісонного ефекту перестроювання частоти генераторів після натиснення клавіші повинно відбутися не пізніше приєднання виходів подільників частоти до входу ПНЧ. Після відпускання клавіші перестроювання частоти повинно відбутися не раніше, ніж подільники частоти будуть від'єднані від входу підсилювача. При невиконанні цієї вимоги в момент натиснення і відпускання клавіші прослухуватиметься неприємне звучання двох дисонуючих коливань з інтервалом у півтону.

Таким вимогам відповідає схема маніпуляції, показана на рис. 81. У ній використовується відомий принцип ступінчастої атаки звуку. При натисненні клавіші, наприклад K_1 , розмикається розмикаючий контакт і перестроюється частота генератора 1. Одночасно розмикається верхній контакт і на вхід підсилювача через резистори R_{17} і R_{29} подається з великим ослабленням напруга, бо вхідний опір підсилювача менший, ніж опори резисторів. При дальшому русі клавіші резистор R_{29} замикається, і гучність досягає максимуму. Коли клавішу відпускають, спочатку розмикається резистор R_{29} і звук ослабляється, потім одночасно замикаються верхній і нижній контакти, перериваючи звук і перестроюючи частоту задаючого генератора.

При використанні задаючих генераторів, виконаних за іншими схемами, комутація частотозадаючих елементів може бути змінена. Застосовуючи для комутації виходи подільників частоти діодних і тріодних ключів, можна значно спростити контактну систему клавіатури, а також розділити сигнали, що надходять з подільників частоти кожної пари, і подати їх на окремі підсилювачі

з рознесеними в просторі гучномовцями. Комбінуючи тембри кожного каналу, добиваються поєднань, які створюють ілюзію звучання одночасно двох різних інструментів в унісон або в октаву. Ілюзія октавного звучання створюється, коли в одному з каналів форматні кола настроєні на нижні частоти, а в другому — на верхні.

ЛЮБИТЕЛЬСЬКІ ТЕЛЕВІЗОРИ

ПРОСТИЙ ТЕЛЕВІЗОР

Телебачення міцно увійшло в побут радянської людини. Мережа телевізійного мовлення невинно розширюється. Цьому сприяє будівництво нових ретрансляційних станцій, використання системи «Орбита», яка передає телевізійні сигнали за допомогою супутників.

Наша промисловість випускає понад 50 типів телевізійних приймачів з розмірами екрана по діагоналі від 16 до 65 см. Це в основному телевізори II класу з високою чутливістю, різними автоматичними регулюваннями і автопідстроюванням.

Незважаючи на це, армія любителів виготовляє своїми руками різні радіоелектронні пристрої, удосконалює вже готові моделі, самостійно конструює телевізори.

Розгляньмо максимально просту схему телевізора, в якій використовуються уніфіковані деталі. Оскільки більша частина радіолюбителів живе в містах або селищах міського типу, де відстані до телецентру невеликі, то немає потреби будувати телевізор на 15—18 радіолампах. Спрощений малоламповий телевізор можна використовувати для роботи в зоні впевненого приймання, дістаючи непогані результати. Зате скласти самому такий телевізор значно простіше і налагодити його досить легко.

Проте схема телевізора побудована так, що в ній закладені можливості дальшого вдосконалення (підвищення чутливості, запровадження автоматичних регулювань, збільшення вихідної потужності ПНЧ і підвищення чіткості та стійкості синхронізації).

Описуваний телевізор містить лише 7 ламп (крім ПТК), 2 транзистори і 8 напівпровідникових діодів. У ньому застосовано сучасний кінескоп 47ЛК2Б, але при незначних змінах у системі розгортки можна встановити 59ЛК2Б і 61ЛК2Б.

Загальна споживана потужність від мережі не перевищує 100 вт. Для живлення транзисторів, встановлених у телевізорі, не потрібно окремого випрямляча чи будь-яких резисторів, що гасять опір. Телевізор призначений для роботи в будь-якому з 12 телевізійних каналів. Чутливість його 200 мкв, що дає змогу вести приймання на трьохелементну антену на відстані 30—40 км від телецентру середньої потужності. Чіткість зображення по горизонталі 350—400 ліній. Кількість градацій яскравості не менше

6. Вихідна потужність ПНЧ 0,6—0,8 *вт* при коефіцієнті нелінійних спотворень не більше 5%.

Телевізор складений за супергетеродинною схемою (рис. 82). В ньому використовується стандартний перемикач телевізійних каналів типу ПТК або ПТК-4, в якому здійснюється підсилення по високій частоті і перетворення сигналу. Проміжні частоти каналу зображення 34,25 *Мгц* і звуку 27,75 *Мгц* вибрані за старим стандартом. Старі значення проміжних частот взято у зв'язку з тим, що в продажу частіше бувають деталі і вузли, розраховані на старий стандарт.

Сигнал ПЧ з виходу ПТК через конденсатор C_1 надходить на керуючу сітку першого каскаду підсилювача проміжної частоти. В першому каскаді працює частина комбінованої лампи $\mathcal{L}_1$ 6Ф1П. Навантаженням цієї частини лампи по проміжній частоті є контур $\mathcal{L}_1 C_8$. З котушкою контура індуктивно зв'язана $\mathcal{L}_2$, з якої сигнал надходить для дальшого підсилення на сітку другого каскаду ППЧ. Другий каскад ППЧ складений також на пентодній частині комбінованої радіолампи $\mathcal{L}_2$ 6Ф1П. Навантаженням другого каскаду є резонансний контур $\mathcal{L}_4 C_2$.

З котушки $\mathcal{L}_5$, індуктивно зв'язаної з $\mathcal{L}_4$, сигнал ПЧ надходить на відеодетектор, складений на діоді $\mathcal{D}_5$. Продетектований відеосигнал з навантаження детектора резистора R_{12} подається на керуючу сітку відеопідсилювача, складеного на комбінованій лампі $\mathcal{L}_3$ 6Ф1П. З навантаження відеопідсилювача дроселя $\mathcal{D}p_2$ і резистора R_{13} відеосигнал надходить на катод кінескопа (точка *B*). Зміщення на керуючі сітки ламп ППЧ і відеопідсилювача задається автоматично за допомогою резисторів R_2 , R_{10} і R_{14} .

Частотна характеристика формується двома резонансними контурами, ширину смуги пропускання яких можна змінювати заміною резисторів, ввімкнутих паралельно обмоткам котушок індуктивності. Режекція несучої ПЧ звукового супроводу здійснюється фільтром $\mathcal{L}_3 C_9$, індуктивно зв'язаним з першим контуром ППЧ. Здійснюючи режекцію («відсмоктування») несучої звукової частоти, цей контур перешкоджає виникненню на екрані темних смуг, що з'являються в такт із звуковим супроводом.

Через резистори R_6 і R_9 надходить позитивна напруга для живлення екрануючих сіток пентодної частини ламп $\mathcal{L}_1$ і $\mathcal{L}_2$. Резистор R_8 , ввімкнутий паралельно котушці $\mathcal{L}_3$, розширює смугу пропускання першого контура до необхідних меж, а R_{11} — смугу пропускання другого контура. Напівпровідниковий діод $\mathcal{D}_5$, приєднаний до котушки $\mathcal{L}_5$, виконує функції відеодетектора, складеного за однопівперіодною схемою. Навантаженням відеодетектора є резистор R_{12} . З нього продетектований відеосигнал надходить на керуючу сітку пентодної частини лампи $\mathcal{L}_3$, що працює як однокаскадний відеопідсилювач. Навантаження відеопідсилювача складається з дроселів $\mathcal{D}p_1$ і $\mathcal{D}p_2$ та резистора R_{13} . Дроселі, підвищуючи підсилення на вищих частотах, коректують частотну характеристику відеопідсилювача, розширюючи його смугу пропускання.

З точки з'єднання дроселів відеосигнал подається на катод кінескопа. Діод D_5 служить не тільки для детектування відеосигналу, але й є змішувачем несучої проміжної частоти звукового супроводу і відеосигналу. В результаті перетворення цих двох

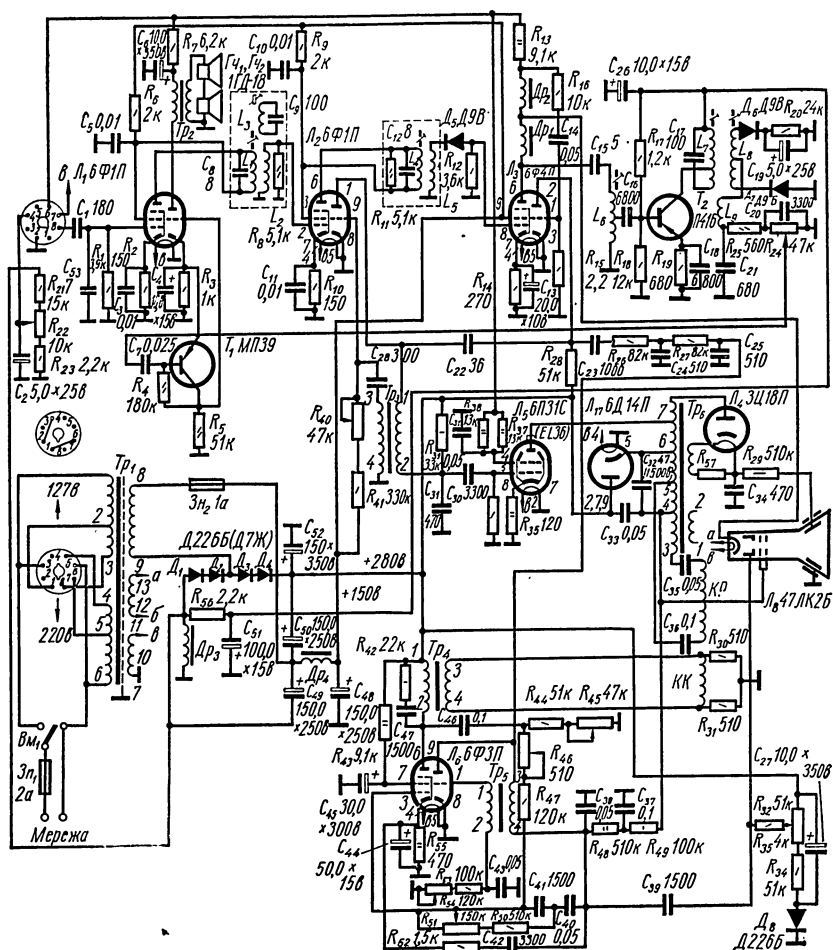


Рис. 82. Принципова схема простого телевізора.

частот на резисторі R_{12} виділяється їх різниця ($34,25 - 27,75 = 6,5 \text{ МГц}$). Ця різницева частота, промодульована низькими частотами звукового супроводу, є проміжною частотою звукового супроводу. Проміжна частота звукового супроводу підсилюється відеопідсилювачем і виділяється на резонансному контурі, який складається з котушки L_6 і монтажних ємностей.

З частини котушки L_6 напруга різницевої частоти $6,5 \text{ МГц}$

надходить на базу транзистора T_2 , що працює підсилювачем проміжної частоти звукового супроводу. Цей каскад, крім підсилення, обмежує сигнал за максимумом і мінімумом для усунення паразитної амплітудної модуляції, а також для подавлення різних завад. Паразитна амплітудна модуляція проявляється у вигляді неприємного гудіння, схожого на фон змінного струму. Завади прослухуються як різного роду шурхіт і тріск.

Для узгодження низького вихідного опору ППЧ звуку на транзисторі T_2 з високим входним опором частотного детектора навантажувальний контур L_7C_{17} ввімкнутий у коло колектора не повністю. Сигнали різницевої частоти (проміжна частота звукового супроводу) детектуються в частотному детекторі відношень, складеному на діодах D_6 і D_7 . На виході детектора є можливість регулювати гучність за допомогою резистора R_{24} . Повзун цього резистора приєднаний до бази транзистора T_1 попереднього каскаду ПНЧ. Зв'язок між каскадом на транзисторі і наступним ламповим — безпосередній (колектор транзистора з'єднаний з керуючою сіткою тріодної частини лампи). Лампа працює підсилювачем потужності. Навантаженням кінцевого підсилювача низької частоти є два гучномовці $G_{\alpha 1}$ і $G_{\alpha 2}$, ввімкнуті послідовно.

Тріодні частини ламп L_2 і L_6 використані відповідно як задаючі генератори рядкової і кадрової розгортки. Обидва задаючих генератори складені за класичною схемою блокінг-генераторів з анодним зв'язком. Частотнозадаюче коло $C_{43}R_{53}R_{54}$ у блокінг-генераторі кадрів заземлене, а в блокінг-генераторі рядків коло $C_{28}R_{40}R_{41}$ приєднане до джерела напруги 150 в. Таке ввімкнення дає змогу збільшити розмах пилоподібної напруги рядкової розгортки і поліпшити її синхронізацію.

Вихідний каскад кадрової розгортки складений на пентодній частині лампи L_6 і працює в режимі підсилення потужності. В анодному колі цієї лампи стоїть узгоджувальний трансформатор Tr_4 , навантажений на кадрові котушки відхильної системи. Кінцевий каскад рядкової розгортки складений на лампі L_5 , у навантаженні якої стоїть рядковий трансформатор Tr_6 . З частини його витків знімають відхильну напругу на рядкові котушки відхильної системи. Підвищену напругу рядкових імпульсів випрямляють високоевольтним діодом L_4 і подають для живлення другого анода кінескопа через фільтр $R_{29}C_{34}$.

Змінний резистор R_{40} служить для регулювання частоти рядків, а R_{53} — для регулювання частоти кадрів. Резистор R_{46} призначений для регулювання розміру зображення по вертикалі, R_{45} — для регулювання лінійності по кадрах, R_{51} — для регулювання лінійності верхньої частини кадру.

Імпульси синхронізації рядкового і кадрового генераторів виділяються з відеосигналу в амплітудному селекторі, побудованому за найпростішою схемою на тріодній частині лампи L_3 . Рядкові синхроімпульси виділяються в диференціюючому колі $C_{22}R_{39}$, а кадрові — в інтегруючому $R_{26}C_{24}R_{27}C_{25}$.

Випрямляч для живлення анодно-екранних кіл телевізора складений на діодах D_1 — D_4 за двопівперіодною схемою з подвоєнням напруги. З цього випрямляча одержують дві позитивні напруги 150 і 280 в для живлення анодів та екрануючих сіток ламп і негативну напругу — 12 в, яка живить колекторне коло транзистора T_2 . Змінний резистор R_{22} , що входить до подільника, служить для регулювання контрастності зображення. Транзистор T_1 живиться напругою, яка виділяється в резисторі R_3 у катодному колі лампи L_1 внаслідок проходження по ньому анодного струму. Подільник $R_{33}R_{34}$ служить для регулювання яскравості зображення. До нього приєднане коло гасіння світної точки за допомогою конденсатора C_{27} і діода D_8 .

Деталей у цьому телевізорі, як видно з принципової схеми, небагато. Це дає змогу вільно розмістити монтаж на шасі телевізора. Воно може бути як горизонтальним, так і вертикальним. При монтажі деталей треба добре продумати їх розташування, добиваючись, щоб з'єднувальні провідники були якнайкоротшими.

Всі деталі телевізора з намоткою, за винятком контурних котушок, дані яких наведено в табл. 12,— промислового виготовлення. Котушки ППЧ зображення L_1 — L_5 намотані на полістиролових каркасах діаметром 7,5 мм (від телевізора УНТ-47/59, «Темп-3», «Темп-6», «Рубін» усіх модифікацій). Для котушок L_7 — L_9 фазозсуваючого трансформатора детектора відношень використано два каркаси від контурів ПЧ приймача «Селга» (з органічного скла, діаметром 6 мм). Основи цих каркасів склеєні так, щоб каркаси були розташовані вертикально і паралельно між собою на відстані 12 мм один від одного. На одному з них намотують котушку L_8 у два проводи. Для створення середньої точки котушки з'єднують кінець однієї секції з початком другої. На другому каркасі намотують котушку L_7 і поверх неї на паперовій манжетці — L_9 . Для котушки L_6 використовують один такий самий каркас, як і для фазозсуваючого трансформатора.

Таблиця 12

Позначення на схемі (рис. 82)	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм	Відвід
L_1, L_2	17	ПЭЛШО 0,23	—
L_3	8	ПЭЛ 0,51	—
L_4, L_5	15	ПЭЛШО 0,23	—
L_6	60	ПЭВ-1 0,21	Від 10-го витка, рахуючи від заземленого кінця
L_7	36	»	Від середини
L_8	8	»	—
L_9	10	»	—
Dp_1	270	ПЭЛШО 0,12	—
Dp_2	165	—	—

Примітка. Осердя у котушок L_1 , L_2 , L_4 і L_5 типу СЦР-1, у котушки L_2 — латунне $M6 \times 10$, у котушок L_4 — L_9 та дроселів Dp_1 і Dp_2 — з фериту марки 600НН діаметром 2,8 мм.

Коректуючі дроселі Dr_1 і Dr_2 намотують на резисторах ВС-0,25 опором 1 Мом внавал між щічками. Ширина намотки 3 мм. Дані щодо намотки трансформаторів наведено в табл. 13. Резистори і конденсатори телевізора можуть бути яких завгодно типів.

Таблиця 13

Позначення на схемі (рис. 82)	Промисловий тип трансформатора або дроселя	Осердя	Номер виводів	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм
Tr_1	Силовий трансформатор телевізора «Неман»	УШ40×45	1—2 2—3 4—5 5—6 7 8—9 10—11 12—13	265 41 41 265 Один шар 280 17 17	ПЭЛ 0,64 ПЭЛ 0,64 ПЭЛ 0,64 ПЭЛ 0,64 ПЭЛ 0,2 ПЭЛ 0,69 ПЭЛ 1,62 ПЭЛ 0,69
Tr_2	Вихідний трансформатор радіоли «Сиріус»	УШ14×18	1—2 3—4	2800 144	ПЭЛ 0,12 ПЭЛ 0,33
Tr_3	Уніфікований блокінг-трансформатор рядків БТС	(Сталь Э320 0,1×10× ×50 мм 12 пластин)	1—2 3—4	100 200	ПЭЛ 0,2 ПЭЛ 0,2
Tr_4	Уніфікований вихідний трансформатор кадрів для кінескопів з кутом відхилення променя 70° ТВК-70	УШ 16×32	1—2 3—4	3000 146	ПЭЛ 0,12 ПЭЛ 0,47
Tr_5	Блокінг-трансформатор кадрів телевізора «Рубин-102»	Ш12×12	1—2 3—4	3000 1500	ПЭЛ 0,08 ПЭЛ 0,08
Tr_6	Трансформатор вихідний рядковий уніфікований ТВС110Л	—	—	—	—
	Відхильна система уніфікована ОС 110	—	—	—	—
Dr_3	Дросель фільтра телевізора «Рекорд-12» малий	УШ16—32	—	2300	ПЭВ-1 0,25
Dr_4	Дросель фільтра телевізора «Рекорд-12» малий	УШ12×18	—	3400	ПЭВ-1 0,14

Налагодження телевізора починають з того, що перевіряють правильність монтажу і відповідність номінальних значень резисторів та конденсаторів указаним на схемі. Перевіряють роботу низьковольтного випрямляча. Для цього вмикають перемикач мережі на трансформаторі Tr_1 на ту напругу, яка є в мережі, і за допомогою омметра перевіряють, чи немає коротких замикань на виході випрямляча. Для цього щупи тестера ставлять на пози-

тивні виводи конденсаторів C_{52} та C_{48} і шасі. Потім, вийнявши запобіжник Zan_2 , вмикають напругу мережі і перевіряють наявність розжарної напруги у всіх радіоламп, крім 3Ц18П та кінескопа. При цьому трансформатор Tr_1 , ввімкнутий навіть на кілька годин, не повинен нагріватися.

Вставивши запобіжник Zan_2 і знову ввімкнувши телевізор, вимірюють напругу живлення анодно-екранних кіл і колекторного живлення транзистора T_2 (+280, +150 та -12 в). Допустиме відхилення від цих значень на $\pm 20\%$.

Після того, як на телевізор буде подано живлення, можна перевірити роботу ПНЧ. Для цього досить торкнутися викруткою або пінцетом повзуна потенціометра R_{24} регулятора гучності (повзун при цьому повинен бути в крайньому положенні, яке відповідає максимальній гучності), і в гучномовці має почутися характерне гудіння низького тону. Якщо ПНЧ не працює, то слід шукати несправну деталь або помилку в монтажі.

Якщо в монтажі немає помилок, на екрані кінескопа після програву ламп телевізора з'являється растр. Розмір растра і яскравість світіння екрана можуть бути недостатніми, але це легко усунути підгонкою режимів відповідних каскадів або регулюванням змінними резисторами. В деяких випадках треба буде ввімкнути додаткові резистори послідовно з потенціометрами регулювань або зменшити значення опорів змінних резисторів.

Якщо растра на екрані немає і він не з'являється при будь-якому положенні ручки регулювання яскравості (R_{33}), то треба поміняти місцями виводи однієї з обмоток трансформатора Tr_3 .

Якщо на екрані з'являється яскрава горизонтальна смуга, її треба зараз же погасити регулятором яскравості, щоб не пропалити люмінофор на екрані кінескопа. Після цього, вимкнувши телевізор, слід поміняти місцями виводи однієї з обмоток трансформатора Tr_5 .

При нормальному растрі на екрані кінескопа, торкаючись викруткою пелюстки 8 лампової панелі, до якої приєднується вихідна фішка ПТК, випробовують роботу ППЧ зображення, відеодетектора і відеопідсилювача. Якщо вони справні, то на екрані при торканні викруткою з'являються косі яскраві штрихи, спалахи.

Переконавшись, що основні вузли телевізора справні, вмикають ПТК. Вставляючи його вихідну фішку в панель, пробують прийняти сигнал телецентру, причому треба поставити ПТК в положення, що відповідає номерові того каналу, на якому в даній місцевості можна приймати найпотужніший телецентр.

Повзун регулятора контрастності R_{22} при настроюванні повинен бути в положенні найбільшої чутливості телевізора. Якщо зображення спотворене (дуже витягнуте вгору або по горизонталі), то це ліквідують відповідним регулюванням, а якщо не синхронізоване по рядках і по кадрах — добиваються синхронізації зміною частоти рядків і кадрів потенціометрами R_{40} та R_{53} відповідно.

Щоб дістати максимальну контрастність, треба підстроїти котушки L_4 і L_5 за допомогою осердь. Зміною положення осердя в котушках L_1 і L_2 добиваються максимальної чіткості зображення. Якщо в такт звуковому супроводові на екрані з'являються темні смуги, то це усувають підстроюванням котушки L_3 .

Діставши чітке і контрастне зображення, остаточне настроювання провадять за допомогою підстроювальної ємності гетеродина, розташованої на ПТК. Осердя котушок L_6 — L_2 встановлюють у таке положення, при якому гучність звучання максимальна, а спотворення — мінімальні.

ТРАНЗИСТОРНИЙ ТЕЛЕВІЗОР

Розміри екрана малогабаритного транзисторного телевізора малі, тому його рідко використовують для щоденного перегляду передач. Такий телевізор зручний у туристичних поїздках, у літньому таборі, на недільних прогулянках за містом. Наша промисловість випускає два типи малогабаритних переносних телевізорів на транзисторах: «Юность» і «Электроника ВЛ 100».

Транзисторний телевізор можна побудувати самому. Телевізор* дає змогу приймати телевізійні передачі, що ведуться на будь-якому каналі метрового і дециметрового діапазонів хвиль, відведених в СРСР для телевізійного мовлення. Він складений на 24 транзисторах і 20 діодах. Розмір зображення 92×116 мм. Несучі проміжної частоти зображення (38,0 МГц) і звуку (31,5 МГц) вибрано стандартні.

Чутливість телевізора на 1—5-му каналах не гірше 10 мкв, на 6—12-му каналах не гірше 15 мкв і на дециметрових хвилях (ДЦХ)—100 мкв. Вибірність на частоті 31,5 МГц — 20 дб, на 39,5 МГц — 35 дб. Чіткість по вертикальному клину випробної таблиці 0249 — не гірше 350 рядків, чіткість по горизонталі — 400 рядків, кількість градацій — 7. Вихідна потужність ПНЧ 300 мвт, смуга відтворюваних частот 300—3500 гц. Напруга живлення 12 в постійного або 127/220 в змінного струму. Потужність, яка споживається від джерела постійного струму, 7 вт, від мережі змінного струму — 14 вт. Габаритні розміри телевізора без блока ДЦХ для приймання дециметрових хвиль і ручки для перенесення $105 \times 192 \times 185$ мм. Вага 4,3 кг.

Принципову схему наведено на рис. 83. У телевізорі встановлено саморобний ПТК. Блок ДЦХ складений на транзисторі T_1 , що працює як перетворювач і ввімкнутий за схемою із заземленою базою. Сигнал від зовнішньої або телескопічної штирьової антени через індуктивність зв'язку L_1 надходить на вхідний коливальний контур $L_2C_1C_2$.

* Сконструйований інженерами А. Крючковим і Ю. Стрельцовим.

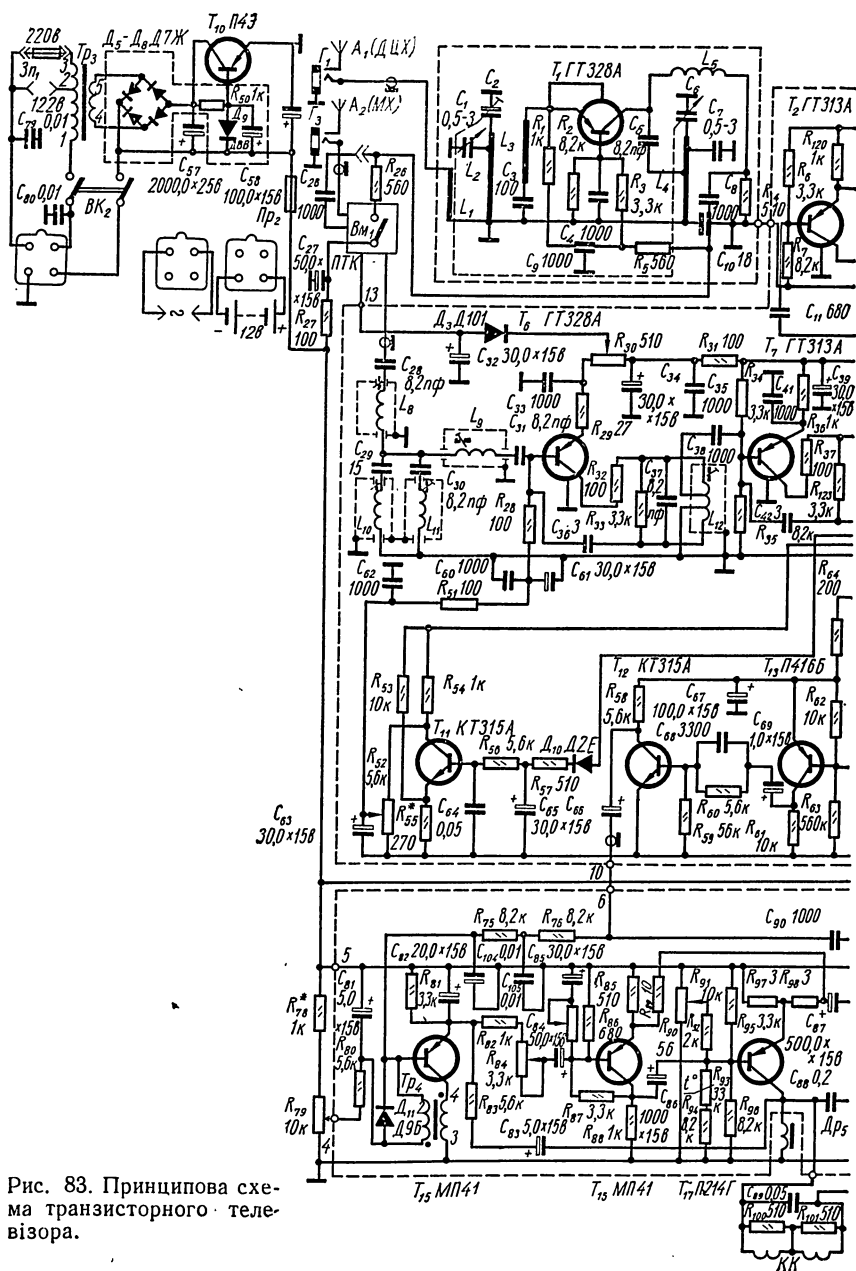


Рис. 83. Принципова схема транзисторного телевізора.

Зв'язок цього контура з емітером T_1 здійснюється за допомогою петлі зв'язку L_3 . Перетворювач навантажений широкосмуговим одиночним контуром L_5C_5 , настроєним на 35 МГц. Гетеродин перетворювача складений за схемою з ємнісним зворотним зв'язком. Струм, що проходить через транзистор T_1 , залежить від величини опору резисторів подільника R_2R_3 , які підібрані з таким розрахунком, щоб забезпечити максимальний коефіцієнт перетворення сигналу і стає збудження гетеродина. Зворотний зв'язок у гетеродині здійснюється через внутрішню ємність транзистора. Колектор транзистора зв'язаний з контуром гетеродина $L_4C_6C_7$ через конденсатор C_5 . Частота в блоці ДЦХ перестроюється плавно за допомогою двосекційного блока конденсаторів змінної ємності C_2 і C_6 .

Сигнал з блока ДЦХ, перетворений по частоті, подається на вхід ПТК і далі перетворюється вдруге для одержання стандартної проміжної частоти. Частоту перетворення в блоці ДЦХ вибрано таку, щоб вона відповідала частоті каналу, на якому не працюють телецентри в даній місцевості.

Підсилювач проміжної частоти зображення телевізора — трикаскадний, складений на транзисторах T_6 , T_7 і T_8 , ввімкнутих за схемою з спільним емітером. Для підвищення стабільності роботи підсилювача в колекторне коло кожного транзистора ввімкнено антипаразитний резистор R_{32} , R_{37} і R_{42} . Крім того, в кожному каскаді нейтралізовано прохідну ємність транзисторів за допомогою конденсаторів C_{36} , C_{42} і C_{46} .

На вході підсилювача встановлено простий фільтр зосередженої селекції (ФЗС), який в основному формує частотну характеристику і підвищує вибірність, з входним і вихідним опором 75 ом. Навантаженням транзисторів T_6 і T_7 є одиночні широкосмугові контури $L_{12}C_{37}$ і $L_{13}C_{43}$, настроєні на середину смуги проміжних частот, а транзистора T_8 — смуговий фільтр $L_{14}C_{47}L_{15}C_{49}$. Негативний зворотний зв'язок, який утворюється завдяки ввімкненню резистора R_{29} у коло емітера T_6 , приводить до зростання вхідного опору каскаду і, в остаточному підсумку, до меншого спотворення частотної характеристики ФЗС під час дії АРП.

Напруга зміщення надходить на базу транзистора T_6 з потенціометра R_{52} , ввімкненого в колекторне коло транзистора T_{11} підсилювача напруги АРП.

Транзистор T_8 третього каскаду працює з великим струмом колектора для того, щоб підвищити лінійність амплітудної характеристики цього каскаду, а значить, і величину неспотвореного сигналу на виході підсилювача.

Фільтр зосередженої селекції для ППЧ зображення телевізора може бути складений з класичних фільтрів нижніх (ФНЧ) і верхніх частот (ФВЧ). Ці фільтри складаються з ланок типу k і типу m . Типи ланок вибирають з таким розрахунком, щоб ФЗС, складений з них, легко настроювався і був простим у виготовленні. Найоптимальнішими є фільтри нижніх і верхніх частот, схеми яких показано

на рис. 84, а, б. Кожен фільтр складається з однієї ланки типу *к* і двох півланок типу *т*. Таке поєднання ланок у фільтрах дає змогу дістати необхідне затушення частот, прилеглих до смуги прозорості фільтра, і забезпечує узгодження ФЗС з навантаженням як з боку входу, так і з боку виходу.

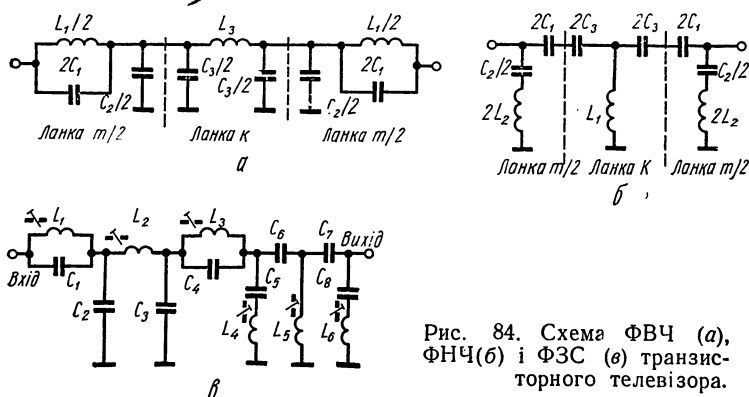


Рис. 84. Схема ФВЧ (а), ФНЧ(б) і ФЗС (в) транзисторного телевізора.

З достатньою для практики точністю ФЗС, схему якого зображено на рис. 84, в, можна розрахувати за формулами, наведеними в табл. 14.

Таблиця 14

Формули для розрахунку ФНЧ	Формули для розрахунку ФВЧ
$L_2 = \frac{R_H}{\pi f_{1\text{сеп}}}$ $m_1 = \sqrt{1 - \left(\frac{f_{1\text{сеп}}}{f_{1\infty}}\right)^2}$ $C' = \frac{1}{\pi R_H f_{1\text{сеп}}}$ $C_2 = C_3 = C' \frac{1 + m_1}{2}$ $C_1 = C_4 = C' \frac{1 - m_1^2}{2m}$ $L_1 = L_3 = L_2 \cdot \frac{m_1}{2}$	$L_5 = \frac{R_H}{4\pi f_{2\text{сеп}}}$ $m_2 = \sqrt{1 - \left(\frac{f_{2\infty}}{f_{2\text{сеп}}}\right)^2}$ $C'' = \frac{1}{4\pi R_H f_{2\text{сеп}}}$ $C_6 = C_7 = C'' \frac{2}{1 + m_2}$ $C_5 = C_8 = C'' \frac{2m_2}{1 - m_2^2}$ $L_4 = L_6 = L_5 \cdot \frac{2}{m_2}$

Примітка. R_H — опір навантаження, ом; $f_{1\text{сеп}}$ і $f_{2\text{сеп}}$ — частоти зрізу за рівнем 0,7 $\mu\text{В}$; $f_{1\infty}$ і $f_{2\infty}$ — частоти нескінченного затушення, $\mu\text{В}$; m_1 і m_2 — коефіцієнти зв'язку; C' і C'' — допоміжні коефіцієнти; C_1 — C_8 — ємності конденсаторів. ϕ ; L_1 — L_6 — індуктивні котушки, $\mu\text{Г}$.

За цією методикою був розрахований і виготовлений ФЗС з $R_n = 75 \text{ ом}$ і $f_{\text{пр. зобр}} = 38 \text{ МГц}$. Характеристику цього ФЗС подано на рис. 85, а.

Цей ФЗС складений на друкованій платі з фольгованого текстоліту. Плата закрита прямокутним екраном з латуні завтовшки 0,5 мм, поділеним перегородками на шість рівних секцій.

Котушки фільтра (рис. 85, б) намотані на каркасах в один шар, виток до витка. Дані щодо намотки наведено

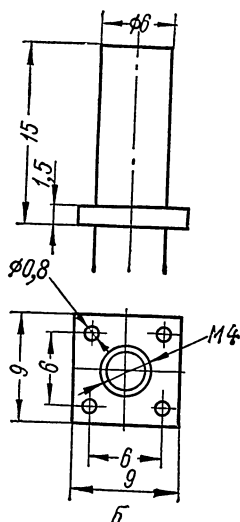
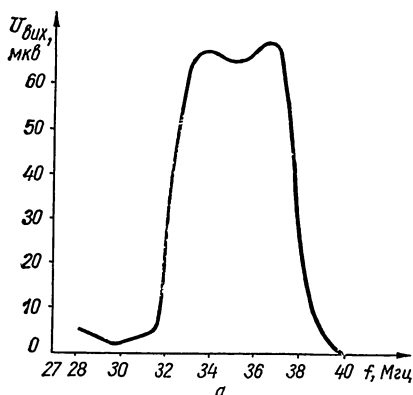


Рис. 85. Характеристика ФЗС транзисторного телевізора (а) і котушка ФЗС (б).

в табл. 15. Котушки настроюють осердями з карбонільного заліза з нарізкою М4.

У виготовленому ФЗС використано конденсатори типу КД-1а і КМ групи М47 з допуском $\pm 5\%$. Їмності конденсаторів $C_1 - C_4 = 130 \text{ нф}$, $C_5 - C_8 = 27 \text{ нф}$, $C_2 = 75 \text{ нф}$, $C_3 = 75 \text{ нф}$, C_6 і $C_7 = 56 \text{ нф}$.

Таблиця 15

Позначення котушок на схемі (рис. 85)	Частота настроювання, МГц	Індуктивність без осердя і екрана, мкГн	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм
L_1, L_3	39,5	0,09	2,75	ПЭВ-2 0,33
L_2	35	0,43	8,5	ПЭВ-2 0,33
L_4, L_6	31,5	0,83	11,5	ПЭВ-2 0,23
L_5	35	0,14	3,25	ПЭВ-2 0,23

ФЗС настроюють за допомогою осцилографів Х1-7, Х1-19 для настроювання телевізорів. Вихід генератора хитної частоти приладу приєднують до входу ФЗС (атенюатор у положенні 1:1). До виходу ФЗС приєднують резистор навантаження R_n опором 75 ом (еквівалентним

вхідному опорів ППЧ зображення) і детекторну головку осцилографа приладу. Осердя котушок $L_4 - L_6$ і L_2 треба повністю вкрити, а осердя котушок $L_1 - L_3$ викрити. При цьому на екрані

електроннопроменевої трубки осцилографа Х1-7 буде видно частотну характеристику ФЗС із смугою прозорості, більшою від необхідної. Обертаючи осердя L_4 — L_6 , формують лівий схил частотної характеристики, а осердя L_1 — L_3 — її правий схил; налаштовуючи котушки L_2 і L_5 , добиваються необхідної рівномірності плоскої частини характеристики. На цьому налаштування ФЗС закінчується.

Випробування показали, що ФЗС, побудований за описаною схемою, відрізняється від інших фільтрів малою нерівномірністю характеристики в смузі прозорості, що важливо для кольорових телевізорів, і забезпечує подавлення частот сусідніх каналів не менш як на 30 дБ. Величини індуктивностей котушок і ємностей конденсаторів, одержані в результаті розрахунку, з достатньою точністю збігаються з експериментальними даними. Необхідну крутість скатів частотної характеристики можна дістати, підбираючи відповідне значення параметра m .

З виходу ППЧ сигнал надходить на відеодетектор, складений за стандартною схемою, і далі — на двокаскадний відеопідсилювач. Перший каскад його, складений на транзисторі T_9 , — комбінований. Для сигналів зображення він працює як емітерний повторювач, що узгоджує високий вихідний опір відеодетектора з низькими вхідними опорами каскаду амплітудного селектора і другого каскаду відеопідсилювача. Для різницевої частоти (6,5 МГц) транзистор цього каскаду ввімкнутий за схемою з спільним емітером і є першим ступенем ППЧ звукового супроводу. Емітер T_9 заземлений по різницевій частоті через режекторний контур $L_{16}C_{54}$, налаштований на частоту 6,5 МГц.

Сигнали зображення з навантажувального резистора R_{47} транзистора T_9 надходять на базу транзистора T_{14} вихідного каскаду відеопідсилювача, що складений за схемою з спільним емітером. Цей каскад по змінній складовій охоплений глибоким негативним зворотним зв'язком. На нижчих частотах глибина негативного зв'язку зростає. Величина його визначається опорами резисторів R_{68} і R_{69} . Наявність негативного зворотного зв'язку і застосування в колекторному колі паралельно-послідовної корекції (Dr_2 , Dr_3) дають змогу дістати рівномірну частотну характеристику відеопідсилювача.

Навантаженням першого каскаду ППЧ звукового супроводу є одиночний широкосмуговий контур $L_{17}C_{53}$. Другий каскад цього підсилювача, частотний детектор відношень і ПНЧ особливостей не мають. Останній навантажений гучномовцем 0,25 ГД-1, що приєднаний до вторинної обмотки вихідного трансформатора звуку Tr_2 через автоматичне гніздо. Це гніздо дає змогу приєднувати до Tr_2 навушники, одночасно вимикаючи гучномовець.

Пристрій АРП у телевізорі складений за простою схемою. Сигнал з вихідного каскаду ППЧ зображення надходить на окремий детектор АРП, складений на діоді D_{10} . На його навантаженні (резисторах R_{57} і R_{58}) виділяється позитивна постійна напруга, пропорційна рівню детектованого сигналу, яка підводиться до

бази транзистора T_{11} каскаду підсилювача постійного струму. Напруга АРП, підсилена цим каскадом, через згладжувальний фільтр $R_{51}C_{60}C_{61}$ подається на базу транзистора T_6 першого каскаду ППЧ зображення і регулює його коефіцієнт підсилення. На ПВЧ в ПТК напруга АРП надходить з першого каскаду ППЧ зображення через коло D_3C_{32} . Завдяки їй АРП починає впливати на транзистор ПВЧ в ПТК при більшому рівні сигналу, ніж на транзистор T_6 . До емітера транзистора T_{11} з подільника $R_{53}R_{55}$ підводиться напруга, яка закриває транзистор доти, поки сигнал на базі транзистора T_{11} не перевищить певного рівня. Тому при слабкому сигналі АРП не працює і підсилення тракту зображення максимальне. Початкова напруга зміщення подається на базу транзистора T_6 з повзуна потенціометра R_{52} .

Вузол синхронізації телевізора містить додатковий підсилювач відеосигналів (T_{13}), амплітудний селектор (T_{12}), фазоінвертор (T_{18}), пристрій АПЧ, фільтр рядкової розгортки (Φ) і ($D_{12}D_{13}$) та інтегруюче коло, яке виділяє кадрові синхроімпульси ($R_{75}R_{76}C_{104}C_{105}$). Щоб синхронізація була стійкою при різних рівнях телевізійного сигналу, напруга відеосигналу на вході амплітудного селектора повинна бути не меншою від 0,8 в, але з емітера транзистора T_9 , звідки знімається відеосигнал, на вхід вузла синхронізації можна одержати не більше 0,5 в. Тому перед амплітудним селектором встановлено додатковий підсилювач відеосигналів, складений на транзисторі T_{13} за схемою з спільним емітером.

Цей каскад працює з дуже малим струмом колектора. Він підсилює в основному синхроімпульси, а сигнали зображення подавляє частково або повністю залежно від їх рівня на вході каскаду. З колектора транзистора T_{13} підсилені синхроімпульси через конденсатор C_{69} і завадоподавляюче коло $R_{60}C_{68}$ надходять на базу транзистора T_{12} амплітудного селектора. На базу цього транзистора, ввімкнутого за схемою з спільним емітером, не подається напруга зміщення, тому при відсутності сигналу на базі транзистор закритий.

Всі резистори і конденсатори амплітудного селектора підібрані так, щоб цей каскад працював як двосторонній обмежувач синхроімпульсів згори і знизу. Розмах синхроімпульсів на навантажувальному резисторі R_{68} становить приблизно 10 в.

У колекторному колі транзистора T_{12} амплітудного селектора є RC-кола, за допомогою яких суміш синхроімпульсів ділиться на кадрові і рядкові. Кадрові синхроімпульси, виділені дволанковим інтегруючим ланцюжком $R_{75}C_{104}$ і $R_{76}C_{105}$, надходять на базу транзистора T_{15} блокінг-генератора кадрової розгортки. Рядкові синхроімпульси, що пройшли через диференціююче коло $C_{90}R_{102}$, підводяться до бази транзистора T_{18} фазоінверсного каскаду, який забезпечує подачу на систему АПЧ і Φ необхідних для її роботи рядкових синхроімпульсів. У телевізорі застосовано систему АПЧ і Φ із збалансованим фазовим дискримінатором на діодах D_{12} і D_{13} .

Вузол рядкової розгортки телевізора містить три каскади: задаючий блокінг-генератор (T_{19}), попередній підсилювач (T_{20}) і вихідний (T_{21}).

Блокінг-генератор складений за схемою з емітерно-базовим зв'язком. Частота проходження імпульсів блокінг-генератора регулюється зміною постійної напруги, що надходить із системи АПЧ і Ф на базу транзистора T_{19} .

Частоту рядкової розгортки встановлюють за допомогою потенціометрів R_{105} «Частота рядків грубо» і R_{109} «Частота рядків плавно». Коло з діода D_{14} і резистора R_{114} , ввімкнуте паралельно базовій обмотці блокінг-трансформатора Tr_5 , згладжує імпульси напруги, що виникають на базі транзистора T_{19} під час зворотного ходу. Для кращого узгодження виходу задаючого генератора з входом попереднього підсилювача імпульси рядкової розгортки знімаються з резистора R_{116} , ввімкнутого в емітерне коло транзистора T_{19} послідовно з обмоткою 3—4 блокінг-трансформатора рядків Tr_5 .

Транзистор T_{20} попереднього підсилювача працює в режимі перемикання. Навантаженням цього каскаду є трансформатор Tr_6 . Паралельно його обмотці 1—2 ввімкнута конденсатор C_{98} . Змінюючи його ємність, можна в невеликих межах регулювати тривалість рядкового імпульсу.

Вихідний каскад рядкової розгортки складений на транзисторі T_{21} за схемою з спільним колектором і працює в режимі перемикання.

Рядковий трансформатор Tr_7 і рядкові відхильні котушки KP ввімкнуті в емітерне коло транзистора. Як демпфер використовується діод D_{15} . Конденсатор C_{99} служить для формування імпульсу зворотного ходу рядкової розгортки.

З обмоток вихідного рядкового трансформатора Tr_7 знімаються також підвищені напруги живлення для транзистора T_{14} другого каскаду відеопідсилювача (+80 в), прискорюючого (+300 в) і фокусуємого (0—300 в) електродів кінескопа. Їх дістають, випрямляючи імпульси зворотного ходу рядкової розгортки. Випрямляючи одержання напруги живлення транзистора T_{14} виконаний на діоді D_{20} . Ця ж напруга використовується для регулювання яскравості, коло якої складається з резисторів R_{71} , R_{74} і R_{122} та конденсатора C_{76} . Напруга живлення на прискорюючий і фокусуємий електроди кінескопа подається з випрямляча на діоді D_{19} . Потенціометр R_{118} служить для підбору напруги на фокусуємому електроді кінескопа. Крім того, для гасіння зворотного ходу променя по рядках імпульс зворотного ходу рядкової розгортки з емітера транзистора T_{21} через резистор R_{77} надходить на емітер транзистора T_{14} .

Вузол кадрової розгортки телевізора складається з трьох каскадів: задаючого генератора (T_{15}), попереднього підсилювача (T_{16}) і вихідного каскаду (T_{17}). Задаючий генератор кадрової розгортки являє собою блокінг-генератор з ввімкненням блокінг-трансформатора Tr_4 в коло колектора. Частота проходження імпульсів регулюється потенціометром R_{79} , який змінює сталу часу базового

кола транзистора. Паралельно обмотці 1—2 трансформатора Tr_4 ввімкнуто діод D_{11} , який обмежує викиди напруги під час зворотного ходу.

Пилкоподібна напруга кадрової частоти формується в зарядному колі $R_{81}C_{82}$. Резистор R_{82} ослабляє шунтуючу дію низького входного опору попереднього підсилювача на блокінг-генератор. Потенціометром R_{84} регулюють розмір зображення. Попередній підсилювач і вихідний каскад складені за схемою з спільним емітером. Останній працює в режимі класу А. З колектора транзистора T_{17} , в коло якого ввімкнутий дросель Dr_5 , коливання кадрової частоти надходять у кадрові відхильні котушки КК, другий вихід яких приєднаний до емітера T_{17} через конденсатор C_{87} і резистор R_{98} .

Таблиця 16

Позначення на схемі	Довжина прямого проводу, см	Марка і діаметр проводу, мм
L_1	1	ПЭВ-1 0,51
L_2	3	ПЭВ-1 1,5
L_3	3	ПЭВ-1 0,51
L_4	3	ПЭВ-1 2,0
L_5^*	—	ПЭВ-1 0,31

* Містить 20 витків і намотується без каркаса на оправці діаметром 5 мм.

Лінійність зображення по всьому кадру можна регулювати потенціометром R_{81} , а у верхній частині кадру — потенціометром R_{85} . Для підвищення лінійності кадрів вихідний каскад і попередній підсилювач вузла кадрової розгортки охоплені глибоким негативним зворотним зв'язком, напруга якого подається з емітера T_{17} через резистор R_{90} на емітер T_{16} . Цій же меті служить коло $R_{83}C_{83}$.

Для гасіння зворотного ходу променя по кадрах з колектора T_{17} знімаються імпульси зворотного ходу, які формуються в колі $R_{99}C_{88}$ і подаються на модулюючий електрод кінескопа. Конденсатор C_{80} , встановлений паралельно кадровим відхильним котушкам, збільшує тривалість зворотного ходу по кадрах, зменшує амплітуду імпульсу напруги, який виникає при цьому, і запобігає випадковому пробою транзистора T_{17} .

ПТК метрових хвиль розміщений всередині телевізора. Корпус блока ДЦХ, габаритні розміри якого $35 \times 92 \times 95$ мм, виготовлений із сталі завтовшки 1,2 мм. На стінці корпусу є два замки, що прикріплюють блок до телевізора, і вихідний штекер блока, який вставляється у гніздо на стінці телевізора. Нерез це розняття ВЧ сигнал надходить з блока ДЦХ в ПТК метрових хвиль, через нього ж на блок подається живлення. В прорізі передньої стінки корпусу блока розташована шкала настроювання, а на стінці корпусу — ручка настроювання. На корпусі є шарнірний пристрій для штирьової антени. Гніздо для приєднання зовнішньої антени розміщене на задній стінці.

Блок конденсаторів змінної ємності (C_2, C_6) і підстроювальні конденсатори (C_1, C_7) використано від промислової приставки П-СК-Д-3*. У блоці ДЦХ застосовано резистори УЛМ і конден-

* Журнал «Радио», 1970, № 2.

сатори КД-1 та КД-10-4В. Дані щодо намотки котушок наведено в табл. 16.

Друковані плати телевізора, а також деталі великих розмірів розташовані на каркасі, зробленому з дюралюмінієвого кутника розмірами 10×10 мм. До нього прикріплена передня панель із сталі завтовшки 0,5 мм. На панелі знаходяться пластмасова маска кінескопа і ручки органів керування: регуляторів гучності (R_{14}), контрастності (R_{73}), яскравості (R_{122}), частоти кадрів (R_{79}), ПТК метрових хвиль і викидача B_2 . На тому ж боці каркаса, де укріплений гучномовець 0,25ГД-1, встановлені гнізда для ввімкнення навушників і зовнішньої антени, а на задньому боці каркаса — штепсельна частина роз'єднання (від телевізора «Юність») для приєднання джерела живлення.

Більшість деталей телевізора змонтована на трьох друкованих платах. Дві плати, на одній з яких розмішені деталі приймальної частини телевізора, а на другій — деталі розгортаючих пристроїв, — знімні. З'єднання цих плат між собою і з іншими деталями здійснюється за допомогою роз'єднань від телевізора «Юність».

Безпосередньо до каркаса і передньої панелі прикріплені ПТК метрових хвиль, гучномовець, трансформатори Tr_3 і Tr_7 , деталі високовольтного випрямляча, дросель Dr_5 , конденсатори великих розмірів і транзистори T_{10} , T_{17} і T_{27} на радіаторах.

Всі резистори, застосовані в телевізорі, типу УЛМ, а конденсатори — типу КД-1, К50-6, ПОВ. Дані щодо намотки котушок наведено в табл. 17, а трансформаторів і дроселя кадрів — у табл. 18.

Настроювання починають з перевірки вихідної напруги блока живлення, яка має становити $12 \pm 0,5$ в. За допомогою мілівольтметра ВЗ—13 визначають напругу пульсацій на виході блока живлення при ввімкнутому навантаженні і нормальній напрузі мережі. Вона має становити не більше 50 мв. У противному разі замінюють електролітичні конденсатори C_{57} і C_{59} . Потім перевіряють режими транзисторів за постійним струмом. Вони не повинні відрізнятись більш як на 10% від наведених у табл. 19.

Для налагодження дециметрового блока потрібні прилади для настроювання телевізорів: генератор хвиль частоти ГХЧ осцилографа Х1-19 і генератор ВЧ типу Г4-6 (ГСС-7). Спочатку настроюють вихідний контур блока L_5C_5 , потім гетеродин і вхідний контур.

Таблиця 17

Позначення на схемі (рис. 85)	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм	Відводи, рахуючи від нижнього (за схемою) кінця котушки, від витків
L_6, L_7	17	ПЭВ-1 0,15	—
L_8, L_9, L_{15}	18	ПЭВ-1 0,23	—
L_{14}	18	ПЭВ-1 0,23	3
L_{10}	25	ПЭВ-1 0,23	—
L_{11}	20	ПЭВ-1 0,23	—
L_{12}, L_{13}	13	ПЭВ-1 0,23	3 і 7
L_{16}	34	ПЭВ-1 0,15	10
L_{17}	34	ПЭВ-1 0,15	—

Примітка. Всі котушки намотують на каркаси діаметром 6 мм (від телевізора «Юність») в один шар, виток до витка (L_6 і L_7 — у два проводи) і настроюють осердями з фериту ІЗВЧ1 діаметром 4 мм. Відвід у котушках L_6 і L_7 утворюється з'єднанням кінця одного проводу з початком другого.

Таблиця 18

Позначення на схемі (рис. 85)	Матеріал осердя і розміри пластин	Номер виводів	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм
Tr_1	Пермалой 50Н Ш5×6	1—2 3—4 4—5	1600 500 500	ПЭВ-2 0,08 ПЭВ-2 ПЭВ-2
Tr_2	Пермалой 50Н Ш5×6	1—2 2—3 4—5	225 225 66	ПЭВ-2 0,15 ПЭВ-2 ПЭЛ 0,35
Tr_3	Сталь Э310 Ш16×24	1—2 2—3 4—5	1200 1000 125	ПЭВ-1 0,19 ПЭВ-1 0,15 ПЭВ-1 0,51
Tr_4	Пермалой 50Н Ш3×6	1—2 3—4	380 820	ПЭВ-1 0,08 ПЭВ-1
Tr_5	Ферит М2000НМ-11 Ш4×4	1—2 3—4	150 90	ПЭВ-1 0,12 ПЭВ-1
Tr_6	Ферит М2000НМ-11 Ш6×6	1—2 3—4	140 40	ПЭВ-1 0,15 ПЭВ-1 0,31
Tr_7	Ферит М2000НМ-7 Дві П-подібні половини круглого перерізу діаметром 12 мм. Висота половини 28 мм, ширина 40 мм	1—2 3—4	56 1800	ПЭВ-1 0,31 ПЭВ-1 0,1
Dr_5	Сталь Э310 Ш12×24		1000	ПЭВ-1 0,31

П р и м і т к а. Як Tr_1 можна використати узгоджувальний, а як Tr_2 — вихідний трансформатори від приймача «Селга». Обмотка 1—2 трансформатора Tr , намотується у два про-води.

Таблиця 19

Позначення тран-зисторів на схемі (рис. 85)	Напруга, в			Позначення тран-зисторів на схемі (рис. 85)	Напруга, в		
	базы U_6	колектора U_k	емітера U_e		базы U_6	колектора U_k	емітера U_e
T_1	6,0	1,0	6,2	T_{12}	—1,5	10,5	0
T_2	8,2	0,1	8,5	T_{13}	11,4	2,0	11,5
T_3	10,0	0,1	10,2	T_{14}	5,6	45,0	5,2
T_4, T_5	11,6	0,05	11,9	T_{15}	9,4	0,35	9,6
T_6	7,5	0,2	7,8	T_{16}	11,3	6,7	11,6
T_7	8,0	0,1	8,3	T_{17}	11,5	0,8	11,6
T_8	5,5	0,1	5,8	T_{18}	11,0	0,8	11,2
T_9	10,0	0,1	10,2	T_{19}	—2,0	12,0	0,7
T_{10}	—0,3	—4,0	0	T_{20}	0,5	11,5	0
T_{11}	0,6	10,0	0,3	T_{21}	11,8	0	11,3

П р и м і т к а. Напруги виміряно щодо «землі» приладом з внутрішнім опором 6,7 ком/в при слабкому сигналі на вході телевізора

Для настроювання контура L_5C_5 перемикач діапазонів на приладі Х1-19 встановлюють у положення 0—50 МГц. До кінця вихідного кабелю дециметрового блока приєднують навантаження, що еквівалентне входу ПТК метрових хвиль і складається з послідовно з'єднаних резистора опором 75 ом і конденсатора 100 пф. Паралельно резисторові вмикають детекторну головку приладу Х1-19.

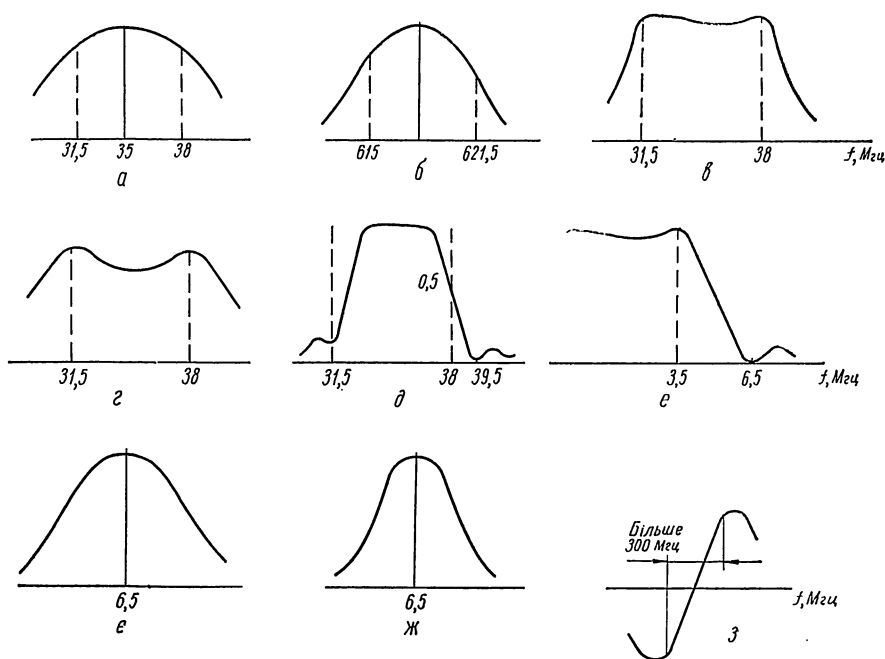


Рис. 86. Частотна характеристика вихідного контура блока ДЦХ (а); всього блока ДЦХ (б); третього каскаду ППЧ зображення (в), другого каскаду ППЧ зображення (г), першого каскаду ППЧ зображення (д), відеопідсилювача (е), першого каскаду ППЧ звукового супроводу (є), другого каскаду ППЧ звукового супроводу (ж), детектора відношень (з).

Вихід генератора хитної частоти приладу Х1-19 приєднують до бази транзистора T_1 і подають сигнал до ГХЧ на блок. Зсуваючи і розсуваючи витки котушки L_5 , добиваються, щоб на екрані електроннопроменевої трубки приладу Х1-19 було видно частотну характеристику, показану на рис. 86, а.

Настроювання гетеродина і вхідного контура провадять разом. Для цього на антенне гніздо блока подають сигнал ВЧ від приладу Х1-19 у діапазоні 400—1000 МГц. Детекторна головка лишається ввімкненою паралельно навантажувальному резисторові опором 75 ом. До цього резистора від генератора ВЧ Г4-6 через конденсатор 10—20 пф підводять сигнал ВЧ з частотою 35 МГц. Конденсатори змінної ємності дециметрового блока ставлять у поло-

ження, яке відповідає мінімальній ємності. Обертають ротори підстроювальних конденсаторів C_1 і C_7 до одержання на екрані електроннопроменевої трубки приладу Х1-19 частотної характеристики, показаної на рис. 86, б. При цьому мітка, що виникає в результаті биттів коливальних гетеродина дециметрового блока і сигналу генератора (35 МГц), повинна бути на середині смуги, тобто на частоті 618 МГц. Потім конденсатори змінної ємності блока ДЦХ встановлюють у положення максимальної ємності. При цьому частотна характеристика повинна лежати нижче від частоти 470 МГц і бути подібною до зображеної на рис. 86, б, але з вужчою смугою пропускання. Після цього спрягають гетеродинний і вихідний контури. Для цього, відгинаючи розрізні сектори пластин конденсаторів змінної ємності, добиваються, щоб мітка биттів була на середині смуги пропускання в усьому діапазоні частот блока.

Потім перевіряють наскрізну частотну характеристику дециметрового блока з ПТК метрових хвиль. Для цього вставляють вихідний штекер блока ДЦХ в гніздо ПТК, а до вихідного шланга ПТК приєднують еквівалент входу ППЧ зображення — послідовно з'єднані конденсатор ємністю 1000 пф і резистор опором 75 ом. Паралельно резисторові вмикають детекторну головку Х1-19. Перемикач ПТК ставлять у 13-є положення. На екрані Х1-19 має з'явитися частотна характеристика, показана на рис. 86, б, і не змінюватися в усьому діапазоні частот блока. Якщо вона не відповідає рисункові, то треба підстроїти котушку L_4 і L_5 ПТК метрових хвиль.

Далі настроюють ППЧ зображення. Для цього необхідний прилад Х1-7 (ПН-ЗМ, Х1-19). Заздалегідь тимчасово вимикають АРП. Для цього відпаюють резистор R_{57} . Настроювання починають з третього каскаду. Відпаюють вихід конденсатора C_{44} , приєднаний до відводу котушки L_{13} , і через цей конденсатор подають сигнал з Х1-7 (атенюатор вихідного шланга ГХЧ в положенні 1 : 1) на базу транзистора T_8 . Вхідний кабель осцилографа Х1-7 через резистор опором 10—20 ком приєднують до бази транзистора T_9 . Змінюючи положення осердь котушок L_{14} і L_{15} , добиваються, щоб частотна характеристика, яку видно на екрані Х1-7, відповідала показаній на рис. 86, в. При недостатній смузі пропускання третього каскаду треба збільшити ємність конденсатора C_{48} .

Перед настроюванням другого каскаду слід припаяти конденсатор C_{44} і від'єднати вивід конденсатора C_{38} од відводу котушки L_{12} . На цей вивід подають сигнал ВЧ з ПНТ (атенюатор у положенні 1 : 10). Змінюючи положення осердя котушки L_{13} і підстроюючи осердя котушок L_{14} та L_{15} , дістають на екрані ПНТ частотну характеристику, близьку своїм виглядом до зображеної на рис. 86, г. Потім припаюють відпаяний вивід конденсатора C_{38} і від'єднують від котушки L_9 конденсатор C_{32} . До бази транзистора T_6 тимчасово приєднують конденсатор ємністю 1000 пф і подають через нього на вхід першого каскаду ПЧ сигнал з ПНТ (атенюатор у положенні 1 : 100). Змінюючи положення осердя в котушці L_{12}

і трохи підстроюючи осердя котушок L_{13} — L_{15} , добиваються на екрані електроннопроменевої трубки ПНТ частотної характеристики, зображеної на рис. 86, *г*.

Для настроювання ФЗС до кабеля, який з'єднує ПТК з ПВЧ, підводять сигнал з ПНТ (атенюатор у положенні 1 : 100). Обертаючи осердя котушок L_{10} і L_{11} , настроюють режекторні контури на частоти 31,5 і 39,5 МГц за найбільшими провалами в кривій, яку видно на екрані електроннопроменевої трубки ПНТ. Потім підстроюють осердя в котушках L_8 і L_9 так, щоб частотна характеристика на екрані мала вигляд, зображений на рис. 86, *д*.

Закінчивши регулювання ППЧ зображення, перевіряють частотну характеристику відеопідсилювача. Перед перевіркою треба зняти панель з кінескопа, потенціометр R_{73} «Контрастність» встановити у верхнє (за схемою) положення, прилад Х1-7 приєднати до лівого (за схемою) виводу конденсатора C_{52} , а його детекторну головку — до пелюстки 3 панелі кінескопа. При ввімкненні телевізора на екрані приладу Х1-7 має з'явитися частотна характеристика, зображена на рис. 86, *е*. Її форму можна регулювати, підбираючи опір резисторів R_{68} і R_{72} , ємність конденсатора C_{72} та індуктивність дроселів Dp_2 і Dp_3 . На частотній характеристиці повинен бути невеликий провал, який слід установити на частоті 6,5 МГц, обертаючи осердя котушки L_{16} .

Підсилювач ПЧ звукового супроводу настроюють, користуючись приладом Х1-7, починаючи з першого каскаду. Для цього сигнал з Х1-7 (атенюатор у положенні 1 : 1) подають на базу транзистора T_9 через конденсатор C_{52} , а детекторну головку ПНТ приєднують до бази транзистора T_2 через резистор опором 1—2 ком. ПНТ перемикають на діапазон 0,1—15 МГц. Змінюючи положення осердя в котушці L_{17} , добиваються, щоб частотна характеристика на екрані ПНТ мала вигляд, показаний на рис. 86, *е*. Потім регулюють другий каскад, приєднавши детекторну головку ПНТ через резистор опором 1 ком до колектора транзистора T_2 . Обертаючи осердя котушок L_6 , L_7 , L_{17} , дістають частотну характеристику, зображену на рис. 86, *ж* (з вузкою смугою пропускання, ніж на рис. 86, *е*). Для настроювання детектора відношень вхідний кабель осцилографа ПНТ слід приєднати паралельно потенціометру «Гучність» і обертати осердя котушок L_6 , L_7 і L_{17} . В результаті на екрані ПНТ має з'явитися частотна характеристика, показана на рис. 86, *з*.

Правильно складений ПНЧ не потребує настроювання. Треба тільки перевірити, який струм споживає його вихідний каскад у режимі холостого ходу. Цей струм вимірюють приладом Ц-20, ввімкнутим послідовно з резистором R_{23} . Покази приладу не повинні перевищувати 4—6 ма.

Вузол кадрової розгортки регулюють за випробною таблицею 0249 при нормальній яскравості і контрастності її зображення. Синхронізація зображення по вертикалі має наставати в середньому положенні повзуна потенціометра R_{73} «Частота кадрів». Якщо стійке зображення дістають при одному з крайніх положень повзуна

R_{79} , то слід підібрати резистор R_{78} . Потенціометрами R_{85} «Лінійність вгору» і R_{91} «Лінійність загальна» усувають нелінійність та заворот у верхній і нижній частинах зображення. Якщо не вдається дістати необхідну лінійність, слід замінити транзистори T_{16} і T_{17} на інші, з більшими $\beta_{ст}$. Нарешті, за допомогою осцилографа контро-

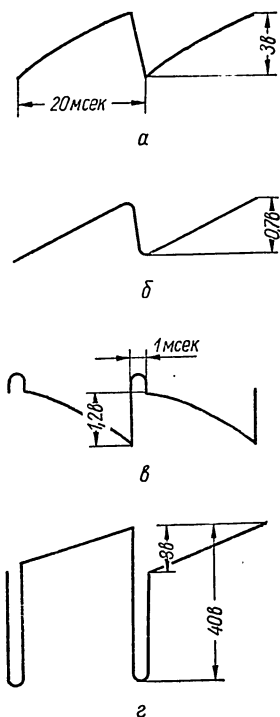


Рис. 87. Осцилограми напруг на електродах транзисторів:
а — на емітері T_{11} ; б — на базі T_{11} ; в — на базі T_{17} ; г — на колекторі T_{17} .

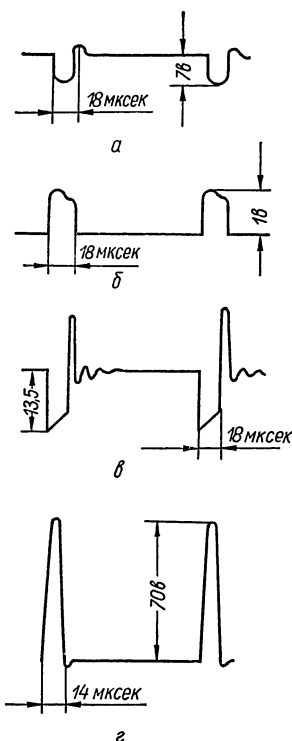


Рис. 88. Осцилограми імпульсів у каскадах рядкової розгортки:
а — на базі T_{11} ; б — на базі T_{20} ; в — на колекторі T_{20} ; г — на емітері T_{21} .

люють амплітуду і форму напруг на всіх транзисторах, порівнюючи осцилограми з наведеними на рис. 87.

Налагодження вузла рядкової розгортки починають з регулювання частоти задаючого генератора за допомогою потенціометра R_{105} «Частота рядків грубо» (повзун потенціометра R_{109} «Частота рядків плавно» при цьому встановлюють у середнє положення) до появи на екрані випробної таблиці 0249. Після цього з допомогою осцилографа контролюють амплітуду і форму імпульсів за осцилограмами, зображеними на рис. 88.

Потім вимірюють струм, що його споживають попередній і вихідний каскади вузла. Для цього між виводами 1 трансформаторів Tr_6 та Tr_7 і шиною $+12$ вмикають міліамперметри. Виводи 1 обох трансформаторів заземляють через конденсатори ємністю 5—10 мкф. Струм, що його споживає вихідний каскад, має становити не більше 350—400 ма, а попередній каскад — 20—30 ма. Після цього встановлюють належний розмір зображення по горизонталі конденсатором C_{99} , причому для збільшення розміру зображення треба збільшити ємність конденсатора.

Закінчивши регулювання вузла рядкової розгортки, перевіряють режим роботи кінескопа. Напруга на його другому аноді при нормальній яскравості і контрастності повинна становити близько 9 кВ, на прискорюючому електроді — близько 300 в, а струм катода — не більше 50 мка.

Останньою операцією налаштування телевізора є регулювання АРП. Відпаюють вивід колектора транзистора T_{11} . ПТК встановлюють на приймання першого телевізійного каналу. Повзун потенціометра R_{73} «Контрастність» встановлюють в верхнє (за схемою) положення. На вхід телевізора подають модульовану напругу ВЧ (глибина модуляції 85%) з частотою 49,75 Мгц. Величина напруги повинна бути такою, щоб осцилограф, приєднаний до катода кінескопа, показав обмеження синхроімпульсів. Потім за допомогою лампового вольтметра (наприклад, ВК7-3) вимірюють напругу на базі транзистора T_{11} щодо «землі» і підбирають резистор R_{55} з таким опором, при якому напруга на емітері T_{11} буде меншою на 0,3 в від напруги на базі. Приєднують тимчасово відпаяний вивід колектора T_{11} і зменшують напругу генератора на вході телевізора до 0,1 мв. Змінюючи опір потенціометрів R_{52} і R_{30} , добиваються неспотвореного зображення на екрані кінескопа.

Збільшують напругу на вході телевізора до 30 мв. Зображення на екрані кінескопа при цьому не повинно спотворитися, а напруга вихідного сигналу має зрости не більш як на 3 дБ. Якщо зображення буде спотворене у зв'язку з обмеженням відеосигналу, то слід встановити транзистор T_{11} з більшим $\beta_{ст}$ і зменшити опір резистора R_{55} .

В описаній схемі застосовано кінескоп 23ЛК9Б. Якщо ж радіолюбитель вирішить скористатися кінескопом 16ЛК1Б, то його коло розжарення треба живити від додаткової окремої обмотки (6 витків проводу марки ПЭВ-2 діаметром 0,45 мм), намотаної поверх показаних на рядковому вихідному трансформаторі Tr_7 . Послідовно з обмоткою слід ввімкнути резистор опором 1 ом.

В описуваному телевізорі можна застосувати ПТК від промислового телевізора «Юность». Проте для телевізорів з кінескопом 16ЛК1Б ПТК від «Юности» завеликий, від значно збільшує розміри і вагу телевізора. Якщо ж у телевізорі встановлено кінескоп 23ЛК9Б, то це не має значення.

Радіолюбитель сам може виготовити ПТК. Складений на трьох транзисторах блок ПТК, принципову схему якого показано на

рис. 89, має такі електричні параметри на всіх каналах: коефіцієнт підсилення — не менше 10; коефіцієнт шуму — не більше 5°K ; коефіцієнт біжучої хвилі — не менше 0,5; подавлення завад по ПЧ і дзеркальному каналу — близько 40 дБ; відхід частоти гетеродина при розігріві ПТК на 20° (від 25 до 45°C) — 300 кГц, при зміні напруги живлення на 10% — 200 кГц; глибина регулювання АРП — 30 дБ.

Крім 12 положень, що використовуються для перемикання на різні телевізійні канали, розташовані в метровому діапазоні хвиль, барабанний перемикач блока має 13-е положення. В цьому положен-

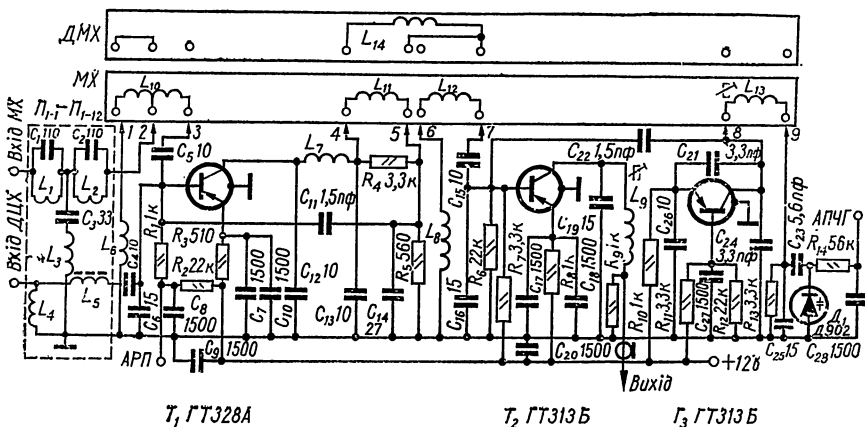


Рис. 89. Принципова схема саморобного ПТК транзисторного телевізора.

ні до ПТК приєднується блок ВЧ для приймання телепередач у дециметровому діапазоні хвиль, а сам ПТК перетворюється у двокаскадний додатковий ППЧ. Це необхідно тому, що коефіцієнт підсилення дециметрового блока ВЧ значно менший, ніж у ПТК, який працює в метровому діапазоні хвиль. Відповідно ПТК має два входи — метровий МХ і дециметровий ДЦХ. Перший призначений для приєднання антени метрового діапазону хвиль, а другий — для виходу дециметрового блока ВЧ.

При роботі в метровому діапазоні (з входу МХ) сигнал надходить на вхідний контур ПТК через фільтр, який служить для подавлення завад по проміжній частоті. Цей фільтр складається з двох паралельних контурів L_1C_1 і L_2C_2 , настроєних відповідно на частоти 31,5 і 38,0 МГц, та режекторного контура L_3C_3 , настроєного на частоту 35 МГц. Вхідний контур складається з котушок L_6 і L_{10} та конденсаторів C_5 і C_6 . Хвильовий опір антенно-фідерної системи узгоджують з вхідним опором транзистора T_1 ПВЧ, приєднуючи кабель зниження до відводу від котушки L_{10} , а базу T_1 — до ємнісного подільника, що складається з конденсаторів C_5 і C_6 .

При роботі в діапазоні ДЦХ сигнал з виходу дециметрового блока надходить на вхідний контур $L_4C_4L_7C_6$. Фільтр, який служить для подавлення завад по ПЧ, при роботі в діапазоні ДЦХ замикається на «землю» через перемичку на секторі ДЦХ барабана і котушку L_6 . На 10—12-му телевізійних каналах котушка L_{10} містить лише три витки. Тому зробити відвід од неї важко. На секторах барабана, призначених для цих каналів, уся котушка L_{10} ввімкнута між контактами 2 і 3, контакти 1 і 2 замкнуті між собою перемичкою.

Підсилювач високої частоти виконаний на транзисторі T_1 за схемою з емітером, заземленим по змінному струму за допомогою двох конденсаторів C_7 і C_{10} , ввімкнутих паралельно. Ці конденсатори приєднані до різних точок заземленої площі друкованої плати, що дає змогу уникнути негативного зворотного зв'язку, який знижує підсилення в усьому діапазоні робочих частот. Щоб запобігти виходові з ладу транзистора T_1 при від'єднанні системи АРП від ПТК (наприклад, під час ремонту), його базове коло з'єднують з позитивним полюсом джерела живлення через резистор R_2 . Тоді при відсутності напруги АРП транзистор T_1 буде закритий. Навантаженням каскаду ПВЧ є двоконтурний смуговий фільтр $L_7L_{11}C_{12}C_{13}C_{14}L_{18}L_{12}C_{15}C_{16}$.

При регулюванні підсилення за допомогою системи АРП струм транзистора T_1 збільшується і його повний вихідний опір, а також добротність контура $L_7L_{11}C_{12}C_{13}C_{14}$ зменшуються. При цьому спотворюється частотна характеристика ПВЧ. Для збереження її форми смуговий фільтр виконаний так. Послідовно з котушками L_{11} і L_{12} фільтра, встановленими на секторах барабана, ввімкнута котушка L_7 і L_8 , розташовані на друкованій платі так, що між ними забезпечується індуктивний зв'язок. На секторі 12-го каналу котушки L_{11} і L_{12} замінені перемичками. Отже, на цьому каналі контур фільтра, ввімкнутий у коло колектора T_1 , складатиметься із котушки L_7 , конденсаторів C_{12} , C_{13} та C_{14} і повного вихідного опору транзистора T_1 , а контур у колі бази T_2 — з котушки L_8 , конденсаторів C_{15} , C_{16} і повного вхідного опору транзистора T_2 . При переході на канали з 1 по 11 замість перемичок на секторах між контактами 4, 5 і 6, 7 будуть ввімкнуті котушки L_{11} і L_{12} . На 1—5-му каналах індуктивність L_{11} і L_{12} значно більша, ніж L_7 і L_8 , отже, останні практично не братимуть участі в роботі фільтра, а лише відіграватимуть роль з'єднувальних провідників. Конденсатори C_{12} і C_{13} при цьому будуть з'єднані паралельно і зашунтують повний вихідний опір транзистора T_1 . При такому шунтуванні частотна характеристика ПВЧ на всіх робочих частотах забезпечується нейтралізацією внутрішнього зворотного зв'язку транзистора T_1 . Нейтралізація здійснюється за допомогою конденсатора C_{11} .

Змішувач блока виконаний на транзисторі T_2 також за схемою з заземленим емітером. Режим транзистора по постійному струму, а також температурна стабілізація каскаду здійснюється резисторами R_6 — R_8 . Вихід блока розрахований на опір навантаження

75 ом. Такий вхідний опір має фільтри зосередженої селекції на вході ППЧ. У колекторному колі транзистора T_2 встановлено широко-космуговий одиночний контур L_0C_{19} , настроєний на частоту 35 МГц, за допомогою якого вихідний опір змішувального каскаду узгоджується з вихідним опором ФЗС. Напруга гетеродина подається на базу транзистора T_2 через конденсатор C_{22} .

Гетеродин блока складений на транзисторі T_3 за триточковою схемою з ємнісним зв'язком. База цього транзистора заземлена по змінному струму за допомогою конденсаторів C_{21} і C_{28} . Контурні

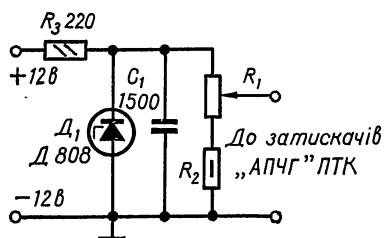


Рис. 90. Схема допоміжного пристрою в транзисторних телевізорах для підстроювання частоти.

катушки L_{13} гетеродина встановлені на секторах барабана. Під час приймання ДЦХ гетеродин вимикається, бо на відповідному 13-му секторі катушки L_{13} немає, коло колектора T_3 розірване і живлення на нього не подається.

Для точного підстроювання частоти гетеродина до конденсатора C_{25} , який входить у його контур, через конденсатор C_{23} приєднано діод-варикап $Д1$. Ємність цього діода можна змінювати, подаючи на його електроди постійну напругу від 2 до 8 в. У телевізорах, що мають блок автопідстроювання частоти гетеродина (АПЧГ), ця напруга знімається з нього. Якщо блока АПЧГ немає, гетеродин підстроюють вручну, обертаючи потенціометр R_1 пристрою, схему якого подано на рис. 90. Стабілізація напруги, що живить пристрій, обов'язкова, інакше частота гетеродина буде несталою.

У цьому пристрої потенціометр R_1 може мати опір від 5 до 30 ком, а резистор R_2 треба підібрати так, щоб при обертанні ручки потенціометра R_1 керуюча напруга змінювалась у заданих межах, тобто від 2 до 8 в.

Характерною особливістю блока є відсутність клиноподібних і прохідних конденсаторів. Це істотно підвищило надійність блока, оскільки ці конденсатори часто бувають причиною несправностей. У цьому блоці всі конденсатори типу КД1а, резистори — типу ВС-0,125 або УЛМ.

При виготовленні блока ПТК барабанної конструкції особливого клопоту завдають сектори барабана. У блоках, що випускаються

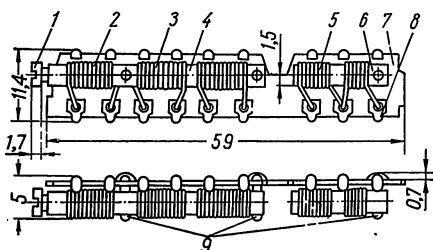


Рис. 91. Сектор барабана блока ПТК:

1 — підстроювальний гвинт; 2 — катушка гетеродина; 3 — катушки смугового фільтра; 4 — каркас катушок смугового фільтра і гетеродина; 5 — катушка антенного контура; 6 — каркас катушок антенного контура; 7 — контактна планка; 8 — контакти; 9 — заклепки.

Перед закріпленням котушок на планці завтовшки 1 мм, зроблених з гетинаксу, необхідно встановити дев'ять латунних посріблених контактів 8. Їх вставляють у пази планки і щільно обтискують. Деталювальні креслення планки і контактів наведено на рис. 92. Виготовлені сектори вставляють у ротор барабана. На його

вісь 1 (рис. 93) щільно насаджені і потім припаяні передній диск 2 і задній диск 4, до яких прикріплюють планки, і диск фіксатора 3 із сталі 45. Після складання ротора до диска 4 прикріплюють пружину 5, що служить для закріплення секторів на роторі.

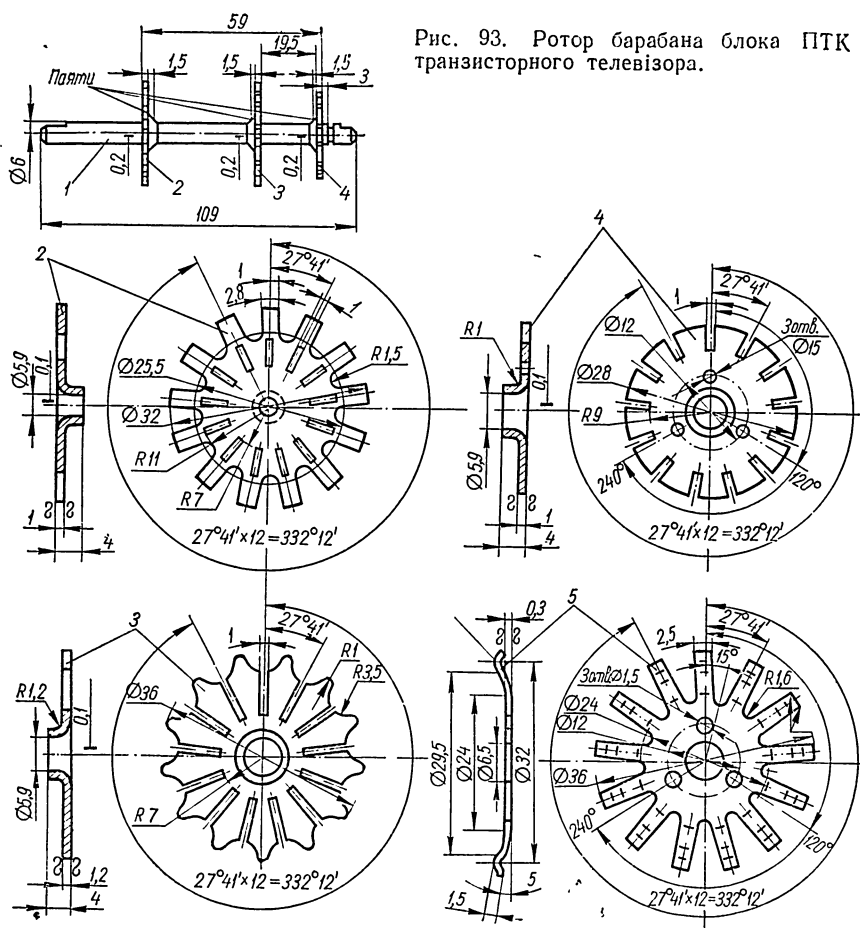


Рис. 93. Ротор барабана блока ПТК транзисторного телевізора.

Для налагодження ПТК необхідний прилад настроювання телевізорів (ПНТ) будь-якого типу (ПНТ-ЗМ, Х1-7, Х-19) і УКХ ГЗС типу Г4-17. Регулювання починають з перевірки правильності монтажу і режимів транзисторів. Потім настроюють каскади ПТК в такому порядку: вихідний контур змішувача L_3C_{19} , вхідний фільтр завад по ПЧ $L_1C_1L_2C_2L_3C_3$, гетеродин L_{13} , смуговий фільтр $L_7L_{11}C_{12}C_{13}C_{14}L_8L_{12}C_{15}C_{16}$ і вхідне коло, а також контур ПВЧ $L_4C_4L_5C_6$ для роботи в діапазоні дециметрових хвиль.

Вихідний контур L_9C_{19} змішувача настроюють так. Атенуатор генератора хитної частоти ПНТ у положенні 1 : 1 приєднують до

бази транзистора T_2 . До вихідного кабеля ПНТ приєднують еквівалент навантаження, що складається із з'єднаних послідовно конденсатора ємністю 1000 нф і резистора опором 75 ом . Паралельно останньому вмикають детекторну головку осцилографа ПНТ. Вмикають гетеродин, наприклад, встановивши барабан ПТК у положення приймання дециметрових хвиль. Перемикач ПНТ встановлюють на піддіапазон, який включає в себе смугу частот $30\text{—}40 \text{ Мгц}$, і, змінюючи положення осердя в котушці L_9 , добиваються, щоб крива

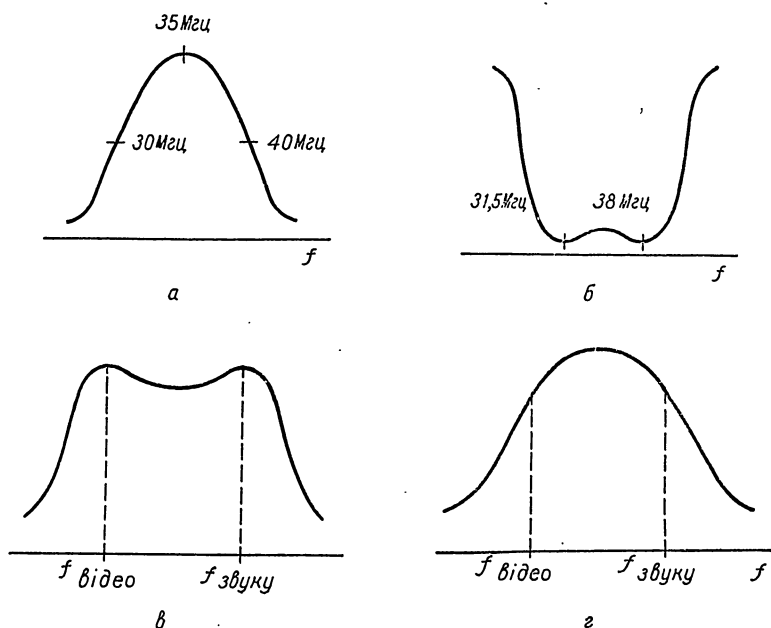


Рис. 94. Частотна характеристика вхідного контура змішувача (а), вхідного фільтра (б), смугового фільтра каналів 6—12 (в), смугового фільтра каналів 1—5 (г) транзисторного телевізора.

частотної характеристики на екрані електроннопроменевої трубки ПНТ була якнайближчою до зображеної на рис. 94, а.

Перед настроюванням вхідного фільтра $L_1C_1L_2C_2L_3C_3$ завад по ПЧ з барабана ПТК виймають сектор будь-якого каналу і встановлюють барабан у положення, коли напроти контактної планки опиниться пустий проміжок вийнятого сектора. До контакту 2 контактної планки і «землі» тимчасово припаюють резистор опором 75 ом . Атенуатор генератора хитної частоти ПНТ (положення 1 : 1) приєднують до вхідного кабеля ПТК, а детекторну головку — до тимчасовоприпаяного резистора. Зсуваючи або розсуваючи витки котушок L_1 , L_2 і L_3 , дістають на екрані електроннопроменевої трубки ПНТ частотну характеристику, яка відповідає кривій рис. 94, б.

Закінчивши настроювання фільтра, видаляють резистор і вставляють назад вийнятий сектор барабана.

Для настроювання гетеродина до виходу АПЧГ в ПНТ приєднують пристрій. У процесі настроювання напруга на повзуні потенціометра R_1 цього пристрою повинна становити 5 в. До вхідного кабеля ПТК приєднують УКХ ГЗС типу Г4-17, а до вихідного — такий самий еквівалент навантаження, як при настроюванні вихідного контура L_9C_{19} . Паралельно резисторові еквівалента навантаження вмикають як атенюатор генератора хитної частоти ПНТ (положення 1 : 1), так і детекторну головку осцилографа цього при-

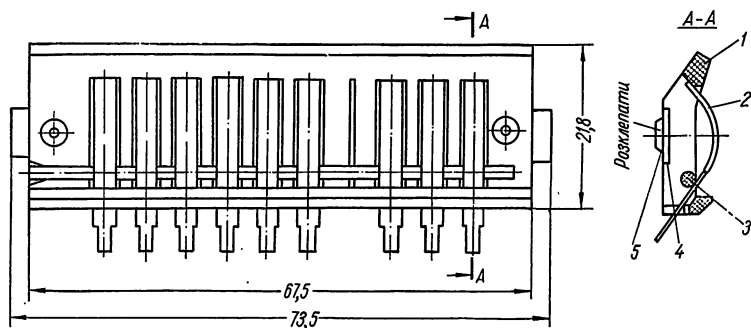


Рис. 95. Контактна планка ПТК транзисторного телевізора:

1 — колодка; 2 — контактні пружини; 3 — стержень; 4 — пластина; 5 — заклепка.

ладу. На вхід ПТК подають від ГЗС немодульований сигнал ВЧ з частотою, що відповідає несучій частоті зображення настроювального каналу, і напругою від 5 до 50 мв. При цьому, якщо гетеродин ПТК настроєний правильно, на виході блока з'явиться сигнал з частотою 38 МГц (несуча ПЧ зображення). Проконтролювати точність настроювання гетеродина можна за міткою, яку видно на екрані електроннопроменевої трубки ПНТ, коли прилад ввімкнутий, як уже описано вище. Якщо ця мітка не збігається з міткою 38 МГц калібратора ПНТ, то змінюють положення осердя котушки L_{13} доти, поки обидві мітки не сумістяться. Таку операцію треба провести на всіх 12 каналах.

Потім перевіряють (тільки на першому каналі) діапазон зміни частоти гетеродина. Для цього, обертаючи повзун потенціометра R_1 пристрою для ручного перестроювання гетеродина, змінюють напругу на ньому від 2 до 8 в. Мітка на екрані ПНТ повинна переміщуватися в межах не менше 2 МГц.

Для настроювання смугового фільтра $L_7L_{11}C_{12}C_{13}C_{14}L_8L_{12}C_{15}C_{16}$ у колекторному колі транзистора T_1 ПВЧ атенюатор генератора хитної частоти ПНТ (положення 1 : 10) приєднують до вхідного кабеля ПТК, а детекторну головку залишають приєднаною до резистора еквівалента навантаження. Настроювання проводять, починаючи з найбільш високочастотного каналу 12. Для цього ПНТ

перемикають на діапазон 174—232 Мгц, а барабан блока ПТК встановлюють так, щоб був увімкнений канал 12. Зсуваючи і розсуваючи витки котушок L_7 та L_8 , встановлених на друкованій платі, а також змінюючи відстань між цими котушками, добиваються,

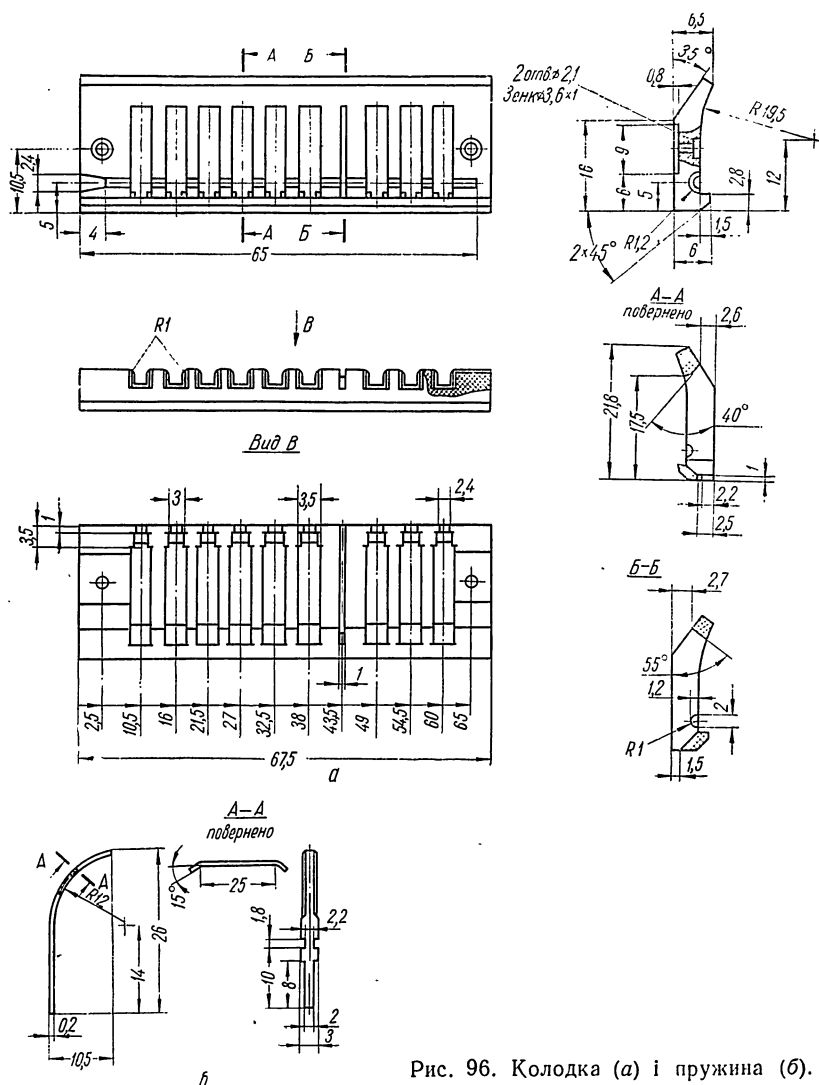


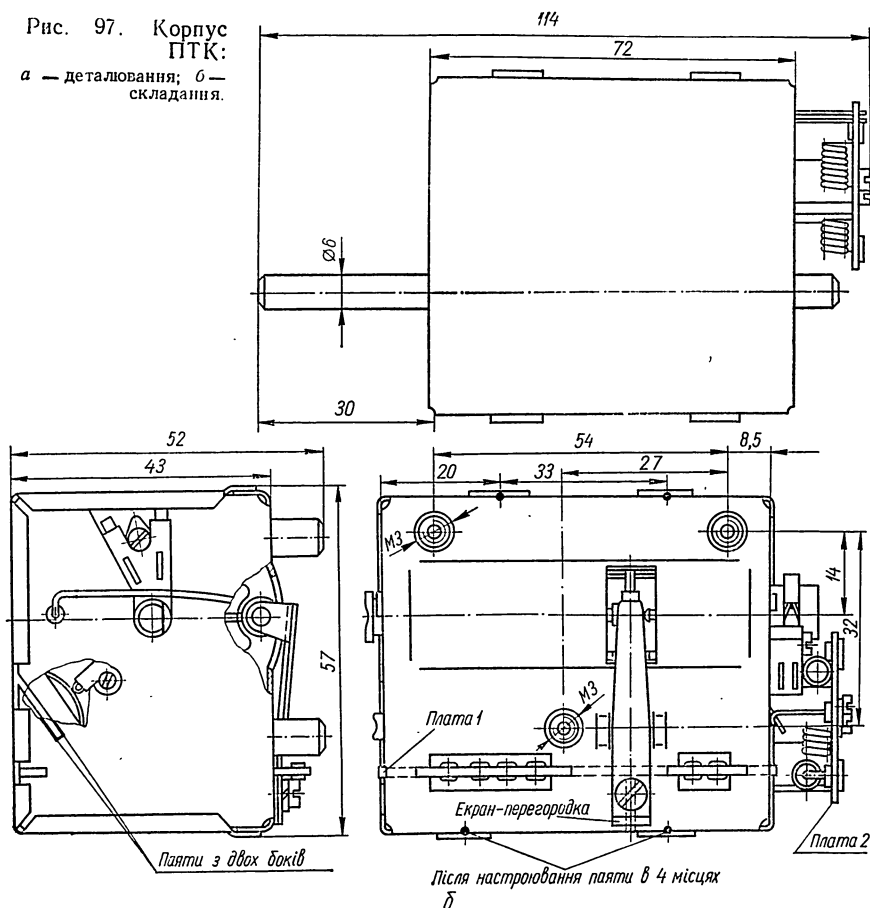
Рис. 96. Колодка (а) і пружина (б).

щоб частотна характеристика на екрані ПНТ найбільше відповідала показаній на рис. 94, в.

Щоб дістати максимальне підсилення, одночасно настроюють так само котушку L_6 вхідного кола. Далі переходять до регулювання фільтра каналу 11, змінюючи довжину дуг, які відіграють роль



Рис. 97. Корпус
ПТК:
а — деталювання; б —
складання.



катушок індуктивності L_{11} і L_{12} на цьому каналі. Фільтри решти каналів налаштовують, розсуваючи і зсуваючи витки катушок L_{11} та L_{12} на барабані, а також змінюючи відстань між ними. Під час регулювання фільтрів каналів 1—11 торкатися катушок L_7 і L_8 не можна. Частотні характеристики фільтрів на екрані ПНТ на каналах 1—5 повинні бути такими, як криві на рис. 94, г.

Після налаштування фільтрів розпочинають регулювання вхідного кола і контура ПВЧ ПТК для роботи в діапазоні дециметрових хвиль. Перед цим барабан ПТК встановлюють у положення, що відповідає 13-му секторові барабана, атенюатор генератора хитної частоти ПНТ приєднують до входу дециметрових хвиль ПТК і перемикають ПНТ на діапазон 27—72 МГц. Зсуваючи і розсуваючи витки катушки, приєднаної до контактів 4—7 13-го сектора барабана, добиваються, щоб характеристики на екрані ПНТ мали вигляд, найближчий до вигляду кривих на рис. 94, а.

Найскладніше виготовити в ПТК контактну планку. Від точності її виготовлення залежить надійність роботи блока. Ця планка (рис. 95) складається з колодки 1, виготовленої з полістиролу або органічного скла завтовшки 8 мм, дев'яти контактних пружин 2, виготовлених з бронзової стрічки БрБ2 завтовшки 0,2 мм, стержня 3, що закріплює контактні пружини після складання планки, і пластини 4, яка приклепана до планки і служить для закріплення

Таблиця 20

Позначення на схемі (рис. 59)	Кількість витків	Марка і діаметр проводу, мм
L_1 L_2 L_3	8 10 24	ПЭВ-1 0,5
L_4 L_5	17 18	ПЭВ-1 0,29
L_6 L_7 L_8	2 4 4	ПЭВ-1 0,64
L_9	16	ПЭВ-1 0,15

Примітки: 1. Всі котушки намотують в один шар виток до витка.

2. Котушки L_1-L_4 намотують без каркаса на оправці діаметром 4 мм, а L_5-L_8 — діаметром 3 мм.

3. Для каркаса котушки L_6 використовують промисловий дросель типу Д-0,1 80 мкГн або осердя 100НН діаметром 2,8 мм, а L_9 — органічне скло діаметром 5 мм з нарізкою М3 для осердя

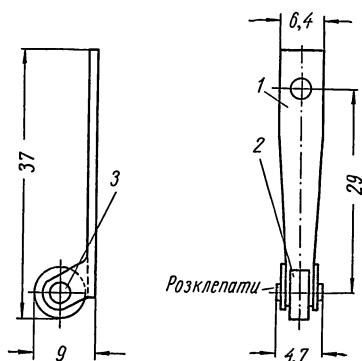


Рис. 98. Фіксатор:

1 — пружина; 2 — валик; 3 — вісь.

складеної контактної планки в корпусі ПТК. Креслення колодки подано на рис. 96, а а пружини — на рис. 96, б.

Дані щодо намотки котушок, розташованих на платах ПТК, наведено в табл. 20, а розташованих на барабані — в табл. 21. Креслення корпусу ПТК показано на рис. 97.

Фіксація певних положень барабана при перемиканні каналів здійснюється за допомогою диска фіксатора (рис. 98) і сталюого термічно обробленого ролика, який притискається пружиною до цього диска.

Складання ПТК провадять у такій послідовності: до корпусу приклепують пружину з роликом фіксатора і укріплюють в ньому спочатку друковану плату, а потім контактну планку. Кінці контактних пружин, що виступають з планки, мають увійти в прямокутні отвори друкованої плати 1—9. Після цього в прорізи корпусу вставляють барабан і закріплюють його дрітними пружинами так само, як це зроблено в промислових ПТК. Потім укріплюють другу друковану плату.

Таблиця 21

Позначення на схемі (рис. 89)	Кількість витків котушок, розташованих на барабані, при номері телевізійного каналу												Номери контактів на перемикачі
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
L_{10}	12	9	6	5	4	1	1	Дуга	Дуга	Пере-мичка	Пере-мичка	Пере-мичка	1—2
	21	17	14	12	10	5	5	4	4	3	3	3	2—3
L_{11}	22	17	13	11	9	3	3	2	2	2	Дуга	Пере-мичка	4—5
L_{12}	26	23	15	13	11	4	3	3	2	2	Дуга	Пере-мичка	6—7
L_{13}	22	19	13	11	9	4	4	3	3	2	2	2	8—9

Примітка. Всі котушки намотані в один шар виток до витка на каркасах з органічного скла діаметром 3,5 мм. У каркасах для котушок L_{13} роблять нарізку М2,6, в яку вгвинчують відповідний підстроювальний латунний гвинт. Довжина проводу, з якого роблять дуги для котушки L_{10} у каналах 8 і 9, а також котушки L_{11} і L_{12} у каналі 11—10 мм. Котушка, ввімкнута між контактами 4 і 7 сектора в 13-му положенні барабана, намотана на такому самому каркасі, як L_8 на платі, і містить 18 витків проводу ПЭВ-1 діаметром 0,29 мм. Котушки для каналів 1—2 намотані проводом ПЭВ-1 діаметром 0,21 мм; для 3—5 — проводом ПЭВ-1 діаметром 0,29 мм; для 6—12 — проводом ПЭВ-1 діаметром 0,5 мм.

ПРОГРАВАЧ-АВТОМАТ

Програвачі грамофонних пластинок дуже поширені. Вони мають деякі переваги перед іншими пристроями для прослухування музики: відносно дешевші, дають можливість багато разів програвати пластинки і т. д. Недоліком більшості програвачів є обмежений час звучання пластинки. Правда, довгограючі пластинки, які мають більший розмір і меншу швидкість обертання, звучать значно довше, але і вони не можуть зрівнятися щодо цього з магнітофонним записом. Набагато збільшити час звучання пластинок дає змогу програвач, що автоматично укладає на диск наступну пластинку після того, як закінчилося відтворення попередньої.

Створено кілька конструкцій програвачів-автоматів. Найскладніші з них дають можливість послідовно програвати 6—10 пластинок, вибрати і повторити бажану кількість разів будь-яку з них.

Одну з найпростіших любительських конструкцій програвача-автомата розробив інж. В. Бродкін. Цей програвач створений на базі промислового програвача другого класу ІІ-ЭПУ-40, на панелі якого встановлюється спеціальний блок автоматики, що виготовляється самостійно.

Автоматичний електропрогравальний пристрій (ЕПП) відповідно до ГОСТ 8383-66* має такі параметри:

Номинальна напруга живлення	220 в
Споживана потужність	Не більше 10 вт
Швидкість обертання диска	78; 45; 33 1/3 об/хв
Діапазон ефективно відтворюваних частот	Не гірше 50—12500 гц
Навантаження на голку звукознімача	0,07—0,012 н
Максимальний діаметр грампластинок	303 мм
Максимальна кількість одночасно встановлюваних пластинок для автоматичного відтворення	4 шт.
Габаритні розміри (без кришки)	100×285×350 мм
Вага	4 кг

Грампластинки, які мають відтворюватись, розташовуються на спеціальній осі диска ЕПП і утримуються над ним. Коли закінчується відтворення чергової грампластинки, автомат відводить звукознімач вбік і наступна пластинка зісковзує вниз, лягаючи на диск або на вже програну. Потім звукознімач автоматично встановлюється на ввідну канавку фонограми.

Коли після програвання фонограми голка звукознімача виходить на заключну замкнуту канавку, спрацьовує механізм автостопа, який вмикає двигун блока автоматики. Під впливом цього блока відбувається скидання грампластинки на диск ЕПП; переміщення звукознімача над грампластинкою; шукання ввідної канавки фонограми (встановлення габариту); спрацьовування мікроліфта, який опускає і піднімає звукознімач. Коли грампластинку замінено, блок від'єднується від поводка звукознімача, перестроюється у вихідний стан і відмикається від ЕПП.

Блок автоматики виконаний у вигляді самостійного пристрою і закріплений у чотирьох точках на панелі ЕПП. Його двигун через понижувальний редуктор обертає командний механізм, розподільний диск якого впливає на контактну систему, що вмикає тягові електромагніти механізму скидання грампластинок, системи мікроліфта і вузла стикування. Ексцентрик, укріплений на диску, керує через систему важелів і рухомих планок переміщенням звукознімача.

Кінематична схема програвача-автомата (рис. 99) пояснює взаємодію основних його вузлів і значно полегшує складання. Римськими цифрами позначено вузли і деталі панелі ІІ-ЭПУ-40 заводського виготовлення, арабськими — вузли і деталі, які треба виготовити самостійно, стрілками вказано напрями руху. Працює пристрій так. Встановлення звукознімача і ввімкнення програвача здійснюються звичайним способом. Для цього одну пластинку встановлюють на диск, три інші закріплюють на осі, підводять звукознімач до початку пластинки і вмикають двигун, натискаючи на важіль «Пуск» («Start»). Звукознімач опускається на пластинку і починає в міру її обертання переміщуватися до центра. Як тільки голка звукознімача потрапить на заключну концентричну канавку, спрацьовує автостоп програвача і автоматично вмикається двигун блока.

This technical drawing illustrates a complex mechanical assembly, likely a specialized machine for processing a workpiece. The diagram includes numerous numbered components and labels indicating specific parts and their interactions.

Key Components and Labels:

- Workpiece and Initial Setup:** The top left shows a workpiece (1) being processed by a tool (2) mounted on a vertical shaft (3). A guide (4) and a clamping mechanism (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18) are used to secure the workpiece.
- Clamping and Positioning:** A clamping mechanism (19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37) is used to hold the workpiece in place. A force F_k is applied to the clamping mechanism.
- Rotational and Translational Motion:** The diagram shows various components that rotate or translate. Arrows indicate the direction of motion for several parts, such as the workpiece (1), the clamping mechanism (19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37), and the clamping mechanism (19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37).
- Adjustable Components:** Several components are shown with adjustable features, such as the clamping mechanism (19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37) and the clamping mechanism (19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37).

The drawing is a detailed technical illustration of a mechanical device, showing the assembly and operation of various components. The numbered labels (1 through 37) identify specific parts, and the arrows indicate the direction of motion for several components. The overall structure suggests a machine designed for precise processing of a workpiece, with a focus on clamping and positioning.

прямі стрілки. При цьому планка *III* опиниться в такому положенні, що за неї зачепиться спусковий гачок *II*, який обертається разом з диском *I* програвача. Спусковий гачок *II*, натиснувши на планку *III*, перемістить її в напрямку стрілки *Б*, тобто по ходу руху спускового гачка. Планка *III* з великою силою тисне на заскочку *IV*,

яка виходить із зачеплення з планкою *VIII*, і остання під дією пружини *XII* зсувається в напрямі стрілки *B*. Натискаючи на шток мікроліфта *VI*, ця планка піднімає звукознімач. Одночасно спеціальний вус, відігнутий на планці *VIII*, натискає на контакти *XIII* (K_2 на рис. 100), вмикаючи електродвигун блока автоматики. Останній через редуктор з великим сповільненням (1 : 250) обертає вісь 29 розподільного механізму. На диску 23 цього механізму укріплений фігурний ексцентрик 28. По твірній ексцентрика ковзає ролик 22. Цей ролик насаджений на вісь 31, приклепану до планки 9. Під впливом ексцентрика 28 ця планка пересувається в напрямі стрілки *Г*. З'єднувальний стержень 10 переміщується під впливом планки 9. З'єднувальний стержень 10 за допомогою гайки і муфти 14 укріплений на важелі 15. Важіль 15 легко обертається на штоку 12. Шток утримують на кронштейні 20 дві планки 13 і 19. Ролик 11, який обертається на осі 11, а у верхньому пазі штока 12 притискається пружиною 16 до фігурно вигнутого кінця планки 8. Під натиском виступу на цій планці шток опускається вниз при переміщенні планки 8 і тягне за собою з'єднувальний стержень 10. При опусканні стержня 10 його гострий кінець виходить з пазу поводка 5, жорстко укріпленого на осі *IX* звукознімача.

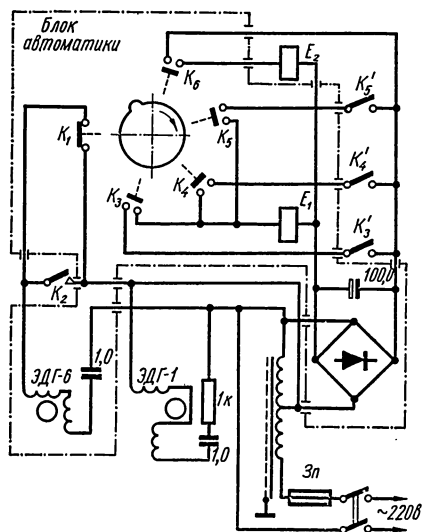


Рис. 100. Принципова схема програвача-автомата:

E_1 — електромагніт механізму скидання;
 E_2 — електромагніт системи пуску.

Коли спрацьовує автостоп ЕПП, планка *VIII*, зсуваючись у напрямі стрілки *B*, тягне за собою в тому ж напрямі і планку 8. При переміщенні планки 8 ролик 11 скочується в западину на планці і шток 12 під дією пружини 16 піднімається. Разом з штоком 12 піднімається і зведений з ним через важіль 15 з'єднувальний стержень 10. Піднімаючись, цей стержень входить у паз на поводку 5. Тепер звукознімач зв'язаний з блоком автоматики. Через ролик 22, планку 9, стержень 10 і поводок 5 звукознімач може переміщуватися над пластинкою на відстань, що визначається формою ексцентрика 28. При цьому звукознімач піднятий мікроліфтом, який ввімкнувся при спрацьовуванні автостопа.

На розподільному диску 23 є ексцентрично посаджена вісь 24 з роликом 25. За допомогою цього ролика вмикаються мікрровимикачі МП-5 (контакти K_1, K_3, K_4, K_5, K_6 на рис. 100). Контакти K_3, K_4 і K_5 замикають коло живлення тягового електромагніту E_1 ,

позначеного на рис. 99 цифрою 30. Спрацювавши, електромагніт втягує якір з кутником 7. Кутник, упираючись у вус, відігнутий на планці VIII, повертає її у вихідне положення в напрямі стрілки D.

Одночасно в цьому ж напрямі зсувається планка 8 (кутник 7 тягне штифт 21, прикріплений до планки 8). Ролик 11 і шток 12 опускається разом із стержнем 10. Загострений кінець стержня 10 обпирається на поводок 5, який опускається разом із стержнем 10 і тягне за собою звукознімач. Голка звукознімача опускається на пластинку, і, оскільки стержень 10 опустився ще нижче і вийшов із зачеплення з поводком 5, звукознімач дістає можливість вільно пересуватися по звуковій канавці грампластинки.

Планка VIII, переміщуючись у напрямі стрілки D, розмикає відігнутим вусом контактну групу XIII, проте двигун блока автоматики продовжує працювати, бо контакти K_1 на рис. 100, ввімкнуті паралельно контактам контактної групи XIII, лишаються замкнутими. Деяке продовження руху механізму автоматики необхідне для того, щоб привести всю систему у вихідний стан. Вихідним станом блока автоматики вважається такий, при якому вістря стержня 10 розташоване під пазом у поводку 5 в той момент, коли звукознімач виходить на кінцеву замкнуту канавку грампластинки. В цей час ролик 25 на обертовому розподільному диску натисне на мікрровимикач і розімкне контакти K_1 , вимкнувши електродвигун блока автоматики. Двигун блока ввімкнеться лише тоді, коли спрацює автостоп і планкою VIII замкнеться контактна група XIII, тобто контакт K_2 . Скидання пластинок на диск здійснює механізм вузла скидання (рис. 101). Пластинки 40 надівають на рухомий відсікач 38, який є немовби продовженням осі 4 диска ЕПП. Щоб запобігти перекосу пластинок і надати їм строго перпендикулярного положення щодо осі диска, на відсікач 38 надівають стабілізуючу шайбу 39. Спеціальний виступ A на відсікачі перешкоджає зіскакуванню пластинок на диск ЕПП. Пластинка може впасти на диск лише в тому випадку, коли головка відсікача 38 переміститься ліворуч разом з пластинками і виступ A не перешкоджатиме рухові вниз нижньої пластинки.

Відсікач переміщується під дією сили електромагніту, шток 37a якого, з'єднаний з якорем 32 електромагніту, тисне на нижній кінець відсікача. У вихідне положення відсікач повертається під дією спіральної пружини. Нижня пластинка опуститься на диск ЕПП, а всі інші будуть зміщені ліворуч, але опуститися вниз їм заважатиме торець осі 4. Повертаючись у вихідне положення, головка відсікача змістить пластинки праворуч, нижня пластинка ляже на виступ A, і вся стопка опуститься на товщину пластинки, яка впала. Вузол скидання, що складається з деталей 4, 38, 39 і 49, встановлюється по посадці C_3 у втулку 4a, яка є віссю диска ЕПП. Ввімкнення електромагніту, що забезпечує роботу вузла, здійснюється мікрровимикачем (контакти K_6) під впливом ролика 25.

Переробляючи промисловий програвач типу П-ЭПУ-40 в автоматичний, з шасі знімають втулку і заміняють її на втулку 4a (рис.

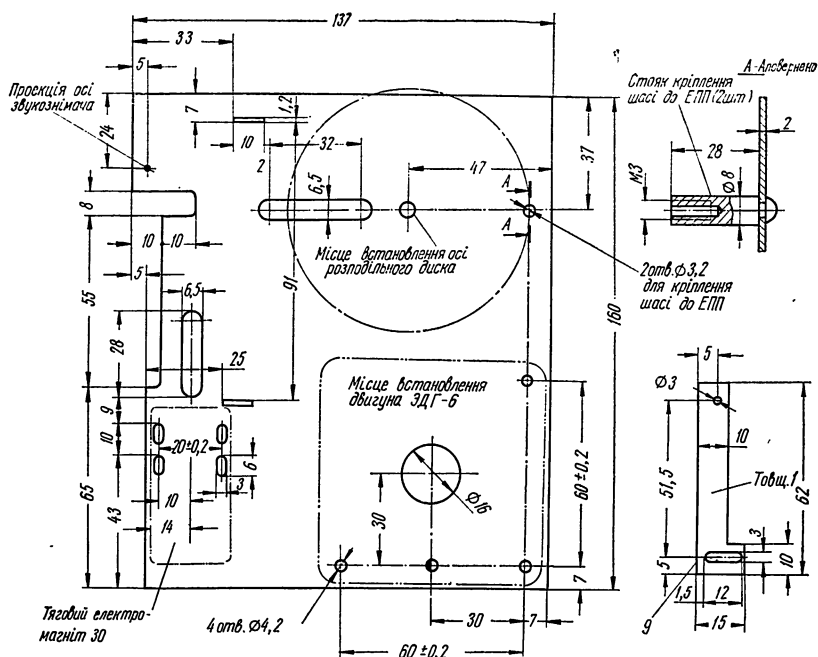
101). З диска ЕПП випресовують шпіндель, отвір діаметром 7,24 мм розточують до діаметра 9А₃ щодо внутрішнього робочого діаметра диска з ексцентриситетом, що не перевищує 0,07 мм, і в нього за-пресовують втулку 3. Шайби 2 і 42 утворюють опорний підшипник диска. Від якості обробки цих шайб багато в чому залежить плавність ходу диска і ступінь детонації.

Потім знімають кожух-екран з осі звукознімача і встановлюють на цю вісь поводок 5. Точне встановлення і стопорення цього поводка на осі провадиться після повного складання при остаточному налагодженні взаємодії частин механізму автомата.

Всі деталі автоматичного блока, крім електромагніту вузла скидання, встановлюють на власному шасі (рис. 102). Електромагніт вузла скидання *Е*₂ встановлюють на панелі ЕПП за допомогою лапки 36. Місце його кріплення вибирають під час складання. Регулювання ходу якоря провадять переміщенням нарізної втулки 37, яку після регулювання треба обов'язково законтрити фарбою або стопорним гвинтом. Шасі блока з розподільним диском 23 кріплять до панелі ЕПП за допомогою двох стояк ів і лапок, на яких був установлений екран у осі звукознімача. Під час складання необхідно відрегулювати зусилля пружини 16.

Всі мікровимикачі типу МП-5 укріплюють на п'яти планках 27 із сплаву Д16Т і потім встановлюють на кільці 44 (рис. 103). Пази в планках 27 дають змогу точно відрегулювати момент спрацьовування вимикача. Остаточно кріплять кільце до планки 45 під час регулювання блока. Повертаючи кільце 44, добиваються ввімкнення тягового електромагніту 30 у момент, коли звукознімач зупиниться над ввідною канавкою грампластинки.

Коли мікровимикачі закріплені так, як показано на рис. 103, то при регулюванні досить встановити кільце 44 по пластинці одного з габаритів (174, 250 або 300 мм). Для фіксації поводка 5 по осі *ІХ* диск 23 розвертають так, щоб ексцентрик 28 торкався ролика 22 найменшим своїм діаметром. При цьому з'єднувальний стержень 10 буде в крайньому лівому положенні. На диск 1 кладуть грампластинку, голку звукознімача встановлюють на заключну замкнуту канавку. Не зсуваючи звукознімач, повертають поводок 5 доти, поки його паз не опиниться під стержнем 10. В цьому положенні і слід застопорити поводок на осі *ІХ*. Цю операцію слід провадити, коли ручка *ХІ* перебуває в положенні пуску. Гострий кінець з'єднувального стержня 10 не повинен входити в паз на поводку 5. Відстань між площиною поводка і вістрям має становити 1,5—2 мм. При спрацьовуванні автостопа з'єднувальний стержень повинен входити в паз поводка 5 і надійно вести поводок за собою. Висота стержня регулюється за допомогою втулки 14. Планки 8 і 9 із сталюого листа Ст. 3 завтовшки 1 мм повинні вільно переміщуватись у скобах 52 із сплаву Д16Т, які укріплюють на шасі. На кожну планку потрібно дві скоби. Стояк 6 служить для усунення перекосу якоря електромагніту 30, а кільце на штоку якоря — для обмеження його ходу.



а

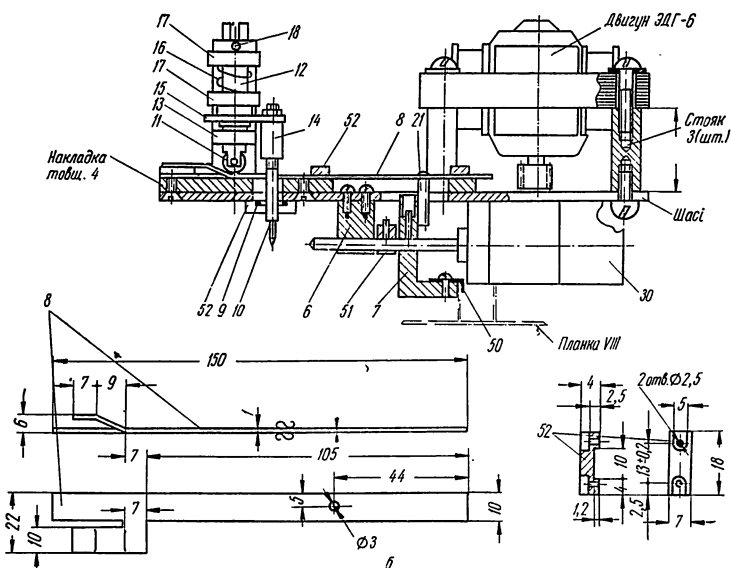


Рис. 102. Шасі блока автоматики (а) і кріплення на ньому основних вузлів пристрою (б).

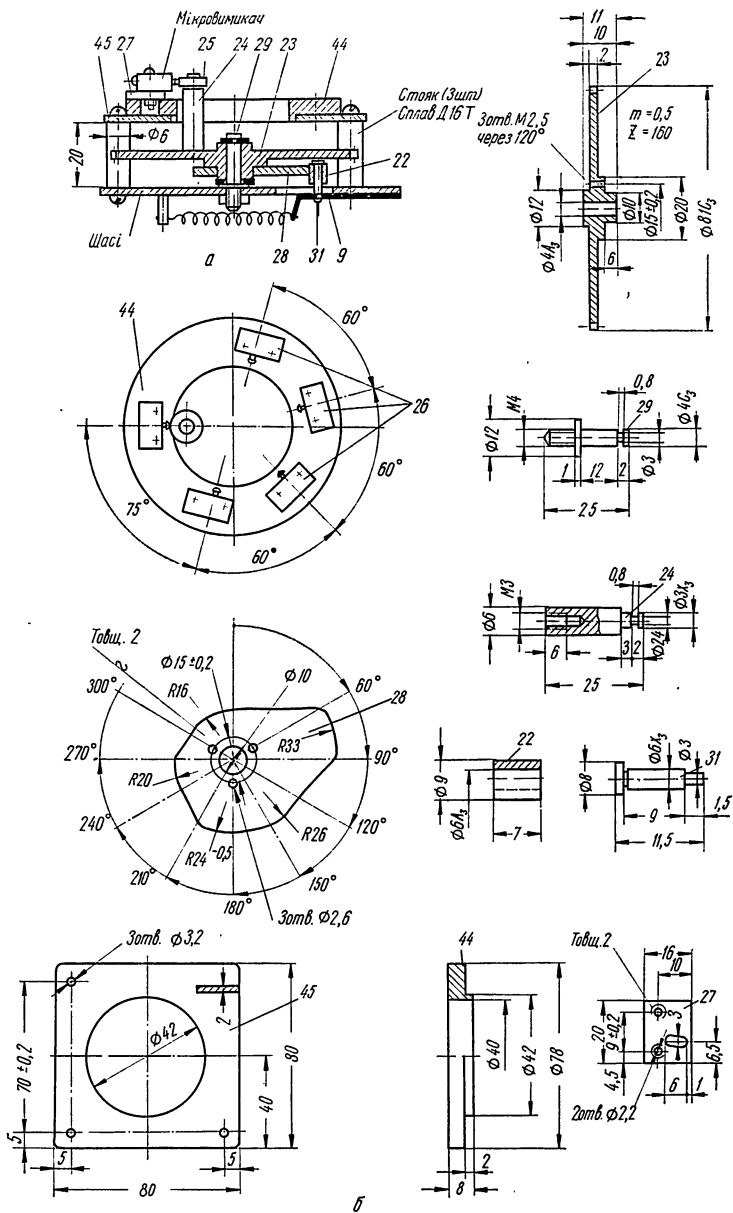


Рис. 103. Встановлення на шасі командного механізму (а) і його деталі (б).

Перестроювання автомата на пластинки різних розмірів здійснюється кнопковим перемикачем (контакти K_3 — K_5), що встановлюється на передній панелі програвача.

Залежно від того, який контакт перемикача замкнтий, електромагніт спрацьовує при різних положеннях звукознімача над пластинкою. Форма ексцентрика 28 розрахована так, що звукознімач переміщується стрибками, роблячи паузи над ввідними канавками, які відповідають трьом стандартним габаритам пластинок. Електромагніти і деталі стикувального вузла показано на рис. 104 і 105.

Тягові електромагніти живляться постійним струмом напругою 110 в. Електромагніти працюють у форсованому режимі, але оскільки під струмом вони перебувають не більше 3 сек, то вони майже не нагріваються. Котушки 35 і 47 електромагнітів намотують відповідно з 2500 і 3500 витків проводу марки ПЭВ-2 діаметром 0,2 мм. Двигун блока автоматики типу ЭГД-6 можна замінити будь-яким іншим двигуном потужністю 2—5 вт. Як редуктор у даній конструкції використано набір шестерень. Можна застосувати фрикційну передачу або систему з шківками і пасиками. Для роботи з автоматичним електропрогравачем можна використати будь-який з описаних у книзі підсилювачів низької частоти.

	Стор.
Передмова	3
Радіомовні приймачі	5
Кишеньковий приймач	5
Приймач на п'яти транзисторах	10
Найпростіший супергетеродин	12
Супергетеродин з діапазоном КХ	23
Приймач УКХ ламповий	30
Приймач з блоком УКХ-И	37
Приймач УКХ транзисторний	40
Приймач транзисторний всехвильовий	45
Підсилювачі низької частоти	55
Простий підсилювач на транзисторах	55
Універсальний підсилювач низької частоти	60
Естрадний підсилювач	67
Стереофонічний підсилювач	72
Електромузичні інструменти	87
Електрогітара	87
Підсилювач для електрогітари	99
Електроорган	102
Любительські телевізори	122
Простий телевізор	122
Транзисторний телевізор	129
Програвач-автомат	157

Едуард Павлович Борноволоков, інж.

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

(на українському мові)

Редактор видавництва інж. *Е. О. Вавілова*

Оправа художника *Т. Д. Лукомської*

Художні редактори *Б. М. Бойко, В. С. Шапошніков*

Технічні редактори *Н. О. Бондарчук, К. Е. Ставрова*

Коректор *Л. М. Седякіна*

Здано до складання 9.IV. 1973 р. Підписано до друку 23.VIII. 1973 р.
Формат паперу 60×90¹/₁₆. Папір друкарський № 2. Обсяг: 10,75 фіз. арк.;
10,75 умовн. арк.; 11,13 обл.-вид. арк. Тираж 25000. Зам. № 3-125.
БФ 04554. Ціна 59 коп.

Издательство «Технік», 252601, Киев, 1, Пушкинская, 28.

Книжкова фабрика ім. М. В. Фрунзе Республіканського виробничого
об'єднання «Поліграфкнига» Держкомвидаву УРСР, Харків, Донець-За-
харжевська, 6/8.

До уваги читачів!

У 1974 р. видавництво «Техніка» готує до друку такі книги:

ШИЛЕЙКО О. В., ШИЛЕЙКО Т. І. Кібернетика без математики. Переклад з російської.

Мова українська, 11 арк., ціна 70 коп.

В популярній формі викладено основні поняття кібернетики, розглянуто деякі головні напрямки розвитку сучасної автоматики.

Чи можливо створити штучний розум? На це та багато інших цікавих питань дає відповідь книга.

Розрахована на широке коло читачів, що цікавляться проблемами сучасної автоматики.

СИФОРОВ В. І. та ін. Радіoeлектроніка для всіх. Вид. II.

Мова українська, 20 арк., ціна 1 крб. 60 коп.

В популярній формі викладено відомості про теоретичні основи радіотехніки і радіoeлектроніки, електронні, напівпровідникові і квантові прилади, найважливіші радіотехнічні пристрої: підсилювачі, генератори, приймачі, передавачі, антени. Описано застосування радіoeлектроніки в науці, техніці та народному господарстві.

Розрахована на широке коло читачів.

ЛИТВИНЕНКО О. М. Основи радіооптики.

Мова російська, 11 арк., ціна 94 коп.

Висвітлено новий науковий напрям — радіооптика, який виник на стику радіoeлектроніки й біоніки. За останні роки оптичному діапазону хвиль надається велика увага, тому що у ньому може бути оброблено величезну кількість інформації. У книзі основну увагу приділено вивченню властивостей окремих оптичних елементів і методам синтезу з них ліній передачі інформації з заданою частотою або імпульсною характеристикою. Розглянуто прос-

трово і частотно інваріантні елементи; шар простору, лінза, дзеркало, оптичний клин (призма), дифракційна ґратка, зонна пластинка Френеля, плоскопаралельна пластинка, діафрагма. Знання властивостей цих елементів дозволяє синтезувати оптимальні системи обробки інформації, голографічні системи реєстрації повної інформації, яка знаходиться в електромагнітній хвилі, коливальні системи лазерів тощо. Простота реалізації складних частотних і просторових характеристик — важливе достоїнство оптичних систем.

Розрахована на інженерів-радістів і електриків, які займаються питаннями передачі та обробки інформації, а також може бути корисною спеціалістам з оптики, аспірантам і студентам вузів.

Для оформлення замовлення необхідно заповнити листівку-замовлення і надіслати її на адресу місцевої книгарні або видавництва (252601, м. Київ, 1, МСП, вул. Пушкінська, 28).

Видавництво «Техніка»

59 коп.