

Конструирование современных ЗВУКОСНИМАТЕЛЕЙ

А. Бектабегов

Развитие техники воспроизведения звука и особенно выпуск долгоиграющих пластинок привели к разработке звукооснимателей, по своей конструкции и электромеханическим параметрам существенно отличающихся от звукооснимателей старого типа. За последние годы большое распространение получили пьезоэлектрические звукоосниматели, построенные на пьезоэлементах из различных кристаллов. Современная техника позволяет строить недорогие высококачественные широкополосные пьезоэлектрические звукоосниматели, работающие на корундовых иглах с рабочим частотным диапазоном от 30 до 10 000—15 000 гц и большой чувствительностью.

Естественно, что современные звукоосниматели должны быть рассчитаны главным образом на воспроизведение микрозаписи и в соответствии с этим должны удовлетворять следующим требованиям.

Частотная характеристика должна обеспечивать воспроизведение диапазона частот по крайней мере от 30 до 10 000 гц . При этом по своей форме частотная характеристика звукооснимателя должна более или менее компенсировать частотную характеристику записи.

Чувствительность звукооснимателя должна обеспечивать нормальную нагрузку стандартного приемника. Можно считать, что эта чувствительность должна быть не менее

$$65 \frac{\text{мв}}{\text{см/сек}}.$$

ГОСТ 5651—51 предусматривает величину напряжения на зажимах входа звукооснимателя для радиоприемников первого класса 0,2 в, а для приемников второго и третьего классов 0,25 в. Считается, что средний уровень записи для обычных пластинок по колебательной скорости составляет около 6 см/сек , а для микрозаписи — около 4 см/сек . Таким образом, для нормальной нагрузки приемника второго класса будет достаточна чувствительность звукооснимателя

$$\frac{250}{4} = 63 \frac{\text{мв}}{\text{см/сек}}.$$

Необходимо также обеспечить требование минимального износа записей и игл. Это требование сводится к максимальной податливости подвижной системы в горизонтальной плоскости, т. е. к минимальной нагрузке на иглу. Нагрузка на иглу, иначе, вес, приведенный к концу иглы, определяет надежное соприкосновение конца иглы со стенками канавки при максимальных смещениях конца иглы. Очевидно, что от величины этой нагрузки целиком зависит степень износа записей и игл. Для головок с постоянными иглами допустимую величину этой нагрузки для обычной записи можно считать порядка 15 г.

Нелинейные искажения должны быть минимальными. Практически можно считать, что если при просмотре на экране осциллографа воспроизведения чистых синусоидальных тонов по всему рабочему диапазону видимые искажения отсутствуют, то звукоосниматель удовлетворяет этому требованию.

Иглодержатель должен обладать максимальной возможной податливостью в вертикальной плоскости (без деформации пьезоэлемента, чтобы не создавать паразитной ЭДС) для сведения к минимуму переменных нагрузок, возникающих при так называемом эффекте заклинивания и при воспроизведении покоробленных пластинок. Сам звукоосниматель (головка с тонаром) должен быть возможно более легким для уменьшения инерционности, с массой, сосредоточенной в головке, что увеличивает устойчивость звукооснимателя в работе и уменьшает эффект плавания при воспроизве-

дении пластинок с эксцентриситетом записи и покоробленных.

Наименьшая допустимая масса тонарма определяется вторым резонансом звукооснимателя, который должен быть не выше 20—25 гц .

Необходимо, однако, чтобы звукоосниматель, построенный для микрозаписи, мог бы также воспроизводить и обычные грампластины. Механическое различие между обоими видами записи заключается в глубине канавки и радиусе закругления ее дна и максимальной амплитуде записи. Таким образом, различие между головками для обычной и микрозаписи будет заключаться в радиусе закругления конца иглы и критической нагрузке на иглу. Поэтому в универсальном звукооснимателе при переходе с одного вида записи на другой должна быть заменена игла и изменен вес, приведенный к концу иглы. С точки зрения эксплуатационной весьма желательно, чтобы число переключений было минимальным. В настоящее время редкие конструкции звукооснимателей имеют переключение веса, но при отсутствии переключения величина веса на конце иглы для обоих видов записи не превосходит 15 г.

Разница в частотных характеристиках воспроизведения современных обычных и долгоиграющих пластинок, ощутимая собственно в области высоких частот, может быть легко скомпенсирована регулятором тембра приемника. Эти частотные характеристики для отечественных грампластинок приведены на рис. 1.

Соединение иглы с подвижной системой звукооснимателя. В звукооснимателях старого типа, работавших на сменных стальных иглах, всегда предусматривалось жесткое соединение иглы с подвижной системой, осуществлявшееся посредством зажимного винта. Эта необходимость вызывалась тем обстоятельством, что подвижные системы этих звукооснимателей обладали большим механическим сопротивлением и, следовательно, требовали больших усилий при передаче механической энергии с пластинки.

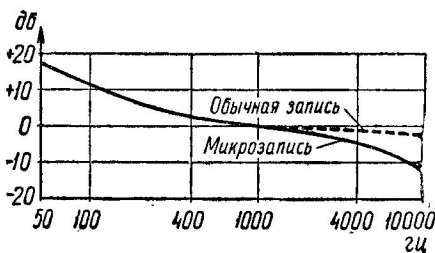


Рис. 1

Звукосниматели с легкими подвижными системами и весьма малыми корундовыми иглами позволили применить гораздо менее жесткую связь между иглой и подвижной системой, жесткую лишь настолько, чтобы обеспечить заданный рабочий частотный диапазон звукоснимателя со стороны высоких частот. Таким образом оказалось, например, возможным делать литые иглодержатели из пластмассы.

В последнее время начали применяться системы, построенные несколько иначе. Исследования показали, что при работе иглы на рычаге, поставленном под углом порядка 60° к пластинке, возникают паразитные колебания из-за тянущего усилия, передаваемого пластинкой (в старых системах из-за большого давления на пластинку эти колебания возникнуть не могли). Поэтому оказалось полезным монтировать иглу на прямом горизонтальном иглодержателе, закрепленном в основании головки и расположенном почти параллельно плоскости пластинки (рис. 2). Связь с генерирующим элементом осуществляется в этом случае через специальный поводок, связанный с иглодержателем близ иглы. Такая конструкция обладает рядом положительных особенностей. Она обеспечивает хорошую податливость системы в горизонтальной и вертикальной плоскости и позволяет легко осуществить смену иглы вместе с иглодержателем.

При конструировании звукоснимателей с постоянными иглами необходимо предусматривать защиту корундовых игл от удара (например, в случае падения звукоснимателя на пластинку). В звукоснимателях, где податливость иглы в вертикальной плоскости мала, обычно применяется эксцентрик, свободно вращающийся на оси. В нерабочем положении звукоснимателя эксцентрик опущен ниже иглы и в случае падения звукоснимателя принимает удар на себя.

Высокая податливость иглодержателя в вертикальной плоскости позволяет применить более простую и эффективную защиту корундовых игл от удара при падении звукоснимателя на пластинку. С обеих сторон иглодержателя около иглы на корпусе головки делаются два при-

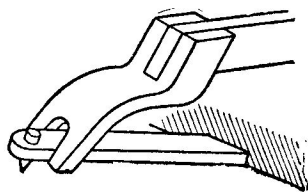


Рис. 2

лива так, чтобы игла выступала за их пределы примерно на 0,5 мм. Тогда в момент удара игла уходит в корпус головки, а вся энергия удара принимается приливами.

Смена головки может быть осуществлена различными способами. В некоторых конструкциях головка закрепляется в тонарме двумя винтами (или даже одним), причем на контактные штырьки головки надеваются легкие гнезда, связанные с выводным шнуром. Таким образом, для смены головки требуется только отвертка и сама смена может быть легко выполнена в течение нескольких минут. Иногда головка представляет собой переднюю часть тонармы. В этом случае она оформляется надлежащим образом в отношении отделки и имеет выступ (с контактами), который входит в тонарм. Наиболее удобной, однако, является конструкция, в которой головка просто вставляется в тонарм на пружинном замке, причем контактные выступы на головке входят в соприкосновение с системой контактных пластин в тонарме.

Звукосниматель со сменными головками. Применение сменных головок технически является наиболее целесообразным решением вопроса. Головки, совершенно одинаковые по конструкции, отличаются друг от друга только весом (в одну головку добавляется стальная вкладыш) и иглами. Благодаря автоматически меняющемуся при смене головки весу получают наилучшее воспроизведение при наименьшем износе записей и игл. Недостатком такой конструкции является ее повышенная стоимость из-за наличия двух головок вместо одной, а также некоторое неудобство в обращении при частом переходе с одного вида записи на другой. Однако весьма вероятно, что со временем «универсальность» звукоснимателей в радиолах окажется излишней. В самом деле, долгоиграющие пластинки настолько лучше обычных, что никто не станет пользоваться последними при электрическом воспроизведении. В результате необходимость во встраивании двух игл в звукосниматель отпадает, а для прослушивания в отдельных случаях уникальных записей на обычных пластинках окажется наиболее удобным звукосниматель со сменными головками.

Звукосниматель с универсальной иглой. Универсальная игла (рис. 3), как показывает ее название, предназначена для воспроизведения обоих видов записи. Как известно, для нормального воспроизведения записи игла должна опираться на стенки канавки, не касаясь ее дна. Как видно на рисунке, концу иглы при-

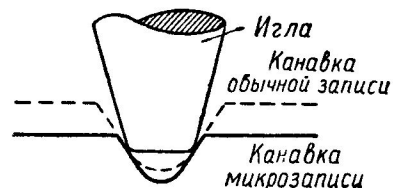


Рис. 3

дана такая форма, что игла отвечает этому требованию в обоих случаях. Удобство применения подобной иглы с точки зрения как производственной, так и эксплуатационной, очевидно. Однако износ иглы при воспроизведении обычных пластинок, масса которых содержит абразивные наполнители, происходит сравнительно быстро. Одновременно будет, таким образом, повышаться износ долгоиграющих пластинок и резко ухудшаться их воспроизведение, особенно в области высоких частот. Можно полагать, что именно по этой причине универсальная игла распространения не получила.

Звукосниматель с поворотной головкой. Вариантом звукоснимателя без сменных головок является звукосниматель с двумя головками, связанными вместе так, что иглы расположены под углом 180° одна относительно другой. Система монтируется в специальной раме и поворачивается на 180° ручкой, выведенной на торцовую часть тонармы. Таким образом, эта конструкция сохраняет отдельные системы для каждого вида записи, не требуя сменных головок. Однако с точки зрения экономической этот вариант невыгоден, так как по существу попрежнему приходится применять две головки. Были построены конструкции с одним пьезоэлементом, связанным с двумя подвижными системами, расположенными под углом 180°. Недостатком таких конструкций обычно является то, что в этом случае любая свободная система является излишней механической нагрузкой для работающей, что вызывает сокращение рабочего частотного диапазона и увеличение нагрузки на иглу.

Лучшей модификацией этой системы является другой вариант, где связующий элемент выполнен из эластичного материала, выбранного так, что звукосниматель воспроизводит частоты вплоть до самых высоких.

Звукосниматель с двумя иглами, расположенными одна за другой, имеет один пьезоэлемент и одну подвижную систему. Иглодержатель удлинен и несколько изогнут. Иглы расположены вдоль иглодержателя

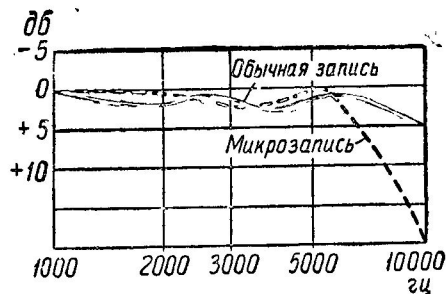


Рис. 4

одна за другой. Головка поворачивается ручкой, выведенной сбоку тонарма, или рычажком, составляющим продолжение одной из половинок корпуса головки таким образом, что в соприкосновение с пластинкой входит та или другая игла.

В отношении этой системы нужно сказать следующее. В универсальных звукоснимателях преимущественно безусловно должно быть отдано воспроизведению долгоиграющих пластинок, для которых они собственно и предназначены. В таком случае передней иглой должна воспроизводиться микрозапись. Тогда излишней нагрузкой будет только масса второй иглы, расположенной позади. С другой стороны, для компенсации нагрузки на иглу выгоднее передней иглой, сидящей на более длинном рычаге, вести воспроизведение обычной записи, имеющей большую амплитуду. Это обычно и делается. Но здесь при воспроизведении микрозаписи паразитной массой является вся передняя часть иглодержателя вместе с иглой, расположенной впереди работающей иглы, что существенно увеличивает эффективное значение этой массы. В результате рабочий частотный диапазон для микрозаписи оказывается заметно короче, чем для обычной, тогда как требуется как раз обратное. Таким образом, в этом варианте мы далеки от оптимальных условий воспроизведения. Типичные частотные характеристики подобного звукоснимателя приведены на рис. 4.

Звукосниматель с раздвоенным иглодержателем. В звукоснимателе с раздвоенным иглодержателем мы имеем также один пьезоэлемент и одну подвижную систему. Но иглодержатель на конце раздвоен, причем на конце каждого отростка смонтирована игла. Иглы здесь расположены рядом, на некотором расстоянии одна от другой. Чтобы поставить в рабочее положение свободную иглу, головку поворачивают

вокруг горизонтальной оси на некоторый угол. К преимуществам этой системы по сравнению с предшествовавшей следует отнести однородность частотных характеристик и сохранение правильности расположения рабочей иглы относительно центра вращения пластинки.

Эта система применена в новом пьезокерамическом звукоснимателе, описание которого приведено ниже.

В настоящее время наиболее перспективным материалом для применения в пьезоэлектрических звукоснимателях является керамика титаната бария. Преимущества ее весьма существенны. Исходные материалы для ее изготовления дешевы, и она может быть быстро изготовлена в любых количествах. Свойства ее совершенно не зависят от атмосферных условий и стабильны во времени. Благодаря высокой диэлектри-

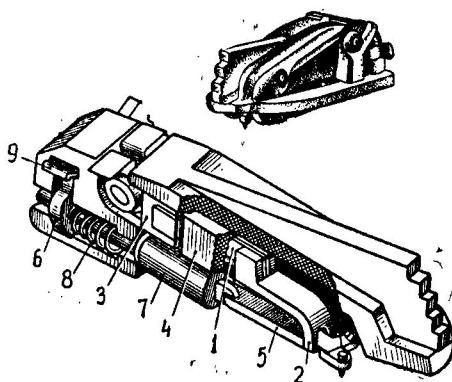


Рис. 5

ческой постоянной полное электрическое сопротивление пьезоэлемента оказывается небольшим, что позволяет при обычных сопротивлениях нагрузки, применяемых в радиоприемниках, получать частотную характеристику, весьма близкую к характеристике воспроизведения грамзаписи.

Первый универсальный звукосниматель, построенный на керамике титаната бария, со сменными головками был разработан два года назад и применен в радиоле «Мир». Новый универсальный звукосниматель с одной головкой с переключающимися иглами, разработанный в ЦНИИП — МРТИ, в настоящее время передается в производство.

Конструкция головки этого звукоснимателя и ее общий вид приведены на рис. 5. Пьезокерамический элемент 1 с поводком 2 из пластмассы вставлен в резиновый кар-

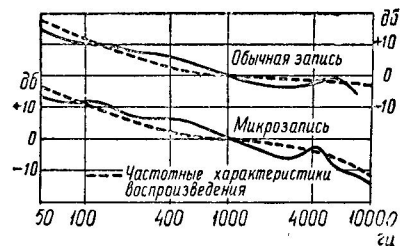


Рис. 6

ман 3. В карман вмонтированы две контактные пластины, которые при сборке связываются с выводными контактами. Демпфирующий блок П-образной формы 4 из специального материала (виноктил марки В-7) надет на пьезоэлемент. Иглодержатель 5 из пластмассы связан с рычагом переключения 6 через резиновую муфту 7. Цилиндрическая пружина 8 служит для устранения люфта рычага в корпусе, а плоская пружина 9 фиксирует положение рычага 6 при переключении игл. Как можно видеть, игла находится на конце прямой балки, расположенной под углом порядка нескольких градусов к пластинке, благодаря чему не могут возникнуть паразитные колебания иглы. С другой стороны, иглодержатель, выполненный в виде отдельной детали, может быть легко заменен в случае износа иглы. Головка устанавливается в тонарм на пружинном замке от руки, без применения какого-либо инструмента. Ручка переключателя выведена сбоку головки.

Конструкция обладает следующими особенностями. Применение легкой пластмассы позволило свести к минимуму массу подвижной системы. Монтаж системы в резине делает головку весьма удароупорной. Переключение игл поворотом иглодержателя вокруг своей оси позволило получить наименьшее расстояние между иглами и, следовательно, минимальную массу иглодержателя. Головка проста в сборке. В случае износа игл иглодержатель может быть без труда заменен новым.

Основные данные звукоснимателя следующие: рабочий частотный диапазон от 30 до 12 000 гц; чувствительность не ниже $65 \frac{\text{мВ}}{\text{см/сек}}$; нагрузка на иглу (вес, приведенный к концу иглы) для обоих видов записи 14 г; полное сопротивление на частоте 1000 гц около 200 000 ом. Частотные характеристики звукоснимателя, наложенные на частотные характеристики воспроизведения, приведены на рис. 6.



УЗЛЫ радиоустановки

С. Воробьев

Радиоустановка содержит радиоприемник первого класса, приемник для приема ЧМ радиостанций, высококачественный усилитель НЧ с тремя электродинамическими громкоговорителями, универсальный проигрыватель, магнитофон и телевизор на трубе 31ЛК2Б.

Внешний вид установки (с открытыми крышками) показан на рис. 1. Ящик размерами 1150 × 500 × 950 мм имеет обтекаемую форму, облицован ценными породами дерева и отполирован. При нажатии соответствующих кнопок верхние крышки ящика автоматически раскрываются, открывая доступ к телевизору и проигрывателю с магнитофоном. В нижней части ящика имеются два симметрично расположенных шкафа для хранения грампластинок и ферромагнитной ленты. Управление работой комбинированной установки производится ручками и кнопками, расположенными на передней панели ящика. На этой же панели находится шкала приемника с указателями рода работы устройства.

Установка выполнена в виде отдельных блоков. Это позволяет быстро, без отпайки проводов вынуть из ящика любой из них для осмотра и ремонта.

Блок-схема установки показана на рис. 2. Остановимся на отличительных особенностях основных элементов конструкции.

Радиовещательный приемник перекрывает весь радиовещательный диапазон и имеет чувствительность не хуже 25 мкв.

При приеме станций местного вещания супергетеродинный радиоприемник переключается на работу по схеме прямого усиления. На коротких волнах приемник работает как супергетеродин с двойным преобразованием частоты. Помехоустойчивость приемника достигается применением рамочной антенны, которая для улучшения эффективности включается через дополнительный двухкаскадный усилитель ВЧ.

В приемнике имеется целый ряд устройств, упрощающих и автоматизирующих его управление. Так, например, переключение диапазонов производится кнопочным переключателем; помимо ручной настройки,

имеется моторная настройка с разными скоростями вращения ротора агрегата конденсаторов переменной емкости; настройка приемника на пять программ местного радиовещания производится нажатием соответствующей кнопки; имеется специальное устройство, позволяющее сделать обзор принимаемых программ; при работе этого устройства перестройка приемника с одной станции на другую производится автоматически и бесшумно, может также меняться и время прослушивания радиостанций. К приемнику может быть подключен пульт дистанционного управления, который позволяет включить и выключить его из сети, переключить диапазоны и производить на расстоянии настройку на все радиостанции.

ЧМ приемник имеет фиксированную настройку на пять радиостанций. Он выполнен на шести лампах. Для устойчивости работы приемника применен отдельный гетеродин на лампе 6С1П. Усилитель ПЧ работает на двух лампах 6Ж3, а ограничитель — на лампе 6Ж8. Промежуточная частота равна 9 мегц. Напряжение звуковой частоты снимается с нагрузки дискриминатора и подается на переключатель рода работ П-2, включающий также питание приемника. Смонтирован приемник в виде отдельного блока, который укреплен на одном шасси с блоком развертки, но общих электрических цепей с ним не имеет. Это позволяет включать ЧМ приемник независимо от телевизора.

Усилитель низкой частоты и блок питания. В оконечной низкочастотной части работают семь радиоламп. На входе усилителя НЧ применен компенсированный регулятор громкости. Регулировка тембра на низких и высоких частотах производится отдельно. Предварительный усилитель имеет четыре каскада на триодах 6Н1П (2 шт.). Накальные цепи первых двух каскадов усилителя питаются постоянным током. Предварительный усилитель собран в виде отдельного блока, расположенного на панели управления устройством. Выходной каскад НЧ двухтактной схемы работает на лампах 12П6. Для лучшего подчеркивания низких частот используются резонансные свойства первичной обмотки входного двухтактного трансформатора и переходной емкости предоконечного каскада. Отрицательное смещение на управляющие сетки ламп усилителя подается от отдельного источника питания. Основной выход усилителя нагружен на два электродинамических громкоговорителя мощностью по 8 вт каждый. Диаметр диффузоров низкочастотных громкоговорителей равен 300 мм. Для лучшего воспроизведения верхних частот в усилителе имеется дополнительный выходной каскад усиления на тетроре 12П6, к выходу которого подключен высокочастотный электродинамический громкоговоритель.

Громкоговорители работают синфазно на общий объем 0,18 м³, стенки отсека громкоговорителей покрыты звукопоглощающей тканью, а сам отсек плотно закрывается задней стенкой. Усилитель отдает 6—8 вт неискаженной мощности.

Выпрямители, питающие усилитель НЧ и высокочастотные входные блоки, собраны на том же шасси, что и оконечный усилитель.

Анодное напряжение, питающее ВЧ блоки всего устройства, подается после отдельного двухзвенного фильтра, на выходе которого уста-

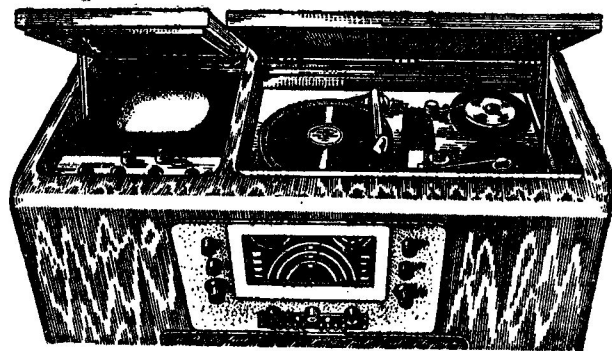


Рис. 1. Внешний вид установки

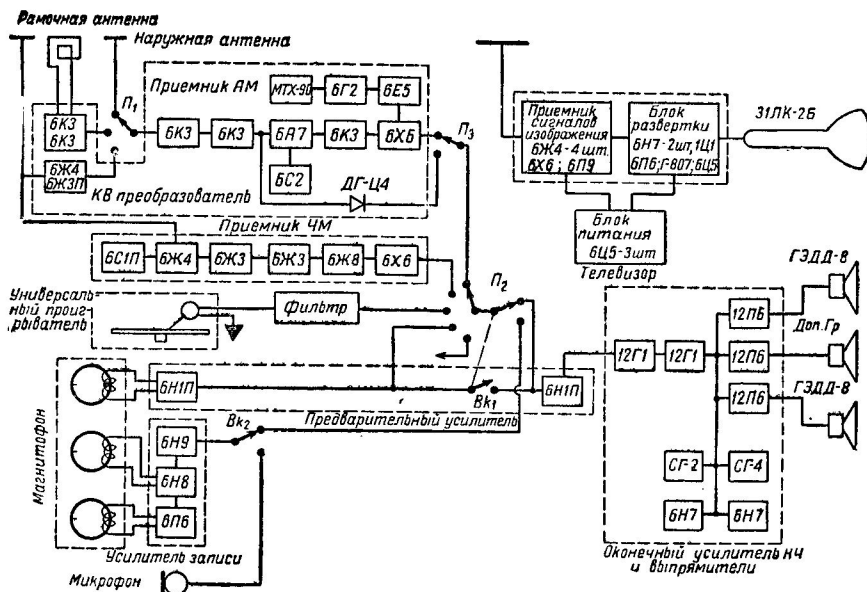


Рис. 2. Блок-схема установки

новлены стабилизаторы СГ2 и СГ4, включенные последовательно. В качестве кенотронов работают две лампы 6Н7. Общая мощность, потребляемая усилителем НЧ при работе с любым входным блоком, не превышает 140—150 вт.

Телевизор. В телевизоре работают четырнадцать радиоламп. Он состоит из трех отдельных блоков: блока питания, расположенного в нижней части ящика, блока развертки с кинескопом и блока приемника сигналов изображения, установленного на шасси блока развертки. Отдельные блоки телевизора соединены между собой при помощи штепсельных разъемов и могут быть легко вынуты из ящика.

Телевизионное изображение просматривается на зеркале, которое врезано в крышку ящика. Высота отраженного экрана телевизора находится на уровне глаз сидящего человека.

Включение телевизора производится автоматически, т. е. при нажатии соответствующей кнопки открывается крышка с зеркалом и включается в сеть телевизор. При закрытии этой крышки телевизор выключается. Общих электрических цепей с другими блоками телевизор не имеет.

Приемник сигналов изображения собран по схеме прямого усиления и имеет четыре каскада усиления ВЧ на лампах 6Ж4. Четкость изображения получается порядка 400—450 линий вертикального клина при хорошей контрастности изображения.

В блоке развертки телевизора работают семь ламп, а в блоке питания — три лампы 6Ц5С, включенные параллельно. Мощность, потребляемая телевизором от сети, не превышает 130—140 вт.

Магнитофон. Лентопротяжный механизм магнитофона собран на отдельной панели, установленной в верхней части ящика. В магнитофоне применен один электродвигатель типа ДВА-УЗ. Управление магнитофоном кнопочное. Магнитофон имеет две скорости протяжки ленты 192,5—385 мм/сек.

На вход усилителя записи переключателем рода работ П-2 может быть подключен любой входной блок установки, а также микрофон или трансляционная линия. Контроль записи производится непосредственно во время записи. В усилителе записи работают три радиолампы 6Н9, 6Н8 и 6П6, включается он только на время записи.

Для воспроизведения записи используется усилитель НЧ, частотная характеристика которого имеет широкие пределы регулировки, — это позволяет подобрать необходимую коррекцию усилителя при воспроизведении любой записи. Головка воспроизведения магнитофона непосредственно подключена к дополнительному каскаду усиления, частотная характеристика которого имеет подъем на 6500—7000 гц.

Несмотря на малые скорости движения ферромагнитной ленты, качество звучания получается очень хорошим вследствие тщательной на-

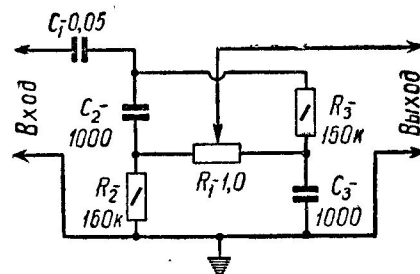
ладки лентопротяжного механизма и радиочасти магнитофона.

Проигрыватель. Универсальный проигрыватель позволяет проигрывать грампластинки со скоростями 76 и 33,5 об/мин. Шипение иглы при проигрывании шеллачных грампластинок устраняется подбором усиления на высоких частотах, а также специальным фильтром. Качество звучания грампластинок высокое.

ОБМЕН ОПЫТОМ

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯТОР ТЕМБРА

На рисунке изображена схема универсального регулятора тембра. С помощью такого регулятора можно плавно изменять частотную характеристику усилителя НЧ приемника или усилителя, предназначенного для воспроизведения грамзаписи, осуществляя очень глубокую регулировку тембра. Потери усиления в этом регуляторе на средних частотах (1 кГц) не превышают 7,5 дБ.



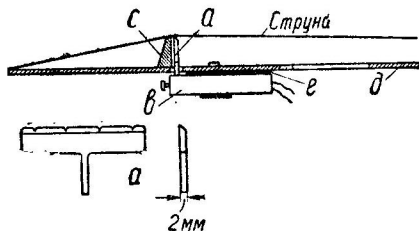
При положении движка потенциометра около левого конца потенциометра частотная характеристика получается близкой к характеристике записи, а при положении движка около правого конца потенциометра — близкой к характеристике воспроизведения. В среднем положении движка частотная характеристика усилителя прямолинейна.

Этот регулятор можно применять также в усилителях НЧ, предназначенных для грамзаписи.

Е. Борисов

КРЕПЛЕНИЕ ЗВУКОСНИМАТЕЛЯ К СТРУННОМУ ИНСТРУМЕНТУ

В большинстве случаев звукосниматель крепится к деке струнного инструмента. Я применил специальный «нож», при помощи которого колебание струны передается непосредственно на звукосниматель. Нож *a* изготавливается из стали толщиной 2 мм и в нем пропиливаются углубления под струны. Звукосниматель *в* прикрепляется внутри инструмента к деке *д* с таким расчетом, чтобы «нож», вставленный вместо иглы, подошел вплотную (зазор 0,1 мм) к задней подставке *с* со стороны отверстия к деке инструмента. Углубления для струн должны точно совпадать с углублениями задней подставки. Как монтируется звукосниматель на струнном инструменте, видно из рисунка.



Между декой и звукоснимателем прокладывается резиновая прокладка *е*.

Для усиления громкости звучания может быть применен любой усилитель низкой частоты от радиовещательного приемника.

Б. Селенков

Донбасс, В.-Анадольский завод
им. Ворошилова