

БИБЛИОТЕКА
ЖУРНАЛА
РАДИО

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ЗВУКОЗАПИСЬ

4

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
МОСКВА - 1959

БИБЛИОТЕЧКА ЖУРНАЛА «РАДИО»

В. М. ИВАНОВ

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ЗВУКОЗАПИСЬ

ВЫПУСК 4

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1959

Иванов Виктор Михайлович

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ЗВУКОЗАПИСЬ

Редактор *А. И. Григорьева*

Техн. ред. *Ф. Я. Файншмидт*

Худ. ред. *Б. А. Васильев*

Корректор *К. А. Мешкова*

Г-51238 Изд. № 2/1620

Подп. к набору 15/XII—58 г.

Подп. к печати 10/III—59 г. Бумага 84×108¹/₂, 1,0 физ. п. л.=1,640 усл. п. л.

Уч.-изд. л.=1,595. Тираж 100 000 экз.

Цена 50 коп.

Изд-во ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26

Набрано в тнп. Изд-ва ДОСААФ, г. Тушино. Зак. 198

Отпечатано в 1-й типографии

Военного издательства Министерства обороны Союза ССР

Москва, К-6, проезд Скворцова-Степанова, дом 3



Магнитофон, описание которого дается в брошюре, представляет собой полное оборудование небольшой аппаратной звукозаписи и потому удобен для использования в школах и в домах пионеров.

Кассеты магнитофона вмещают 500 м ферромагнитной ленты, что дает возможность производить непрерывную запись или воспроизведение в течение 40 мин. при скорости 190,5 мм/сек и в течение 80 мин. при скорости 95,3 мм/сек.

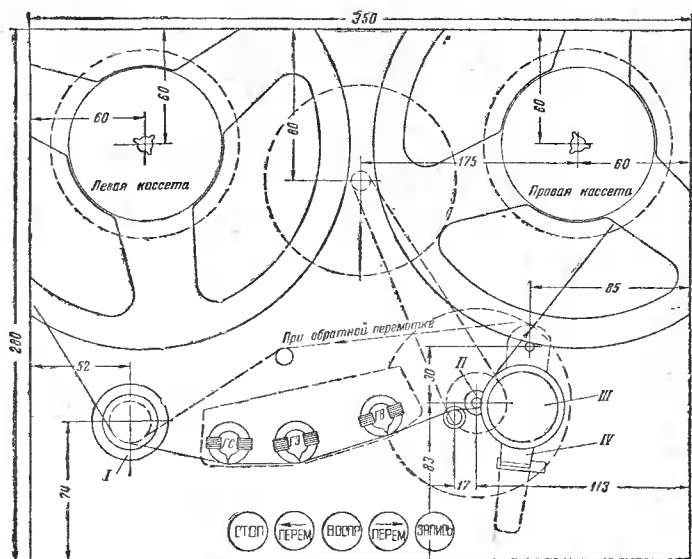


Рис. 1. Вид на лентопротяжный механизм сверху

Питание магнитофона осуществляется от сети переменного тока.

УСТРОЙСТВО ЛЕНТОПРОТЯЖНОГО МЕХАНИЗМА

Для осуществления записи или воспроизведения записанного кассету с рулоном ленты укладывают на диск левой (подающей) кассеты (рис. 1). Конец ленты пропускают вокруг направляющего ролика *I*, мимо магнитных головок, между ведущим роликом *II* и прижимным роликом *III* и закрепляют на бобышке приемной кассеты. При зарядке ленты необходимо проследить, чтобы она своей рабочей поверхностью была обращена к магнитным головкам. Положение ленты при перемотке показано на рис. 1 пунктиром. Левая и правая кассеты, а также ведущий ролик вращаются асинхронными двигателями типа ДАГ-1. Для магнитофона нужно три таких двигателя.

Управление механизмом осуществляется нажатием на одну из пяти кнопок переключателя.

Электрическая схема лентопротяжного механизма показана на рис. 2.

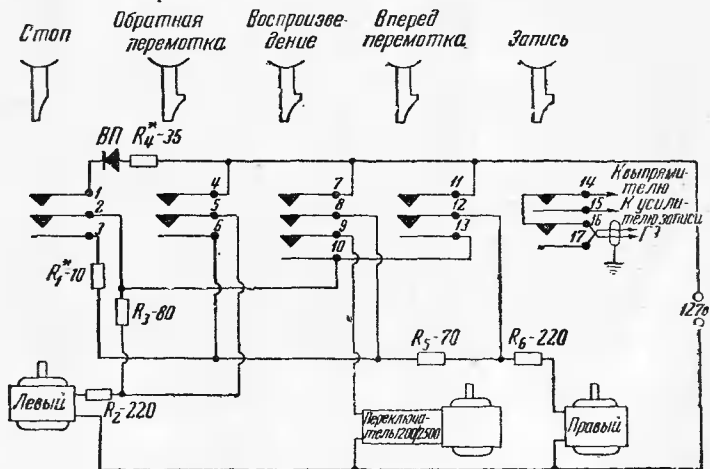


Рис. 2. Электрическая схема лентопротяжного механизма. Детали, отмеченные звездочкой, подбираются при налаживании магнитофона. ВП — выпрямитель полупроводниковый (5 штук ДГ-Ц24, включенных параллельно)

При нажатии кнопки «воспроизведение» питание из сети подается сначала на правый двигатель, затем на ведущий и левый двигатели. Такая последовательность обеспечивается соответствующим расположением контактов на переключателе. Это устраняет возможность образования петли между ведущим роликом и правой кассетой при включении магнитофона. Одновременно при нажатии кнопки «воспроизведение» прижимной ролик *III* силою пружины *V* (рис. 3) прижимается к ве-

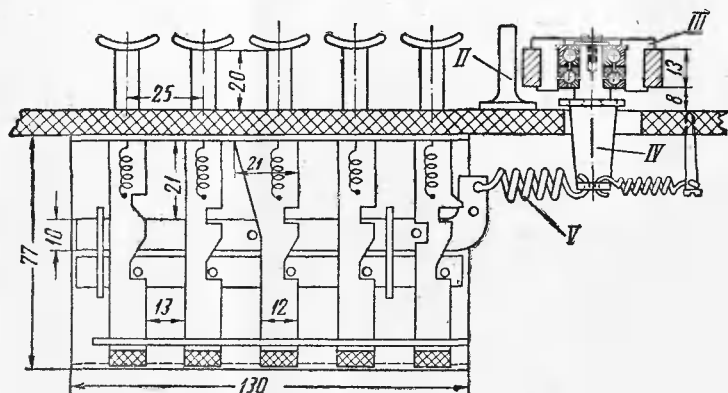


Рис. 3. Кнопочный переключатель

дущему ролику *II*, и ферромагнитная лента оказывается зажатой между ведущим роликом, находящимся на валу маховика (рис. 4) и резиновым кольцом прижимного ролика. Ведущий ролик, вращаясь, двигает ферромагнитную ленту слева направо. Значительная масса маховика обеспечивает постоянство ее скорости. Передача вращения от ведущего двигателя на маховик производится с помощью пассика *VI*. Пассик выполняется из тесьмы шириной 11 мм, сшивается концами наружу.

Для записи надо одновременно нажать две кнопки: «воспроизведение» и «запись», что предохраняет магнитофильм от порчи при случайном или ошибочном нажатии одной кнопки «запись».

Кнопка «воспроизведение» при ее нажатии обеспечивает включение лентопротяжного механизма и пере-

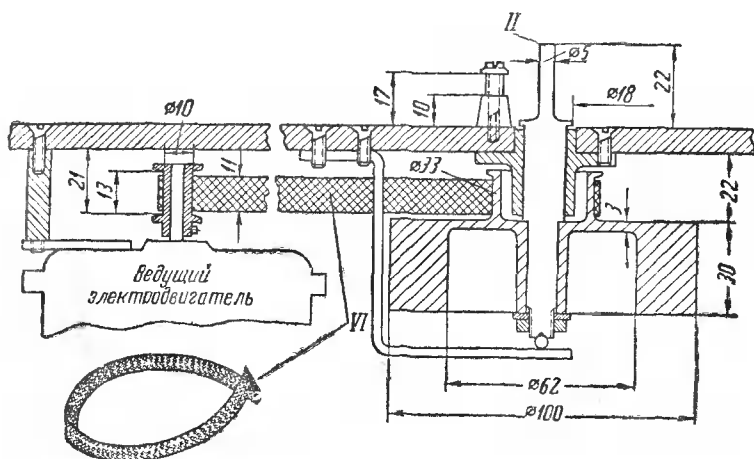


Рис. 4. Устройство тонвала

движение прижимного ролика, а кнопка «запись» — включение записывающей головки и анодного питания генератора.

При включении и выключении анодного питания наблюдается сильный выброс анодного тока лампы выходного каскада, что приводит к намагничиванию сердечника записывающей головки. Чтобы предохранить головку от намагничивания, включать и выключать питание надо только после отключения головки записи. Это достигается установлением между контактами 14 и 15 меньшего зазора, чем между контактами 16 и 17 (см. рис. 2).

Лентопротяжный механизм выключают, нажимая на одну-две секунды кнопку «стоп», до прекращения движения ленты. При нажатии этой кнопки освобождается любая ранее нажатая кнопка (или кнопки «запись» и «воспроизведение», нажатые вместе), выключается ведущий электродвигатель и подается постоянный ток к левому и правому электродвигателям.

После остановки ленты кнопка «стоп» отпускается, и она возвращается на свое место, не фиксируясь в нажатом положении.

Следует заметить, что при хранении магнитофона лентопротяжный механизм должен быть обязательно

установлен в положение «стоп». Нельзя оставлять магнитофон при нажатой кнопке «воспроизведение», так как в этом случае на резине прижимного ролика будут образовываться вмятины, ухудшающие качество звучания.

Для быстрой перемотки ленты на левую или правую кассету ленту пропускают по пути, указанному на рис. 1 пунктиром, и затем нажимают одну из двух кнопок «перемотка». Для перемотки на левую кассету нажимают кнопку со стрелкой влево, а при перемотке на правую кассету — со стрелкой вправо.

В соответствии с направлением движения ленты на электродвигатель, приводящий в движение принимающую кассету, подается его полное рабочее напряжение 60 в. На электродвигатель подающей кассеты поступает пониженное напряжение (около 30 в), обеспечивающее должное натяжение ленты при перемотке.

При воспроизведении и записи на ведущий двигатель поступает нормальное рабочее напряжение (127 в): на правый электродвигатель — около 40 в и на левый электродвигатель — примерно 30 в. Необходимые режимы питания электродвигателей устанавливают с помощью гасящих проволочных сопротивлений (остеклованных), входящих в электрическую схему лентопротяжного механизма.

Чтобы избежать замыкания контактов на корпус, на концы замков кнопочной системы следует надеть изолирующие насадки из органического стекла или текстолита.

Прижимной ролик *III* укреплен на рычаге *IV* (рис. 5), выполненном из мягкой листовой стали толщиной 2,5 мм. В средней части рычага укреплена (приклепана) ось прижимного ролика *IV-1*. В хвостовой части этого рычага, в отверстие диаметром 10 мм, запрессован валик *IV-2*, служащий осью для рычага *IV*. Подшипник *IV-3* укреплен на панели лентопротяжного механизма снизу, как это показано в правой части рис. 5.

Рычаг *IV* до сгиба *a* расположен над панелью лентопротяжного механизма. На участке сгиба через отверстие в панели рычаг *IV* пропускается вниз под панель, в сторону кнопочного устройства. Во время хранения магнитофона, а также при перемотке ленты малая пружина *VII* отводит прижимной ролик от ведущего (см. рис. 3).

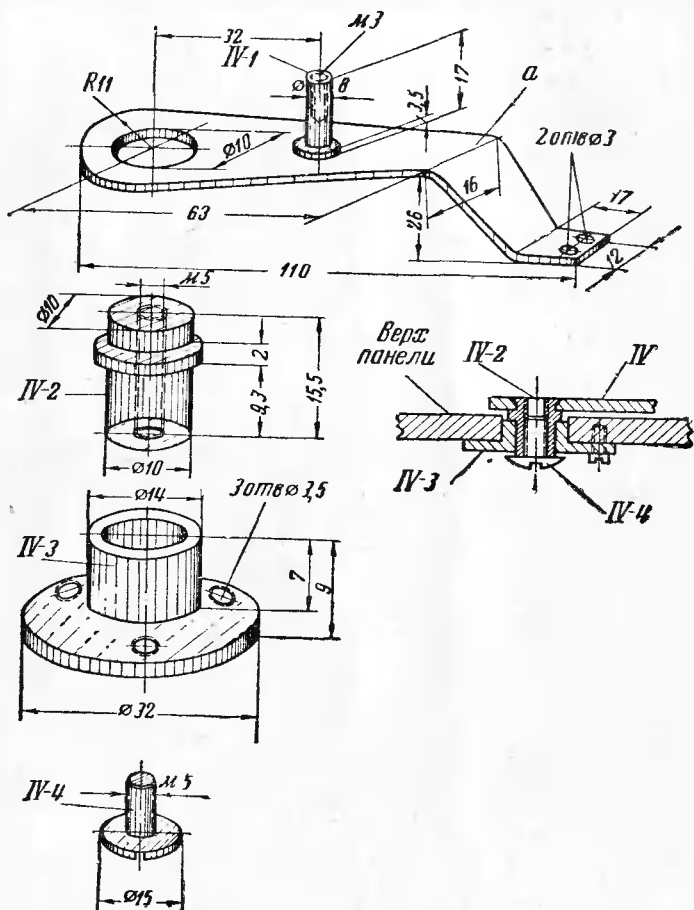


Рис. 5. Рычаг прижимного ролика

Чертежи деталей направляющего ролика *I* приведены на рис. 6. Основой ролика является шарикоподшипник с наружным диаметром 22 мм, высотой 7 мм и внутренним диаметром 8 мм. Это весьма ответственная деталь магнитофона, поэтому при выборе шарикоподшипника надо тщательно проверить его качество. Неравномерно вращающийся или «шумящий» подшипник брать не следует.

Плата механизма изготовлена из силумина толщиной 8 мм. Ее можно сделать и из гетинакса или текстолита или выполнить составной: нижнюю часть из ме-

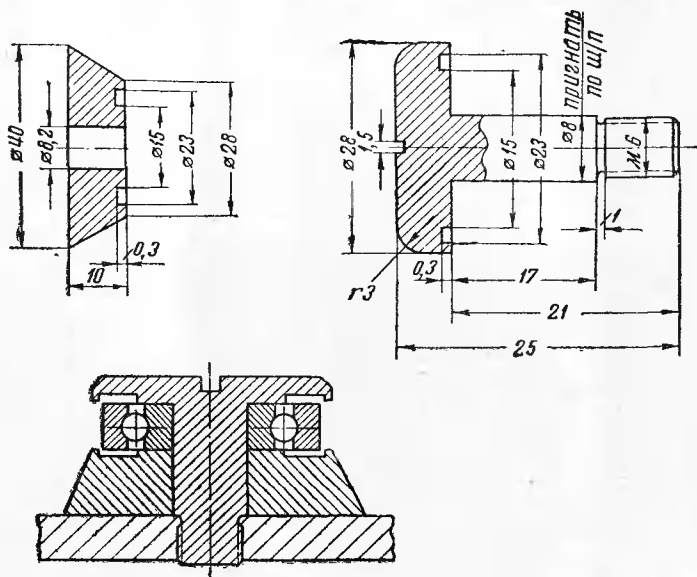


Рис. 6. Направляющий ролик

Переход с одной скорости движения ленты в магнитофоне (95,3 мм/сек) на другую (190,5 мм/сек) и обратно осуществляется изменением скорости вращения ротора ведущего электродвигателя. При движении ленты со скоростью 95,3 мм/сек число оборотов у электродвигателя устанавливается 1200 об/мин, а при 190,5 мм/сек — 2500 об/мин. Достигается это путем несложных переключений в схеме соединений обмотки электродвигателя. Схема соединений катушек для получения скорости

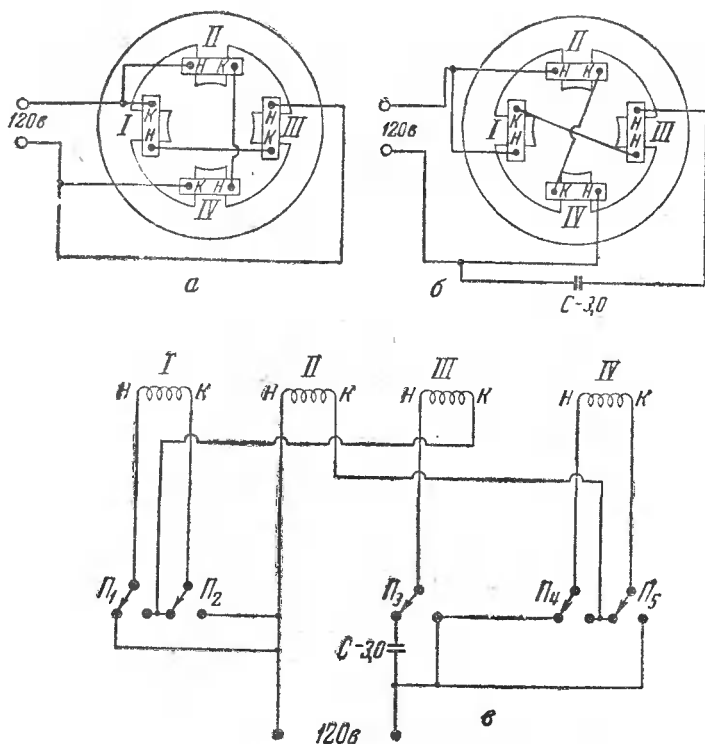


Рис. 7. Схема соединений катушек ведущего электродвигателя

1200 об/мин приведена на рис. 7,а, а для скорости 2500 об/мин — на рис. 7,б.

К этой работе следует отнестись особенно внимательно, поскольку неправильное присоединение начала (Н) и концов (К) обмоток недопустимо, так как приводит к резкому снижению полезной мощности и увеличению потребляемого тока.

Для ускорения процесса перехода с одной скорости на другую на ведущем электродвигателе магнитофона укреплено переключающее устройство, схема которого показана на рис. 7,в. На этой схеме переключатели Π_1 — Π_5 установлены в положение, соответствующее 2500 об/мин.

Катушки левого и правого электродвигателей магнитофона соединяют по схеме, показанной на рис. 8. У этих двигателей с помощью напильника срезают по одной медной щеке на роторе.

Во время сборки электродвигателей необходимо согласовать направление вращения с положением короткозамкнутых витков на полюсе. Ротор должен вращаться в сторону витка, т. е. от основной (не охваченной витком) части полюса к экранированной (на которой надет короткозамкнутый виток). Если это не выполнить, то двигатель будет работать с пониженной мощностью.

Собранный лентопротяжный механизм надо тщательно отрегулировать.

Сначала проверяют и регулируют правильность действия переключателя при нажатии различных кнопок. Вращение правой кассеты и ведущего ролика должно начинаться раньше, чем прижимной ролик прижмет пленку к ведущему ролику. При такой регулировке пленка во время рабочего хода не будет образовывать петлю, и нагрузка на ведущий электродвигатель будет увеличиваться постепенно.

Затем проверяют прохождение ленты по головкам: она должна по всей своей ширине плотно соприкасаться с сердечниками головок, а их рабочие щели — находиться примерно в середине углов огибания головок лентой. Окончательную регулировку положения головок производят во время налаживания магнитофона в работе.

УСИЛИТЕЛЬ ЗАПИСИ

В магнитофоне применены два усилителя. Один усилитель предназначен для записи и содержит в своем составе генератор тока стирания и подмагничивания, а

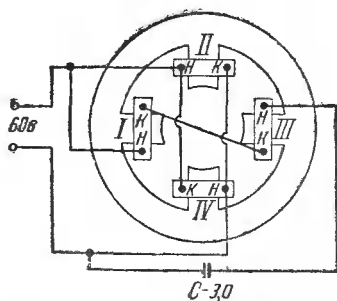


Рис. 8. Схема соединений катушек левого и правого электродвигателей

другой — для воспроизведения. Наличие двух усилителей позволяет контролировать получаемый результат в процессе записи. Это позволяет быстро отрегулировать подаваемый на головку записи необходимый уровень сигнала или величину тока подмагничивания.

Принципиальная схема усилителя записи приведена на рис. 9. Усилитель рассчитан на работу от динамического микрофона, звукоосциллятора и приемника. В соответствии с этим усилитель имеет три входа. При работе от приемника сигнал снимается с нагрузки детектора. Во время записи от микрофона в работе принимает участие дополнительный каскад усиления на лампе \mathcal{L}_1 — 6Ж4П.

Магнитофон позволяет производить запись речи на фоне музыки. Для регулировки необходимых уровней каждого из сигналов служат переменные сопротивления R_7 и R_8 . Уровень суммарного сигнала регулируется потенциометром R_{11} . Сопротивления R_9 и R_{10} служат для уменьшения влияния на выходной сигнал положения движков на потенциометрах R_7 и R_8 .

Второй и третий каскады усилителя охвачены частотнозависимой отрицательной обратной связью, идущей с анода лампы третьего каскада усилителя (левый триод \mathcal{L}_3) на катод второго. Глубина отрицательной обратной связи зависит от частоты звукового сигнала. Для этого в цепи обратной связи включен резонансный контур L_1C_{10} , который настраивается на частоту 7000 гц. На этой частоте коэффициент передачи фильтра наименьший, а усиление, даваемое каскадом, — наибольшее.

Переменное сопротивление R_{15} позволяет регулировать величину подъема усиления на высших частотах. Сопротивление R_{19} ограничивает глубину обратной связи во всем звуковом диапазоне.

Индуктивность L_1 представляет собой катушку, содержащую 7000 витков провода ПЭЛ 0,1. Наматывают катушку внавал, во всю ширину каркаса. Через каждые 1000 витков прокладывают один слой конденсаторной бумаги толщиной 0,05 мм. Обмотка расположена на каркасе диаметром 10 мм и длиной 30 мм. По краям каркаса укреплены две щечки диаметром 30 мм: одна толщиной 3 мм, другая — 10 мм. Катушка укреплена на шасси со стороны утолщенной щечки, что необходимо для

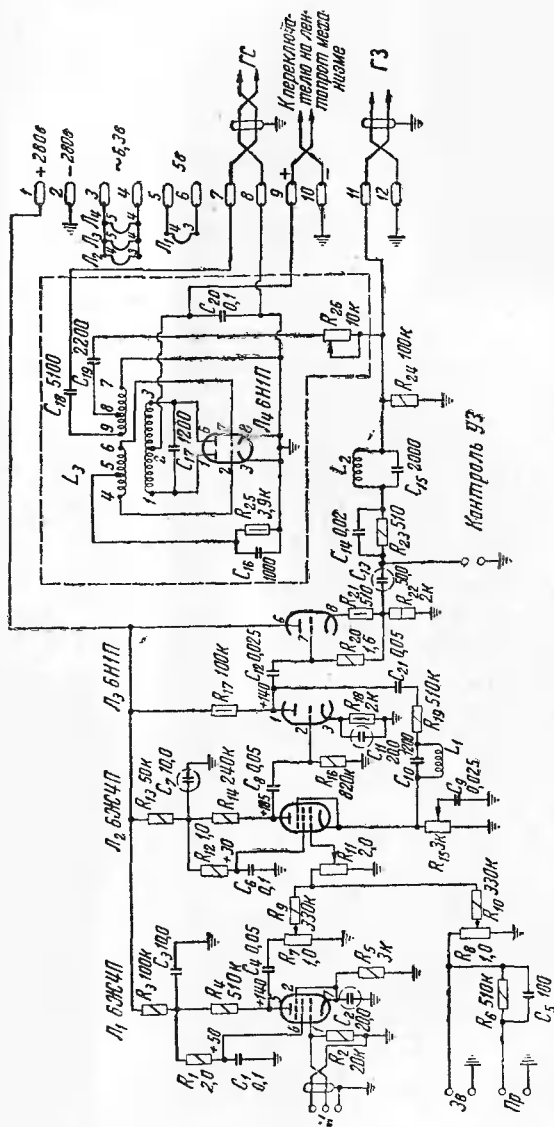


Рис. 9. Принципиальная схема усилителя записи

удаления обмотки от металла шасси. Материалом для каркаса может служить органическое стекло, сухое дерево и картон. Деревянный или картонный каркас нужно хорошо просушить, а затем пропитать 10% целлулоидным клеем. Такой клей можно приготовить из отработанной фотопленки, растворенной в ацетоне. Для этого во флакон с притертой пробкой наливают 90 см³ ацетона и насыпают в него 9 г мелко изрезанной фотопленки, предварительно очищенной от эмульсии. Смесь тщательно перемешивают до получения однородной массы, т. е. до полного растворения пленки в ацетоне. Приготовленным клеем каркас пропитывают дважды, накладывая тонкий слой. После второй пропитки каркас надо просушить в течение 1 часа при температуре 40—50°.

Катушку L_1 вставляют в металлический двухслойный экран диаметром 50 мм и высотой 40 мм (внутренние размеры). Внутренний слой выполнен из меди, наружный — из мягкой листовой стали толщиной 3—4 мм. Наружный экран до сборки следует хорошо отжечь в печи и затем медленно, в течение 4—5 часов, остудить.

Контур L_1C_{10} можно настроить с помощью звукового генератора. Соединив последовательно головные телефоны и контур, подключают крайние концы этой цепочки к выходу генератора. Меняя частоту генератора, по пропаданию или ослаблению звука в телефоне можно найти, на какую частоту настроен контур. Настройка на нужную частоту (7000 гц) производится подбором емкости конденсатора C_{10} . Изменение емкости конденсатора C_{21} дает эффект главным образом на низших частотах. С уменьшением его емкости усиление этих частот возрастает. Изменение емкости конденсатора C_9 сказывается на высших частотах. Чем больше емкость этого конденсатора, тем шире спектр частот, на которых ослабляется отрицательная обратная связь (при этом усиление возрастает).

Выходной каскад усилителя работает на правом (по схеме) триоде лампы L_3 (6Н1П). Нагрузка лампы расположена в катод (сопротивление R_{22}). Такая схема выходного каскада имеет большое входное и низкое выходное сопротивление в широком диапазоне частот.

Чтобы постоянная составляющая анодного тока лампы не проходила по обмотке головки записи, в цепь

этой головки включен конденсатор C_{13} емкостью 50 мкф, с рабочим напряжением 30—50 в. Уменьшать емкость этого конденсатора не следует, так как при этом возрастет сопротивление цепи для низших частот. На подбор конденсатора нужно обратить серьезное внимание. Конденсатор с утечкой непригоден, так как ток утечки намагнитит сердечник головки и запись будет происходить с большими искажениями.

Во вновь собранном усилителе вместо записывающей головки нужно подсоединить сопротивление 5—10 ом и подключить на некоторое время к усилителю питание. Это время можно использовать для проверки и налаживания усилителя: устранить возбуждение, если оно появилось из-за неудачного монтажа, проверить прохождение сигнала и режимы работы ламп, устранить фон. В этот период контролировать прохождение сигнала лучше всего на головные телефоны, подключенные к контактным лепесткам 11 и 12. При этом будет уверенность и в исправности остальных деталей, входящих в цепь записывающей головки ($R_{23}C_{14}$ и L_2C_{15}).

Поскольку нагрузка усилителя (магнитная головка), носит в основном индуктивный характер, то ее сопротивление в рабочем диапазоне не остается постоянным, а растет с частотой. Для некоторого выравнивания сопротивления нагрузки в рабочем диапазоне в цепь головки включается корректирующая ячейка $C_{14}R_{23}$. Сопротивление этой ячейки также меняется в зависимости от частоты, но оно растет с уменьшением частоты сигнала. Элементы ячейки выбраны таким образом, что на низшей частоте сопротивление ячейки примерно такое же, как у записывающей головки на высшей частоте. В результате нагрузка на усилитель уже не колеблется в столь больших пределах, как это имело бы место без корректирующей ячейки.

Фильтр L_2C_{15} , предохраняющий от замыкания тока подмагничивания через сопротивление нагрузки (R_{22}), в данной конструкции выполнен в виде катушки индуктивности, размещенной на таком же каркасе, как и катушка L_1 . Конденсатор C_{15} укреплен на этом же каркасе. Обмотка катушки L_2 состоит из 475 витков провода ПЭЛ 0,47—0,51.

Если при работающем генераторе включить в гнезда «контроль УЗ» вольтметр переменного тока, то подстройку фильтра легко произвести подбором емкости конденсатора C_{15} по минимуму показаний вольтметра. В начале подстройки напряжение на вольтметре может доходить до нескольких вольт. Добившись уменьшения показаний вольтметра до 10—20 мВ, эту работу можно считать законченной.

Чтобы электрический заряд не скапливался на конденсаторе C_{13} (при включении записывающей головки это вызывает щелчок), на выход усилителя включено сопротивление R_{24} .

Усилитель записи собран на шасси из алюминия или листовой стали толщиной 1,3 мм; размер шасси $250 \times 130 \times 60$ мм.

Для предотвращения микрофонного эффекта ламповую панельку первого каскада усилителя желательно амортизировать.

В задней части шасси помещается алюминиевая или медная коробка с внутренними размерами $85 \times 85 \times 60$ мм, в которой собран генератор тока стирания (и подмагничивания).

Обмотки катушки генератора L_3 размещаются на таком же каркасе, как и катушка коррекции L_1 . Диаметр каркаса 11 мм, расстояние между щечками 25 мм, диаметр щечек 32 мм. На каркасе наматывают сначала точную обмотку (выводы 4—6), содержащую 400 витков провода ПЭЛ 0,15 и имеющую отвод от средней точки. Наложив изоляцию (один слой лакоткани толщиной 0,1 мм), наматывают анодную обмотку (выводы 1—3), состоящую из 1200 витков провода ПЭЛ 0,12 с отводом от 600-го витка. После этого опять накладывают один слой лакоткани и наматывают выходную обмотку (выводы 7—9), состоящую из 450 витков (выводы 7—8) и 150 витков (выводы 8—9) провода ПЭЛ 0,2.

При эксплуатации магнитофона может потребоваться несколько изменить частоту генератора, поэтому в каркасе катушки L_3 следует заранее сделать отверстие с резьбой для цилиндрического карбонильного сердечника диаметром 8—9 мм.

Величина тока подмагничивания, поступающего от генератора в головку записи, регулируется переменным сопротивлением R_{26} .

На задней панели усилителя, с наружной ее стороны, расположена текстолитовая или гетинаксовая планка размером 125×25 мм, на которой укреплены 12 монтажных лепестков. При монтаже магнитофона к ним припаивают соединительные провода, которые свивают парно, как это показано на рис. 9. Провода, идущие к магнитным головкам, следует заключить в экранирующий чулок.

УСИЛИТЕЛЬ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Усилитель предназначен для усиления сигнала, поступающего от воспроизводящей головки, а также для корректирования его частотной характеристики. Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 10.

Во время налаживания и регулировки усилитель калибруют по усилению и затем по величине его выходного напряжения судят о степени модуляции ленты. Для этого к выходным контактам 5 и 6 (рис. 10) подключают вольтметр постоянного тока со шкалой на 3 в.

Необходимая частотная коррекция осуществляется в сеточной цепи лампы \mathcal{L}_1 и в анодной цепи второго каскада усилителя.

В сеточной цепи первой лампы для подъема высших частот используется явление резонанса, возникающее в контуре, образованном индуктивностью обмотки головки и конденсатором C_1 .

В анодную цепь лампы \mathcal{L}_2 включена частотно-зависимая нагрузка. На средней частоте (1000 гц) основной нагрузкой является сопротивление R_7 . Контур $L_1 C_8$, настроенный на частоту 7000 гц, представляет малое сопротивление для средней частоты, а сопротивление R_6 и конденсатор C_7 являются для средней и более высоких частот как бы цепью развязки.

С повышением частоты сопротивление контура $L_1 C_8$ увеличивается и достигает наибольшей величины на высшей рабочей частоте (7000 гц), что приводит к подъему частотной характеристики. При этом анодной нагрузкой служит суммарное сопротивление контура $L_1 C_8 R_7$. На низшей рабочей частоте (60 гц) влияние конденсатора C_7 оказывается ничтожным, и нагрузка лампы определяется в основном суммой сопротивлений R_6 и R_7 .

Конструкция катушки L_1 и ее данные такие же, как в усилителе записи, и порядок настройки резонансного контура тот же.

В выходном каскаде усилителя используется правый (по схеме) триод лампы L_3 (6Н1П). Развиваемое на выходе усилителя напряжение звуковой частоты 1,5 в

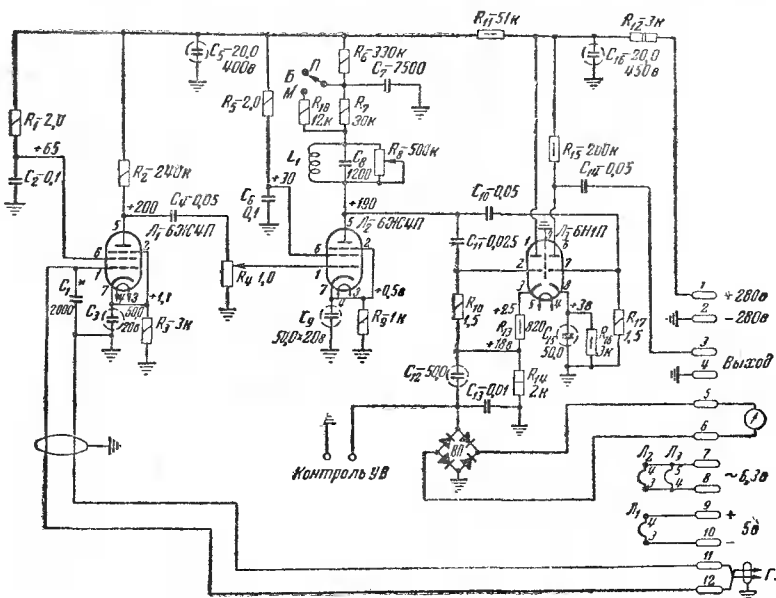


Рис. 10. Принципиальная схема усилителя воспроизведения

вполне достаточно для подачи на контрольный усилитель.

В качестве контрольного усилителя может быть использован двухкаскадный усилитель с выходной лампой 6П6С в однотактной схеме или двухкаскадный усилитель с лампами 6П6С — в двухтактной схеме.

Левый триод лампы L_3 работает в усилителе с катодным выходом и служит для подачи сигнала на контрольный вольтметр со шкалой на 3 в, подключаемый к контактам 5 и 6 (рис. 10). В выпрямителе ВП контрольного вольтметра могут быть использованы полупроводниковые диоды типа ДГ-Ц6.

Переменное сопротивление R_4 служит для калибровки усилителя по усилению. Для данной цели удобно использовать непроволочное переменное сопротивление типа СП-II, имеющее втулку для стопорения оси. Длина этой оси 13 мм, на ней имеется шлиц для вращения ее отверткой. Сопротивления такого же типа удобно применить в усилителе записи (R_{15} и R_{26}) и в усилителе воспроизведения (R_8). Сопротивлением R_8 устанавливают нужный подъем частотной характеристики на высшей рабочей частоте, а затем ось сопротивления закрепляют.

В зависимости от установленной скорости движения ленты переключатель P переводится в положение B (большая скорость) или M (малая скорость).

ВЫПРЯМИТЕЛЬ

Выпрямитель собран на шасси размерами $225 \times 140 \times 60$ мм. Силовой трансформатор заключен в экран из листовой стали толщиной 2,5 мм. После изготовления экрана его следует хорошо отжечь и дать медленно остыть. Готовый экран, а также шасси окрашивают нитроокраской. На передней панели выпрямителя располагают выключатель сети, предохранитель, сигнальную лампочку и проволочный потенциометр сопротивлением 100 ом для симметрирования обмотки накала ламп усилителей. Крайние концы потенциометра подключаются к обмотке накала, а средний — к заземленному шасси.

На задней панели укреплен гетинаксовая планка размерами $125 \times 25 \times 3$ мм, на которой укреплено двенадцать контактных лепестков. При сборке магнитофона к лепесткам припаивают концы соединительных проводов.

Схема выпрямителя обычная, двухполупериодная, с применением кенотрона 5Ц4С. Силовой трансформатор выполнен на сердечнике из Ш-образных пластин. Сечение среднего стержня 25×40 мм. Чтобы обмотки уместились в окне трансформатора, площадь окна должна быть $14,5 \text{ см}^2$. Первичная обмотка содержит 630 витков провода ПЭЛ 0,64. После сетевой обмотки во всю ширину каркаса укладывают слой провода ПЭЛ 0,51. Один конец его выводят наружу и присоединяют к шасси. Повышающая обмотка состоит из 2×1500 витков

провода ПЭЛ 0,16, обмотка накала ламп — из 34 витков провода ПЭЛ 0,9, обмотка накала кенотрона — из 27 витков такого же провода.

Фильтр выпрямителя двухячеечный. В первой ячейке использован дроссель. Снимаемое после дросселя напряжение подается на генератор. Во второй ячейке включено сопротивление 2000 *ом* мощностью 2 *вт*. В выпрямителе используются три электролитических конденсатора по 20 *мкф* с рабочим напряжением 450—500 *в*.

Дроссель фильтра собран на сердечнике сечением 6—8 *см*². Его обмотка содержит 5000 витков провода ПЭЛ 0,21—0,23. При сборке сердечника устанавливается зазор 0,2 *мм*. Чтобы обмотка уместилась в окне сердечника, площадь окна должна быть 8 *см*².

Нити накала ламп *Л*₁ усилителей соединяются последовательно и питаются выпрямленным током, получаемым от селенового выпрямителя. Обмотка силового трансформатора, питающая этот выпрямитель, содержит 106 витков провода ПЭЛ 0,51. Во время намотки делают отводы от 86-го и 96-го витков.

Для выпрямления используется мостик из четырех селеновых шайб диаметром 45 *мм*. В фильтре выпрямителя применен дроссель и два электролитических конденсатора емкостью по 200 *мкф* с рабочим напряжением 30 *в*. Дроссель собран на сердечнике сечением 8 *см*². При сборке сердечника оставляют зазор 0,2 *мм*.

Чтобы обмотка дросселя уместилась в окне сердечника, площадь окна должна быть не менее 7,8 *см*².

Выпрямитель, а также лентопротяжный механизм рассчитаны на питание от сети 127 *в*. Это напряжение желательно поддерживать с помощью отдельного автотрансформатора, имеющего вольтметр.

МАГНИТНЫЕ ГОЛОВКИ

В магнитофоне используются самодельные магнитные головки. Основная деталь магнитной головки — сердечник, состоящий из двух отдельных полуколец, разделенных двумя зазорами. Один из них, соприкасающийся во время записи или воспроизведения с магнитной лентой, называют передним, или рабочим, зазором, а другой — задним.

Для предохранения переднего зазора от забивания ферромагнитным порошком, что равносильно замыканию зазора, в него вставляется прокладка. В качестве прокладки используют диамагнитный материал, приближающийся по твердости к материалу, из которого изготовлен сердечник головки. Наиболее подходит для этих целей фосфористая или бериллиевая бронза. Подобная прокладка дает также возможность сохранить параллельность граней зазора, что имеет особенно большое значение для переднего зазора.

В целях уменьшения потерь на вихревые токи и гистерезис и получения лучшей частотной характеристики (на высоких частотах) обе половины сердечника изготовляются из отдельных тонких изолированных между собой пластин. Сердечник из целого куска металла был бы очень чувствителен к постоянным магнитным полям, легко намагничивался и сохранял бы полученную намагниченность, портя магнитофильм.

Головки работают в относительно слабых магнитных полях, поэтому тончайшая пленка окиси на поверхности пластин является достаточной изоляцией. В связи с этим какие-либо специальные прокладки между пластинами сердечника не требуются.

Сердечник для магнитной головки лучше всего выполнять из пермаллоя, применив в качестве материала пластины от входных трансформаторов микрофонных усилителей. За неимением пермаллоя, можно воспользоваться и трансформаторной сталью. Хотя головки с сердечниками из трансформаторной стали и будут уступать по качеству головкам, в которых применен пермаллой, однако результаты получаются все же удовлетворительными.

В собранном виде сердечник магнитной головки представляет собой кольцо с внутренним диаметром 11 мм и наружным — 18 мм, если он выполнен из пермаллоя, если же из трансформаторной стали, то внутренний диаметр 12 мм, наружный — 22 мм. Для сборки сердечника берется такое число пластин, чтобы толщина пакета составляла 7 мм. Внутренняя часть сердечника, около рабочего зазора, спиливается настолько, чтобы глубина рабочего зазора составила 0,8 мм. Таким образом, при сложении половин сердечника площадь соприкосновения в области рабочего зазора пред-

ставляет собой прямоугольник размером $0,8 \times 7$ мм. Вначале нужное количество листов материала для будущих пластин зажимается в тисках и при помощи напильников им придают очертания внутренних сторон сердечника. Далее с помощью 11-миллиметрового (по внутреннему диаметру сердечника) болта с гайкой сжимают заготовку и обрабатывают наружные поверхности сердечника. Чтобы во время работы не помять пластины, под шляпку болта с одной стороны и под гайку с другой стороны полезно подложить стальные шайбы диаметром 18 мм и толщиной 2 мм.

По окончании обработки гайку вспомогательного болта ослабляют, сердечник разбирают и каждую его пластину тщательно зачищают от заусениц.

Пермаллоевые пластины после обработки следует отжечь. Отжиг таких пластин производится обычно в безокислительной среде — в водороде или вакууме. При отсутствии этих условий, но при наличии электропечи можно осуществить отжиг, при котором качество отожженных пластин не ниже, чем при отжиге в водороде или вакууме.

Подобрав соответствующего размера стальную трубку, сплюсывают один из ее концов или заделывают как-либо иначе. На дно трубки засыпают слой асбестовой муки, наносят прослойку карбонильного железа в 40—50 г и затем засыпают следующий слой асбестовой муки толщиной около 10 мм. После этого плотно укладывают пластины, подлежащие отжигу. Между пластинами и стенками трубки засыпают асбестовую муку. Этот слой также должен быть около 10 мм. Сверху на пластины в той же последовательности насыпают асбестовую муку с прослойками карбонильного железа.

Заполненную таким образом трубку закрывают заворачивающейся крышкой, обмазывают огнеупорной глиной и помещают в нагревательную камеру электропечи. При загрузке температура в камере должна быть не выше 200°C. После загрузки температуру повышают до 1000°C и выдерживают ее в течение трех часов, после чего температуру постепенно снижают (по 50° в час). При температуре 600°C трубку вынимают из электропечи и погружают в ванну с холодной водой, где и выдерживают до полного охлаждения. Проникание влаги внутрь трубки ни в коем случае не допускается. Отож-

женные пластины вынимают после полного охлаждения трубки.

Подготовленные для сердечника пластины собирают в пакеты высотой 7 мм. Чтобы пластины не рассыпались, их скрепляют клеем БФ-4. Клей наносят кистью тонким слоем на одну сторону каждой пластины. Сложенные в пакет пластины сжимают в металлической струбцинке и вместе с ней нагревают до 55—60°C. Для получения хорошей склейки достаточен прогрев в течение 10—15 минут.

После склейки сердечник выдерживают до полного охлаждения и приступают к наиболее ответственной операции — шлифовке торцов соприкасающихся сторон пакета. Эту работу нужно выполнить особенно аккуратно и тщательно.

Для шлифовки необходимо иметь два бруска с ровной поверхностью и направляющую металлическую призму. Сначала шлифовка производится на более грубом, а затем на бруске с очень мелким зерном, подобно тому, который используется для правки бритв.

В процессе шлифовки время от времени обе половины сердечника складывают вместе и проверяют правильность рабочей поверхности и отсутствие перекосов. В результате шлифовки передний и задний торцы половин сердечника должны соприкасаться всей поверхностью.

Далее приступают к намотке катушек. Для предохранения замыкания обмотки на корпус каждую половину сердечника оклеивают слоем папиросной бумаги, используя для этих целей клей БФ-4.

Для уменьшения чувствительности к внешним магнитным полям обмотка головки размещается поровну на каждом из полуколец. Обмотки каждой половины сердечника должны иметь одинаковое число витков. Обе катушки, намотанные на половинах сердечника, включаются последовательно. При неправильном соединении катушек головка не будет работать.

После намотки катушки пропитывают бакелитовым лаком, а за неимением его — целлулоидным клеем. Покрытие катушек клеем производится дважды тонким слоем. После повторного покрытия просушка производится при температуре 40—50°C в течение 1 часа,

Воспроизводящая головка. Если сердечник выполнен из пермаллоя, то обмотка воспроизводящей головки содержит 3000 витков провода ПЭЛ 0,1. При наличии сердечника из трансформаторной стали обмотка состоит из 3200 витков провода ПЭЛ 0,12. Толщина прокладки в рабочем зазоре 0,008 мм. Задний зазор в сердечнике воспроизводящей головки нежелателен, так как понижает ее чувствительность. Задний зазор уничтожается сборкой половин сердечника встык.

Записывающая головка. Обмотка содержит 300 витков провода ПЭЛ 0,25, если сердечник из пермаллоя, или 400 витков провода ПЭЛ 0,27, если сердечник из трансформаторной стали. Толщина прокладки в рабочем зазоре 0,01—0,012 мм, в заднем зазоре — 0,1 мм. Индуктивность головки около 10 мГн; ток записи — 2 ма, подмагничивания — 12 ма.

Стирающая головка. Обмотка содержит 340 витков провода ПЭЛ 0,25 при пермалловом сердечнике и 450 витков ПЭЛ 0,27 — при сердечнике из трансформаторной стали. Толщина прокладки в рабочем зазоре 0,12 мм. Задний зазор в головке стирания не требуется. Ток стирания около 50 ма.

После выполнения обмотки части сердечника головки складывают, в зазоры вставляют соответствующие прокладки и головку скрепляют нитками. Для этого нужно обернуть головку ниткой (натягивая ее) около 20—30 раз. Концы нитки завязывают узлом. После этого нитки пропитывают бакелитовым лаком и просушивают.

Только что изготовленная головка неизбежно окажется намагниченной в результате обработки и прикосновения к ней различного металлообрабатывающего инструмента. Поэтому установленную на лентопротяжном механизме головку перед началом работы при помощи специального дросселя следует размагнитить. Одновременно следует размагнитить и все остальные детали, находящиеся на панели лентопротяжного механизма. Такое размагничивание следует производить регулярно, каждый раз перед пользованием магнитофоном. Эта необходимость вызывается тем, что головки и стальные детали лентопротяжного механизма постоянно намагничиваются от движения ферромагнитной ленты, а также от прикосновения намагниченными отвертками.

Размагничивание уменьшает шумы при записи и воспроизведении и сильно улучшает качество записи.

Размагничивающий дроссель представляет собой катушку, намотанную (для сети 120 в) проводом ПЭЛ 0,31 (до заполнения каркаса) на незамкнутом сердечнике из пластин Ш-19. Толщина набора 30 мм. Мощность, потребляемая дросселем из электросети, составляет около 45—50 вт.

Дроссель включается в электросеть на некотором расстоянии от размагничиваемых головок (или магнитофона), чтобы первый импульс тока не «замагнитил» головку еще больше. Затем дроссель медленно подносят к размагничиваемой детали почти до соприкосновения с ней и медленно описывают им несколько круговых движений, постепенно удаляя его от этой детали. Подносить и относить включенный дроссель всегда следует по возможности медленнее.

Магнитные головки (особенно воспроизводящая) очень чувствительны к внешним магнитным полям, создаваемым различными электроприборами и близко расположенным электродвигателем и силовым трансформатором. Для защиты от этих полей головки нужно экранировать. Экраны изготавливают из листовой стали толщиной 2—2,5 мм, хорошо отжигают в печи и затем медленно (в течение нескольких часов) охлаждают. Стирающая головка заключается в экран, изготовленный из красной меди или латуни.

При использовании заводских магнитных головок в качестве воспроизводящей применяется головка В-02. В ее рабочем зазоре нужно вставить новую прокладку толщиной 0,01 мм. Записывающая — 3-01, стирающая — С-04.

НАЛАЖИВАНИЕ И РЕГУЛИРОВКА

Построив все узлы магнитофона (лентопротяжный механизм, усилители, генератор), можно приступить к их наладке и регулировке. Сначала с помощью контрольно-измерительных приборов проверяют работу усилителей и генератора (каждого в отдельности) без лентопротяжного механизма и при необходимости вносят соответствующие коррективы. Для проверки на выход усилителей включают необходимые нагрузки, а на

вход подают звуковые сигналы соответствующего уровня и затем подключают питание.

В этот период убеждаются, что монтаж усилителей выполнен правильно, усилители работают и не самовозбуждаются (или устраняют самовозбуждение, если оно имеет место), а режимы работы ламп соответствуют указанным на схеме.

Затем проверяют частотную характеристику, уровень шумов, отсутствие искажений и, если необходимо, более точно подстраивают частоту резонансных контуров.

При наладке генератора проверяют частоту генерируемых колебаний и их форму (по осциллографу).

Только отладив каждый узел магнитофона в отдельности, делают необходимые соединения и дальнейшую регулировку производят в полностью собранном магнитофоне, проверив его тракт воспроизведения (и откалибровав его по усилению), затем записи и в заключение его работу в «сквозном канале».

Если налаживание и регулировку магнитофона выполнять тщательно, не торопясь, в указанной последовательности, то можно быть уверенным в хорошей его работе.

РЕГУЛИРОВКА УСИЛИТЕЛЯ ЗАПИСИ

Перед началом испытания нужно выключить лампу генератора (L_4), разорвав цепь питания ее нити накала.

С 1000-омного выхода звукового генератора через последовательно включенное сопротивление 1000 Ω на вход «ЗВ» усилителя подается сигнал частоты 1000 Гц . На выходных зажимах генератора в течение всего времени работы следует поддерживать неизменным уровень 0,1 В . К выходным контактным лепесткам 11 и 12 подключается записывающая головка и в разрыв провода, соединяющего головку с лепестком 12, включается вспомогательное неперемычное сопротивление 100 Ω . По падению напряжения на этом сопротивлении судят о токе, протекающем через головку. Перед началом измерений ручку переменного сопротивления R_8 устанавливают в положение максимального усиления, а ручки сопротивлений R_7 и R_{11} — в положение минимального усиления. Ручку переменного сопротивления

R_{26} устанавливают в положение, соответствующее минимальному току подмагничивания (нижнее на схеме положение ползунка).

Номинальный ток записи 2 ма , что соответствует напряжению на вспомогательном сопротивлении в цепи записывающей головки 200 мв . Для измерения напряжений в качестве вольтметра удобно пользоваться ламповым милливольтметром типа ЛВ-9.

Вращая ручку регулятора усиления (сопротивления R_{11}), убеждаются, что усилитель обладает запасом усиления и позволяет пропустить через головку ток вдвое больше номинального. При этом форма тока, если проверить ее по осциллографу, должна соответствовать форме входного сигнала, а не быть искажена. Если имеются искажения, то более тщательным подбором напряжений смещения добиваются хорошей формы кривой на выходе усилителя.

На время регулировки частотной характеристики с помощью регулятора усиления R_{11} следует установить ток записи, равный $0,2\text{ ма}$, что соответствует показанию милливольтметра 20 мв . В дальнейшем, изменяя частоту звукового генератора в пределах $60\text{—}7000\text{ гц}$, регистрируют изменения тока записи.

Настраивая в резонанс на частоту 7000 гц контур L_1C_{10} , добиваются получения

частотной характеристики, изображенной на рис. 11 (кривая I). Подъем кривой на крайней высшей частоте, показанный на рис. 11, устанавливается в конце регулировки частотой характеристики.

В процессе же регулировки нужно убедиться, что с помощью переменного сопротивления R_{15} можно увели-

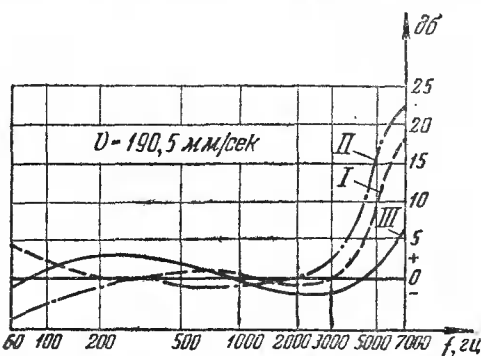


Рис. 11. Частотные характеристики: I — усилителя записи; II — усилителя воспроизведения; III — сквозного канала

чивать или уменьшать величину подъема на крайней высшей частоте (7000 гц).

Подъем нижних частот обеспечивается уменьшением емкости конденсатора C_{21} . Увеличение этой емкости понижает усиление нижних частот. К этому же приводит и уменьшение емкости C_{12} и C_{13} .

Добившись нужной формы частотной характеристики, следует убедиться, что подъем низших частот происходит не за счет наличия фона в усилителе. Для проверки этого устанавливают частоту звукового генератора 60 гц и замыкают перемычкой его выходные зажимы, а сам генератор отключают от электросети. Если перед этим через головку был установлен номинальный ток записи и милливольтметр показывал 200 мв , то после замыкания генератора показания прибора не должны превышать 2 мв .

По окончании регулировки усилителя отключают от входа звуковой генератор, а ручку регулятора R_{11} ставят в положение минимального усиления (это соответствует нижнему по схеме положению ползунка). Вспомогательное сопротивление 100 ом в цепи записывающей головки заменяют сопротивлением 20 ом , которое необходимо при налаживании генератора.

ПРОВЕРКА ГЕНЕРАТОРА

Восстанавливают цепь накала лампы L_4 , нарушенную перед началом испытаний усилителя записи. К контактными лепесткам 7 и 8 подключают стирающую головку и в разрыв провода, соединяющего головку с лепестком 8, включают временно вспомогательное непроволочное сопротивление в 20 ом . По падению напряжения на этом сопротивлении судят о величине тока стирания, протекающего через головку. Номинальный ток стирания равен 50 ма , что соответствует падению напряжения на сопротивлении в цепи головки 1 в . Возможно, что вначале показания вольтметра будут меньшими, тогда подбором емкости конденсатора C_{18} (а в случае необходимости и увеличением числа витков в обмотке 8—9 катушки генератора) добиваются увеличения стирающего тока. Наибольший ток будет при резонансе цепи головки стирания с частотой генератора.

Далее проверяют возможные значения тока подмаг-

ничивания. Номинальное его значение — 12 *ма*, что соответствует показанию милливольтметра — 240 *мв*. Вращением ручки регулятора подмагничивания R_{26} убеждаются в том, что можно получить ток подмагничивания вдвое больше при верхнем по схеме положении ползунка сопротивления R_{26} . При необходимости ток можно увеличить, подбирая емкость конденсатора C_{19} и увеличивая число витков в обмотке 7—8 катушки генератора.

По окончании этой работы следует проверить частоту генератора и правильность формы тока подмагничивания. Выполнить это можно с помощью осциллографа. Частота тока стирания и подмагничивания должна быть порядка 40 *кГц* $\pm 10\%$.

Когда генератор полностью отрегулирован, производят настройку контура L_2C_{15} на частоту тока подмагничивания. Для этого милливольтметр включают в гнезда «контроль УЗ» и подстройкой контура L_2C_{15} добиваются наименьших показаний.

НАЛАЖИВАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Для налаживания усилителя воспроизведения используются те же приборы, что и при налаживании усилителя записи.

К контактным лепесткам 3 и 4 (выход усилителя) подпаивают сопротивление нагрузки 500 *ком* и подключают милливольтметр ЛВ-9. Затем в разрыв провода, соединяющего воспроизводящую головку с контактным лепестком 11 (заземленным), включают вспомогательное сопротивление 2 *ом*. На это сопротивление подается сигнал частоты 1000 *Гц* с 50-омного выхода генератора через конденсатор емкостью 0,1 *мкф*.

На выходных зажимах звукового генератора следует поддерживать неизменным уровень 500 *мв*. Если теперь ручку переменного сопротивления R_4 (регулятор усиления) установить в положение, соответствующее максимальному усилению, то милливольтметр ЛВ-9 покажет максимальный выходной уровень усилителя (не менее 3,5 *в*).

Проверив выходной сигнал по осциллографу, убеждаются в том, что отсутствуют искажения. В противном

случае тщательно проверяют режимы ламп и подбирают более благоприятное напряжение смещения в каскаде, создающем искажения.

Затем, уменьшив с помощью регулятора R_4 выходной уровень до 1 в, замыкают накоротко выходные зажимы звукового генератора, а сам генератор отключают от электросети. При этом милливольтметр не должен показывать более 5 мв (-46 дб). Если прибор показывает большее напряжение, нужно выяснить, шумы ли это. При наличии шумов нужно улучшить экранировку соединяющих проводов на входе усилителя и самой воспроизводящей головки. При ясно выраженном фоне переменного тока следует попытаться найти лучшее положение ползунка потенциометра в цепи накала ламп, проверить работу фильтров выпрямителя анодного питания и выпрямителя, питающего нити накала ламп входных каскадов усилителей.

Устранив шумы, можно перейти к проверке и регулировке частотной характеристики. Для этого с помощью регулятора усиления R_4 устанавливают выходной уровень 50 мв.

Изменяя в дальнейшем частоту звукового генератора в пределах 60—7000 гц, регистрируют изменения выходного напряжения. На крайней высшей частоте (7000 гц) убеждаются в наличии необходимого подъема частотной характеристики (см. рис. 11) и возможности его изменения с помощью переменного сопротивления R_8 . Наибольший подъем соответствует нижнему на схеме положению ползунка. Полезно еще раз проверить, точно ли настроен резонансный контур на крайнюю рабочую частоту.

Может оказаться, что подъем частотной характеристики недостаточен. Тогда следует проверить, что с помощью конденсатора C_1 входная цепь настроена на частоту 7000 гц. Подключение конденсатора C_1 при частоте 1000 гц не сказывается на величине выходного уровня. На частоте 7000 гц подсоединение конденсатора C_1 вследствие резонанса увеличивает выходной уровень в 6—7 раз. Если этого не наблюдается, значит емкость конденсатора C_1 выбрана неудачно.

На этом регулировка отдельных узлов магнитофона заканчивается и можно приступить к регулировке магнитофона в работе.

РЕГУЛИРОВКА ТРАКТА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

У магнитофона, подготовленного для испытания тракта воспроизведения, все головки, их экраны и ролики, которых касается лента при своем движении, должны быть тщательно размагничены.

Прежде всего нужно откалибровать усилитель воспроизведения по усилению. Для этого лентопротяжный механизм заряжают имеющимся в обращении испытательным магнитофильмом с записью частоты 1000 *гц* со 100-процентной модуляцией звуконосителя. Если такого магнитофильма, записанного на скорости 190,5 *мм/сек*, под руками нет, можно воспользоваться записью частоты 2000 *гц* со 100-процентной модуляцией, выполненной на профессиональном аппарате (используемом в радиовещании) при скорости 381 *мм/сек*. При воспроизведении этой записи на нашем аппарате высота тона получится 1000 *гц*.

Регулятором усиления R_4 на выходе усилителя воспроизведения (контактные лепестки 3—4) устанавливается напряжение 1 *в*.

В этом положении ручка регулятора R_4 закрепляется.

Одновременно с помощью подбора сопротивления R_{18} на контрольном приборе магнитофона (подключенного к контактным лепесткам 5—6) добиваются отклонения стрелки до середины шкалы. Против этого положения стрелки на шкале делают надпись «100%». Значение сопротивления R_{18} на схеме не указано, так как оно целиком зависит от используемого прибора.

РЕГУЛИРОВКА МАГНИТОФОНА В «СКВОЗНОМ» КАНАЛЕ

На вход усилителя записи, так же как это делалось при налаживании только усилителя, подается сигнал от звукового генератора. Лентопротяжный механизм заряжают чистой лентой (т. е. без следов записи) и магнитофон включают на запись. Вначале записывают сигнал с частотой 1000 *гц*. Вращая ручку регулятора усиления R_{11} , следят за показаниями контрольного прибора магнитофона. Когда стрелка прибора достиг-

нет отметки 100%, регулятором R_{26} устанавливают оптимальное подмагничивание по максимуму отдачи. После подбора оптимального подмагничивания подбирают такое положение регулятора подмагничивания R_{26} , при котором отдача уменьшается в 1,4 раза, что соответствует примерно двойному току подмагничивания. Увеличение тока подмагничивания сверх оптимального снижает шум ленты и дает возможность использовать в магнитофоне ленты типов 1 и 2.

Затем записывают звуковой сигнал частотой 7000 *гц* и регулировочным винтом, изменяющим положение головки записи, добиваются параллельности щелей воспроизводящей и записывающей головок. Это положение определяется по наибольшей отдаче во время вращения регулировочного винта головки записи.

На этом все подготовительные работы по налаживанию магнитофона заканчиваются и остается проверка частотной характеристики и уровня шумов сквозного канала.

Для проверки сквозной частотной характеристики записывают ряд частот звукового диапазона в пределах 60—7000 *гц* и ручкой регулятора коррекции R_8 усилителя воспроизведения добиваются по возможности одинакового выходного уровня на всех частотах.

Уменьшение уровня шумов достигается хорошей экранировкой головок и проводов, соединяющих головки с усилителями. Значительному уменьшению шумов способствует размагничивание головок и стальных деталей лентопротяжного механизма с помощью размагничивающего дросселя.

50 коп.