

Стереофонические грампластинки будут выпущены в 1960 году

Дальнейшее развитие граммофонной записи идет в настоящее время по пути уплотнения записи в целях снижения стоимости минуты звучания пластинок и по пути улучшения качества звучания. Последним достижением техники звукопередачи являются стереофонические системы записи.

В соответствии с намеченным планом, Всесоюзная студия грамзаписи в 1960 г. должна провести производственные испытания, разработать технологию и сделать 100 стереофонических грамзаписей. Практические работы начнутся с середины текущего года.

В настоящее время совместно с Институтом звукозаписи разрабатываются нормы на стереофоническую грампластинку и на запись. Естественно, что этими нормами интересуются все предприятия, которые будут выпускать стереофонические электропроигрыватели. Сейчас уже имеется возможность опубликовать эти нормы. Они сводятся по основным показателям к следующему.

Скорости вращения, направление вращения, направление записи, диаметры пластинок, начало и конец записи, центровое отверстие, частотные характеристики записи для стереофонических грампластинок остаются теми же, что и для одноканальных.

Это дает возможность при соответствующем звукосни-
мателе пользоваться одним и тем же проигрывающим уст-

ройством при прослушивании обычных и стереофонических грампластинок в одноканальном и стереофоническом звучании.

Радиус закругления воспроизводящей иглы в стереофоническом звукосни-
мателе составляет 13—18 мк вместо 26 мк в иглах, применяемых в одноканальных звукосни-
мателях.

По технологии, принятой сейчас во всем мире, процесс записи разбивается на две части. Сначала запись производится на магнитную ленту, а затем магнитофильм переносится на тондиск. Первая часть процесса относится к технике магнитной записи и здесь не рассматривается.

Для переписи стереофонического магнитофильма на тондиск в настоящее время применяется оборудование с высокими качественными показателями. Основой станка для механической записи является рекордер — преобразователь электрических колебаний звуковой частоты в механические. Первые конструкции стереофонических рекордеров являются по существу комбинациями из двух одноканальных рекордеров, подвижные системы которых сочленены в точке крепления реза, суммирующего модуляцию обоих каналов. Такие рекордеры тяжелы, что затрудняет запись равномерной канавки и, кроме того, они не обеспечивают требуемого разделения каналов на высоких частотах.

В рекордере новой конструкции электрические сигналы от двух каналов воздействуют на одну и ту же колебательную систему. Это позволяет избежать сложных передач колебаний на резец. Рекордер имеет две электро-механические обратные связи. Катушки обратной связи расположены на вибраторе рядом с резцом, что позволяет контролировать и поддерживать колебания реза в соответствии с заданной частотной характеристикой и в заданных направлениях независимо от реакции массы звуко-носителя на резец, стремящейся отклонить его от заданного направления. Разделение каналов рекордера по всей полосе частот не хуже 40 дБ, частотный диапазон для каждого канала равен 15 000 гц, нелинейные искажения на максимальных колебательных скоростях менее 1%.

Чтобы длительность звучания стереофонической пластинки не уменьшалась по сравнению с одноканальной долгоиграющей, станок записи имеет автоматическое управление, регулирующее, в зависимости от величины модуляции, расстояние между канавками и их глубину. При этом ширина немодулированной канавки уменьшается с 60 до 40 мк, а глубина модуляции каждого канала снижается примерно на 3 дБ по сравнению с одноканальной.

Запись для стереопластинок будет производиться на лаковых дисках повышенного качества. Уровень шума на немых канавках, нарезанных на таких дисках сапфировым подогретым резцом, меньше уровня шума магнитофильма. Неравномерность вращения диска при записи не превышает 0,05% пиковых значений, что лучше показателей магнитофонных аппаратов. Записывающий станок дает возможность мгновенного сравнения звучания магнитофильма и записи с катушек обратной связи на рекордере.

На рис. 1 приводятся частотные характеристики записи (сплошная линия) и воспроизведения (пунктирная линия) для стереоканалов.

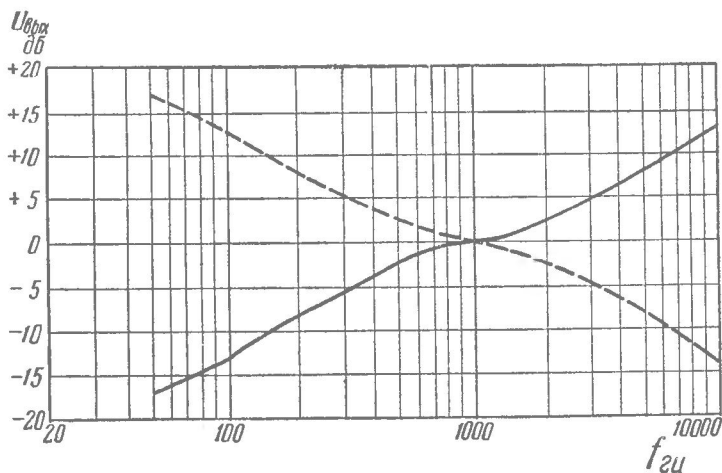
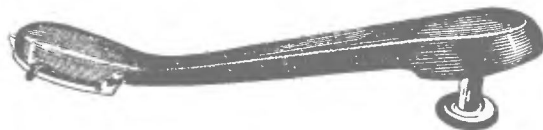


Рис. 1

А. Аршинов

СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ ЗВУКОСНИМАТЕЛЬ



В журнале «Радио» № 1 за 1960 г. помещено описание различных систем стереофонических звукозаписей. В настоящей статье предлагается практическая конструкция универсального пьезокерамического звукосни-мателя для воспроизведения как стереофонической записи по системе 45/45, так и монофонической грамзаписи лю-бого типа. Звукоосниматель имеет две обычные переключающиеся корундовые иглы, при воспроизведении стереофо-нической записи используется игла для микрозаписи.

Описываемый звукоосниматель вы-полняется на базе изображенного в за-ставке пьезокерамического звукосни-мателя типа ЗПК-56 от унифицирован-ного проигрывателя ЭПУ. Тонарм и две головки звукооснимателя (желатель-но одной партии изготовления) разби-раются, при этом особое внимание сле-дует обратить на извлечение пьезоэле-ментов, вклеенных в прорези поводков, так как при незначительном усилении, направленном перпендикулярно плос-кости пьезоэлемента, в нем могут об-разоваться трещины. Пьезоэлемент берется за края, осторожно поворачи-вается в прорези поводка и вынимает-ся. Применение с целью облегчения этой операции подогрева, растворителей или каких-либо инструментов недопустимо.

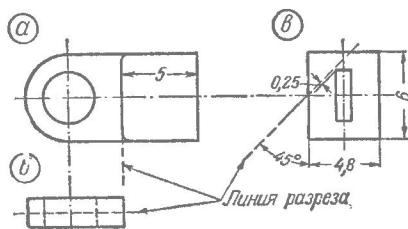


Рис. 1. Разрезание втулки

Затем от обеих втулок пьезоэлемен-тов лезвием безопасной бритвы отде-ляются хвостики (рис. 1, а), каждый из которых разрезается по толщине (рис. 1, б). Из полученных таким обра-зом четырех резиновых шайб исполь-зуются две наиболее тонкие. Далее у каждой втулки срезается один из углов (рис. 1, в), линии среза зачищаются шкуркой и склеиваются таким образом, чтобы отверстия для пьезоэлементов бы-ли расположены под углом 90°, а гладкие передние стенки находились на одной стороне. В большой жолоб изготовлен-ной двуслойной втулки вклеивается

А. Тихонов

один из срезанных уголков, для этой цели можно употреблять обычный рези-новый клей. После высыхания (через сутки) втулке придается форма и раз-меры, показанные на рис. 2. Во избежа-ние поломки пьезоэлементов в отвер-стия втулки первоначально вставляют-ся контрольные пластинки из металла

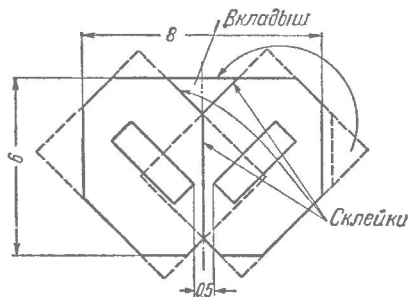


Рис. 2. Изготовление двуслойной втулки

или другого материала размером 17×3×0,9 мм, причем втулка должна уде-рживать их под углом 90° друг к другу с просветом по всей длине 0,5—0,6 мм.

Щечки одного из поводков осторож-но разводятся специально заточенной палочкой на угол несколько меньший 90°, как показано на рис. 3, а. Для раз-мягчения поводка последняя операция быстро производится в кипятке (при длительном нагреве поводок может оплавиться). После охлаждения щечки опиливаются и на них наклеиваются пьезоэлементы (рис. 3, б), между кото-

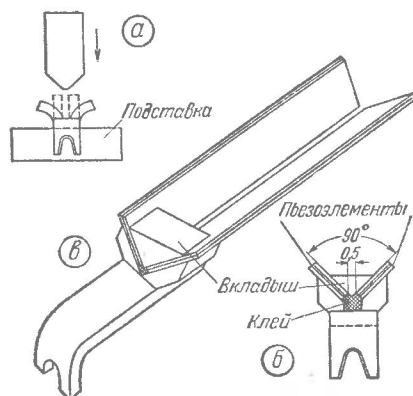


Рис. 3. Установка пьезоэлементов в по-водок

рыми для прочности помещается тре-угольный вкладыш, вырезанный из второго поводка. В качестве клея при-меняется полистирол (например, остат-ки второго поводка), растворенный в дихлорэтане (CH_2CHCl_2), пригодны также клеи типа БФ, АК-20 и т. п.; сушка производится при комнатной температуре, так как при нагреве свы-ше 50—60° пьезоэлементы теряют по-ляризацию. Общий вид поводка с пьезоэлементами изображен на рис. 3, в.

Оксидные демпферы пьезоэлемен-тов обрезаются как показано на рис. 4, причем прокладки в их пазах следует сохранить либо заменить при сборке го-ловки новыми.

В основании и крышке одного из корпусов головок звукооснимателей сим-метрично выфрезеровываются (рис. 5, а, 5, б и 5, в) фасонные выемки для втулки и демпферов. Втулка должна ус-танавливаться в корпусе плотно, слегка сжимаясь (на 0,1—0,2 мм), демпферы, наоборот, могут соприка-саться со стенками выемок только свои-ми верхними сторонами так, чтобы щечки их оставались свободными (рис. 5, в).

В крышке и основании корпуса для размещения поводка с пьезоэлементами делаются продольные лунки с таким расчетом, чтобы по бокам пьезоэлемен-тов оставались зазоры не менее 0,7 мм (рис. 5, а), а для размещения четырех контактных лепестков (рис. 6) — не-

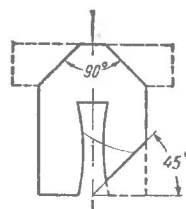


Рис. 4. Разрезание демпфера

большие серповидные вырезы (рис. 5, а). На лепестках делаются вырезы, счи-маются фаски и два из них укорачи-ваются (рис. 6). На трех выводных кон-тактах (рис. 7), также делаются серпо-видные срезы, причем один из кон-тактов распрямляется. Остальные детали головки остаются без изменений.

Сборка звукооснимателя производит-ся в следующем порядке. Свободные концы пьезоэлементов размещаются во втулке между контактными лепест-ками, причем кольца последних не

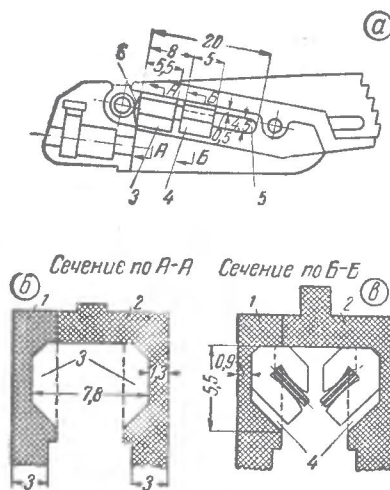


Рис. 5. Переделка корпуса головки звукоснимателя: 1 — крышка корпуса; 2 — основание корпуса; 3 — выемка под втулку пьезоэлементов; 4 — выемка под демпфер; 5 — лунка для пьезоэлемента и подводка; 6 — серповидный вырез.

должны доходить до тулки на 1—1,5 мм. Укороченные лепестки размещаются между длинными, выступающие концы которых загibaются снару́жу на тулку. Во избежание замыкания вырезы каждой пары лепестков располагаются навстречу друг другу. Кольца лепестков разворотом на 45° устанавливаются параллельно. После этого на пьезоэлементы надеваются скошенными щеками внутрь демпферы с прокладками из папиросной бумаги, и весь собранный узел аккуратно укладывается в соответствующие выемки корпуса. Одновременно между кольцами лепестков помещаются резиновые шайбы и выводные контакты, как показано на рис. 8,а. Следует иметь в виду, что одна пара лепестков переключается для правильной фазировки пьезоэлементов (рис. 9, а). Остальные детали голонки — иглодержатель с иглами и резиновым манжетом, рычаг переключения игл с пружинами и крышка корпуса устанавливаются в прежнем порядке. Собранная головка (вид сзади) показана на рис. 8,б.

Для включения головки в качестве третьей ламели используется латуинный экран тонарма; с этой целью в проклад-

ности всех громкоговорителей (см. журнал «Радио» № 2 за 1956 г.).

Налаживание звукоусилителя следует начинать с проверки фазирования и чувствительности его каналов. Для этого при воспроизведении обычной монофонической пластинки устанавливается одинаковое усиление обоих каналов, после чего входы усилителей соединяются параллельно. Если звучание остается неизменным или несколько улучшается, каналы сфазированы правильно и разница между ними по чувствительности не превышает допустимой. Значительное изменение громкости свидетельствует о неоднородности каналов, а ее резкое падение — о работе пьезоэлементов в противофазе. Это может случиться при использовании поляризованных в противоположных направлениях пьезоэлементов из головок разных выпусков. В этом случае нужно поменять местами кольца перекрещенных вначале лепестков (рис. 8,а), чтобы получить соединение по схеме на рис. 9, б.

Чувствительность звукоусилителя можно повысить, увеличивая сжатие пьезоэлементов втулкой. Сжатие регулируется прокладками по бокам втулки или наращиванием стенок корпуса клеем, однако повышать чувствительность чрезмерно не следует, так как это может привести к ухудшению частотной характеристики и некоторых других параметров звукоусилителя. Различие в чувствительности каналов на 2дБ практически неощутимо, а на 6 дБ уже заметно ослабляет стереофонический эффект.

Частотные характеристики и чувствительность каналов выравниваются устранением перекосов подвижной системы звукоснимателя, изменением сжатия пьезоэлементов и регулировкой демпферов, которые должны лежать в гнездах ровно. Не создавая в пьезоэлементах механических напряжений; щетки демпферов должны быть слегка прижаты к пьезоэлементам. И при значительной, не поддающейся регулировке неоднородности каналов необходима замена одного или обоих пьезоэлементов. Частотная характеристика звукоснимателя в области высших частот и величины нелинейных искажений зависят также от надежности механического контакта между иглодержателем и поводком, поэтому иглодержатель должен плотно прижиматься к вилке по-

(Окончание на стр. 59).

УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ МАГНИТОФОНА

Описываемый усилитель предназначен для работы в магнитофоне, при скорости движения ленты 95,3 или 190,5 мм/сек. Полоса воспроизводимых им частот 50—7 000 гц. Усилитель выполнен на четырех пальчиковых лампах, три из которых используются непосредственно в усилителе и генераторе ВЧ подмагничивающего истирания, а четвертая служит индикатором уровня сигнала при записи. Переключение усилителя с записи на воспроизведение осуществляется с помощью двух реле типа РСМ-2, причем обмотки реле питаются анодным током выходной лампы усилителя воспроизведения. Выходная мощность усилителя воспроизведения составляет 2 вт при напряжении, развиваемом универсальной головкой 0,8 мв на частоте 1 000 гц. Коэффициент нелинейных искажений не более 4%. Усилитель позволяет производить запись с микрофона, радиоприемника и трансляционной линии.

Первые три каскада усилителя (рис. 1) используются как при записи, так и при воспроизведении. Для уменьшения уровня фона катод лампы первого каскада усилителя заземлен, напряжение смещения на его сетке образуется за счет увеличения сопротивления утечки R_2 до 6,8 Мом. Для уменьшения вероятности самовозбуждения

В. Большой

за счет паразитной обратной связи через источник питания, в анодной цепи первого каскада усилителя стоит двухзвенный развязывающий фильтр C_2R_5 и C_5R_{11} . Регулировка уровня сигнала как при записи, так и при воспроизведении производится потенциометром R_6 . Для повышения качественных показателей усилителя во втором и третьем каскадах применена отрицательная обратная связь по току (блокировочные конденсаторы в цепях катодов ламп отсутствуют).

Коррекция частотных характеристик записи и воспроизведения осуществляется с помощью частотно-зависимой отрицательной обратной связи, напряжение которой в обоих случаях подается с анода лампы третьего каскада в цепь катода лампы второго каскада усилителя. При переходе с записи на воспроизведение элементы цепи частотно-зависимой отрицательной обратной связи переключаются контактами реле P_2 .

При записи обмотки реле P_1 и P_2 обесточены и их контакты находятся в положении, показанном на рис. 1. Универсальная головка ГУ через сопротивление R_{13} и контакты 1—2 реле P_2

подключается к выходу усилителя записи. При этом коррекция частотной характеристики усилителя записи осуществляется с помощью двойного Т-образного моста C_{12} , C_{13} , C_{14} , R_{20} , R_{21} , R_{22} , включенного последовательно с сопротивлением R_{19} . Баланс моста наступит на частоте f_0 , определяемой формулой

$$f_0 = \frac{160\,000}{RC},$$

где f_0 — гц; $C = C_{12} = C_{13} = \frac{C_{14}}{2}$, нф;

$$R = R_{20} = R_{21} = 2R_{22}, \text{ Мом.}$$

Если двойной Т-образный мост включить в цепь отрицательной обратной связи, на частоте f_0 обратная связь будет значительно меньше, а усиление больше, чем на других частотах. Величина подъема частотной характеристики регулируется при налаживании усилителя изменением величины сопротивления R_{19} , в усилителе мост настроен на частоту 7 кГц, на этой частоте подъем частотной характеристики составляет около 20 дб. Частотные характеристики усилителя записи для различных скоростей приведены на рис. 2.

Так как напряжение на выходе усилителя записи достигает 30—35 в, цепь сетки лампы L_2 при воспроизведении необходимо отключить от выхода усилителя записи. В противном случае

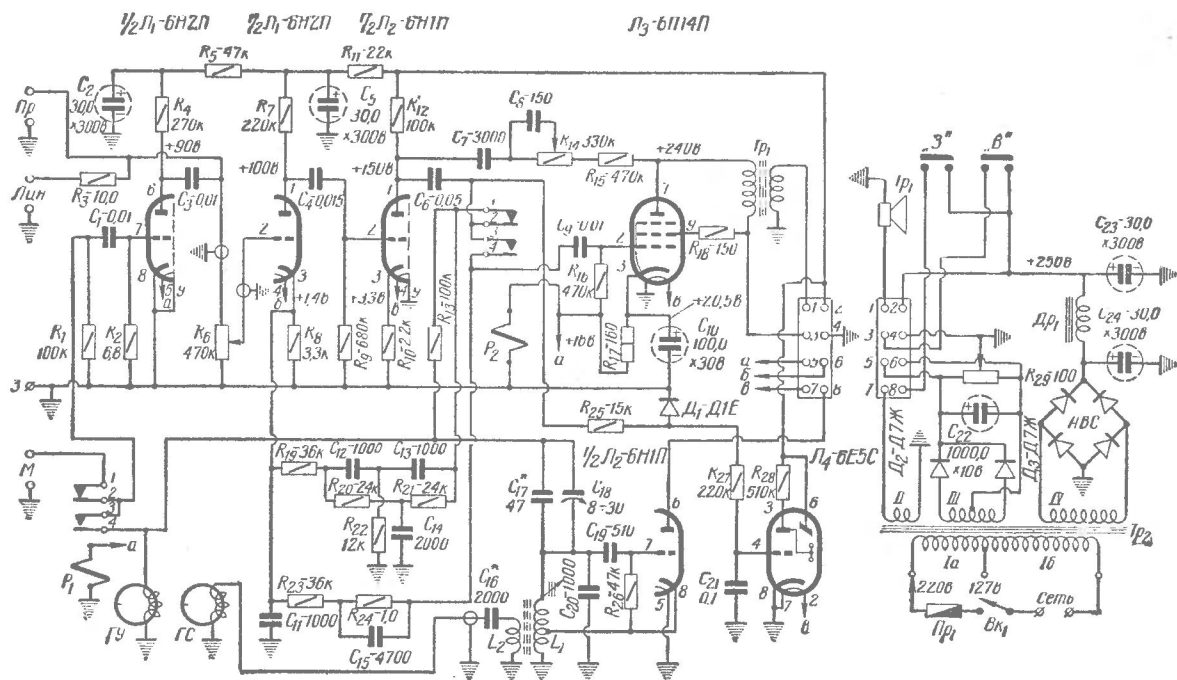
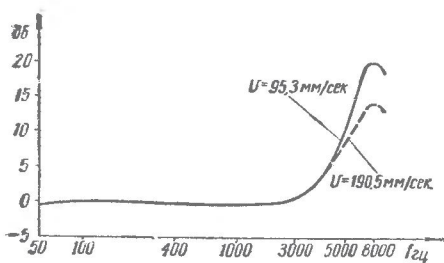


Рис. 1



происходит искажение положительной полуволны сигнала за счет действия диода, образованного промежутком сетка — катод выходной лампы.

Несмотря на то, что к контактам реле P_1 подводятся проводники со входа и с выхода усилителя записи, самовозбуждение усилителя исключено, так как он имеет нечетное число каскадов.

Ток записи определяется величиной сопротивления R_{13} и при напряжении на входе усилителя, равном 1 мв, составляет 0,11 ма.

Высокочастотный генератор выполнен на правым триоде лампы 6Н1П по схеме с автотрансформаторной обратной связью. Включение анодного питания генератора производится при нажатии на клавишу «запись». Высокочастотное напряжение на стирающую головку подается с обмотки L_2 . Цепь стирающей головки настраивается в резонанс на частоту 30 кГц подбором конденсатора C_{16} . Высокочастотное напряжение подмагничивания подается в цепь универсальной головки с контура L_1, C_{20} через конденсаторы C_{17}, C_{18} .

Для контроля уровня записи служит электронно-оптический индикатор типа 6Е1П или 6Е5С. При отсутствии сигнала на выходе усилителя записи отрицательное напряжение на сетке лампы индикатора равно нулю и затемненный сектор на экране индикатора имеет максимальный угол раствора. При наличии сигнала затемненный сектор тем уже, чем больше сигнал.

Переключение усилителя с записи на воспроизведение производится нажатием клавиши «воспроизведение» на панели управления магнитофоном. При этом анодное напряжение с высокочастотного генератора снимается. Одновременно на анод выходной лампы L_2 подается напряжение $250 \div 240$ в, катодный ток этой лампы протекать через обмотки реле P_1 и P_2 , и реле сбавтывают. Обмотки реле включены последовательно с сопротивлением R_{17} , которое определяет напряжение смещения на сетке выходной лампы. Сопротивление утечки сетки R_{16} нижним по схеме выводом подключено к точке соединения сопротивления R_{17} и обмоток реле и поэтому включение в цепь катода обмоток реле P_1 и P_2 не влияет на величину напряжения смещения.

При срабатывании реле универсальная головка через контакты 3—4 реле P_1 подключается ко входу четырехкаскадного усилителя воспроизведения. Одновременно контактами 1—2 реле P_1 микрофон отключается от входа усилителя. Управляющая сетка лампы J_3 контактами 3—4 реле P_2 подключается к аноду лампы J_{2a} третьего каскада усилителя; через эти же контакты включается цепь коррекции частотной характеристики усилителя воспроизведения. В эту цепь входят $R_{2a}, C_{11}, R_{2a}, C_{16}$, сопротивление ячейки R_{2a}, C_{15} уменьшается на высших частотах, что приводит к увеличению отрицательной обратной связи и уменьшению усиления при возрастании частоты, но с увеличением частоты растет влияние конденсатора C_{11} , уменьшающего величину отрицательной обратной связи в об-

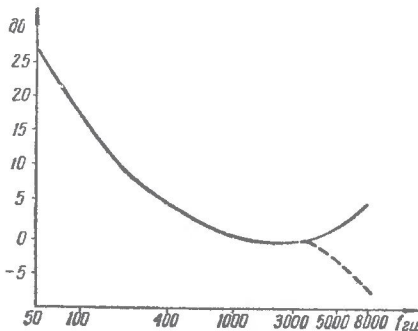


Рис. 3

ласти высших частот и способствующего увеличению усиления на этих частотах. Поэтому в результате совокупного действия корректирующих ячеек $R_{23}C_{11}$ и $R_{24}C_{15}$ создается подъем частотной характеристики усилителя в

области высших и низших частот. Контакты 1—2 реле P_2 при воспроизведении разомкнуты и двойной Т-мост исключен из схемы усилителя.

Выходной каскад усилителя воспроизведения выполнен на лампе 6П14П. Между анодами ламп $\mathcal{L}_{26}$ и $\mathcal{L}_3$ включена цепочка C_7 , C_8 , R_{14} , R_{15} , которая служит регулятором тембра вышних частот. В левом по схеме положении движка потенциометра R_{14} частотная характеристика усилителя определяется в основном частотной характеристикой предварительных каскадов и имеет вид, показанный на рис. 3 сплошной линией. По мере перемещения движка потенциометра R_{14} вправо, глубина отрицательной обратной связи на вышних частотах возрастает, а усиление усилителя — уменьшается. Частотная характеристика усилителя воспроизведения при крайнем правом положении движка потенциометра регулятора тембра показана на рис. 3 пунктиром.

Питание анодных цепей ламп усилителя производится от двухполупериодного выпрямителя, выполненного на пакетном селеновом выпрямителе типа АВС—80—260, который используется в фабричных приемниках типа «Байкал», «Октава», «Маяк». Для снижения уровня фона питание нити накала первой лампы производится постоянным током от выпрямителя, выполненного на диодах типа Д7Ж. Выпрямитель в цепи сетки индикаторной лампы выполнен на одном диоде типа Д1Е.

Усилитель и выпрямитель смонтированы на отдельных шасси. Чертеж шасси усилителя приведен на рис. 4. Размещение деталей на шасси показано на рис. 5 и 6.

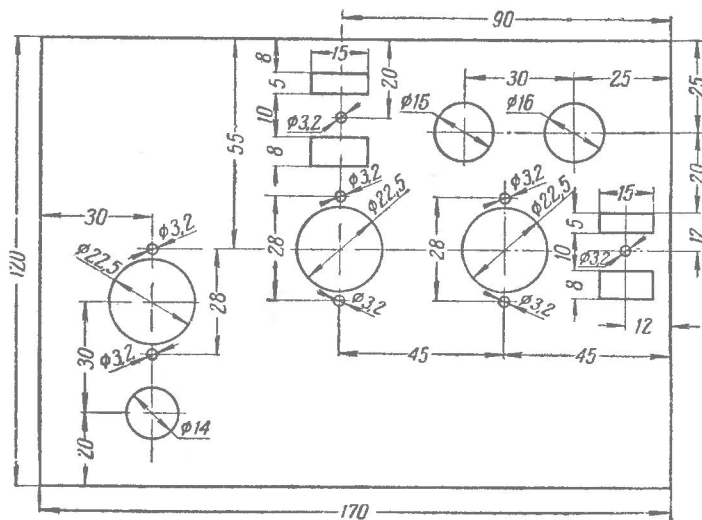


Рис. 4

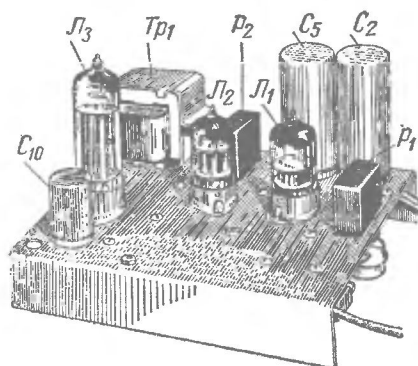


Рис. 5

В магнитофоне используются головки от магнитофона «Мелодия». Катушка высокочастотного генератора заключена в горшкообразный карбонильный сердечник СБ-4а. Ее обмотки имеют следующие данные: L_1 — 1 200 витков провода ПЭЛ 0,1 с отводом от 150 витка, считая от заземленного конца, катушка L_2 — 100 витков провода ПЭЛ 0,35. Реле P_1, P_2 малогабаритные типа РСМ-2 имеют по паре нормально замкнутых (то есть замкнутых при отсутствии тока в обмотке реле) и по паре нормально разомкнутых контактов. Вместо этих реле можно применить и другие с током срабатывания не более 20 мА (например, типа РС-6). Сердечник выходного трансформатора Ш16 × 16 собирается в стык с зазором 0,1 мм. Обмотка I имеет 2 800 витков

провода ПЭЛ 0,12, а обмотка II (расчитанная на подключение 2-х параллельно соединенных громкоговорителей типа ИД-9) — 60 витков провода ПЭЛ 0,55.

Силовой трансформатор выполнен на сердечнике Ш24 × 25. Сетевая обмотка I,а содержит 590, а обмотка I,б — 680 витков провода ПЭЛ 0,31; обмотка накала ламп (II) состоит из 38 витков провода ПЭЛ 1,0, а обмотка III — из 2 × 40 витков провода ПЭЛ 0,51; анодная обмотка IV имеет 1 400 витков провода ПЭЛ 0,25.

В качестве силового трансформатора можно применить силовой трансформатор от унифицированного радиоприемника II класса, например «Маяк» или «Харьков».

При налаживании усилителя необходимо прежде всего внимательно осмотреть все монтажные соединения и убедиться в их доброкачественности, а также соответствии с принципиальной схемой.

Затем (в режиме воспроизведения), установив ручку регулятора усиления R_6 в положение, соответствующее минимальному усилению, а ручку регулятора тембра R_{13} в положение, соответствующее наибольшему усилению высших частот, включить выпрямитель в электросеть. На один из входов усилителя подать звуковой сигнал (лучше всего от микрофона) и медленно поворачивая ручку регулятора усиления убедиться в прохождении сигнала (по звучанию громкоговорителя). Во время этой операции нужно снять анод-

ное напряжение с генератора (L_{26}) и нажатием якоря реле P_1 замкнуть контакты 1—2 и разомкнуть 3—4.

Прохождение сигнала подтверждает правильность выполненного монтажа.

После этого следует отключить источник сигнала (микрофон), ручку регулятора усиления R_6 вернуть в исходное положение и с помощью высокоомного вольтметра постоянного тока измерить величины напряжений в тех точках, где на схеме (рис. 1) обозначены их нормальные величины. Отрицательный зажим вольтметра должен быть при этом соединен с шасси усилителя. Когда напряжения электросети соответствует номиналу (127 в), то отклонения от указанных величин не должны превышать $\pm 20\%$. Если же отклонения превышают эту величину, значит или какое-то сопротивление отличается от указанного на схеме (рис. 1), или неисправна лампа.

Установив правильный режим работы ламп, необходимо добиться отсутствия фона и самовозбуждения в усилителе. Для этого при отсутствии сигнала на входе в режиме воспроизведения нужно плавно перевести ручку регулятора громкости в положение наибольшего усиления и одновременно следить за показаниями прибора на выходе усилителя (прибор подключен ко вторичной обмотке выходного трансформатора, а вместо громкоговорителя включено проволочное сопротивление 4 ом). Показания вольтметра не должны превышать 20 мВ. Большие показания вольтметра свидетельствуют о наличии большого фона или возбуждения усилителя, в этом можно убедиться, включив громкоговоритель.

После выполнения этих подготовительных работ можно приступить к снятию частотных характеристик усилителя в режиме воспроизведения, а затем записи.

Эту часть работы лучше всего выполнять в лаборатории радиоклуба с помощью контрольно-измерительной аппаратуры (генератора звуковой частоты, лампового вольтметра, измерителя искажений и др.) под наблюдением опытного радиолюбителя.

Для проверки частотных характеристик на выход усилителя следует включить необходимые нагрузки, и на вход подать звуковые сигналы соответствующего уровня. Частотные характеристики должны соответствовать изображенным на рис. 2 и 3, а нежелательные искажения отсутствовать.

При налаживании генератора следует проверить частоту генерируемых колебаний и их форму. Для этого напряжение высокой частоты с сопротивления 50 ом, включенного последовательно со стирающей головкой (в разрыв провода, соединяющего головку с шасси), подается на осциллограф.

Дальнейшую регулировку усилителя

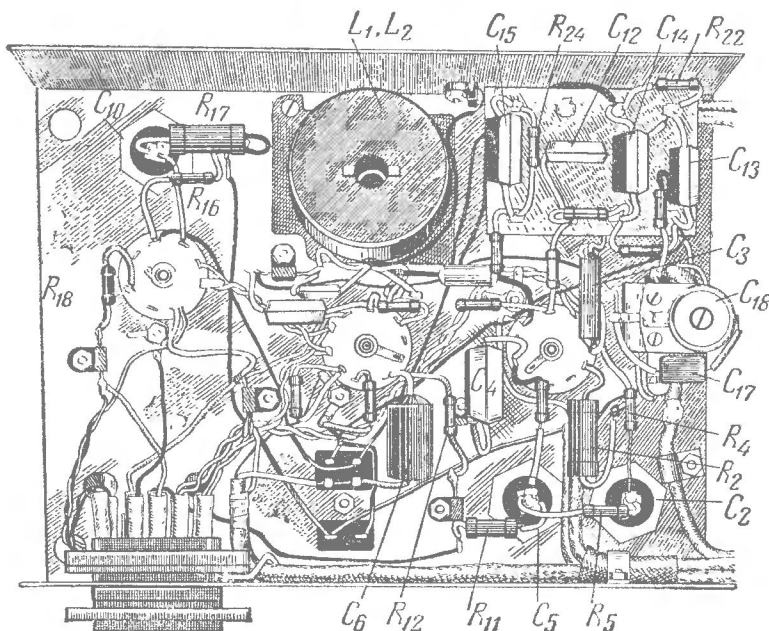


Рис. 6

нужно производить в полностью собранном магнитофоне, проверив тракт воспроизведения, записи и работу магнитофона в «сквозном канале».

Налаживание усилителя в домашних условиях без комплекта контрольно-измерительных приборов производится с помощью измерительной ленты типа РТ-19 и высокоомного вольтметра в полностью собранном магнитофоне (вместе с лентопротяжным механизмом).

В этом случае с помощью размагничивающего дросселя необходимо размагнитить магнитные головки, их экраны и все находящиеся на верхней панели магнитофона стальные детали, которых при своем движении касается лента, затем установить усилитель в режим воспроизведения и зарядить лентопротяжный механизм измерительной лентой — РТ-19 (см. «Радио» № 3 за 1959 г., стр. 61).

Прослушивая на громкоговоритель участок ленты с индексом «С», на котором записан ряд звуковых частот,

и наблюдая за показаниями вольтметра, подключенного параллельно звуковой катушке громкоговорителя, регулировкой корректирующих элементов канала воспроизведения усилителя следует добиться, чтобы выходное напряжение на всех частотах, находясь в полосе воспроизведения, оставалась неизменной. После этого частотная характеристика канала воспроизведения считается отрегулированной.

Затем измерительную ленту следует заменить чистой (то есть без следов прежних записей) и произвестись ряд пробных записей от радиоприемника или трансляционной линии, выбирая для этого музыкальные передачи.

Прослушивание произведенных записей позволяет выявить и устранить их недостатки. Усиление в области высших частот можно увеличить соответствующим подбором элементов коррекции канала записи.

При наличии контрольно-измерительных приборов частотная характеристика

ка сквозного канала проверяется по методу, приведенному в разделе «Отвечаем нашим читателям» этого номера журнала. Корректировку «сквозной» частотной характеристики и в этом случае нужно производить с помощью элементов коррекции в канале записи усилителя.

Перед началом регулировки частотной характеристики «сквозного канала» необходимо обязательно установить правильное значение тока подмагничивания. Для этого производят несколько контрольных записей сигнала частотой 400 гц с различным током подмагничивания (увеличения и уменьшения тока добиваются изменением емкости конденсатора C_{17}). Во время воспроизведения контрольных записей нужно следить по прибору за уровнем выходного напряжения усилителя. Запись, обеспечивающую наибольшее выходное напряжение, можно считать выполненной в режиме оптимального тока подмагничивания.

О РАБОТЕ С ИОНОФОНОМ

В последнее время в звуковоспроизводящих агрегатах все шире начинают применяться ионофоны.

Описание ионофона опубликовано в журнале «Радио» № 12 за 1959 г. Ионофон привлекает тем, что он воспроизводит высшие звуковые частоты с относительно хорошей отдачей. Высокочастотный коронный разряд в нем промодулирован звуковой частотой. В зависимости от величины напряжения меняется интенсивность разряда, а следовательно, меняются и температура, и концентрация ионов в зоне разряда. Это, в свою очередь, приводит к изменению толщины коронирующего слоя, что и является причиной возникновения звуковых колебаний, которые передаются окружающей среде.

При пользовании ионофоном следует соблюдать ряд предосторожностей, так как во время его работы образуются различные вредные соединения (окислы азота — токсичная доза свыше $5 \cdot 10^{-6}$ гр на литр воздуха, синильная кислота — токсичная доза свыше $5 \cdot 10^{-7}$ гр на литр воздуха) и при систематическом пользовании ионофоном отравления ими могут быть хроническими.

Рассмотрим вкратце причины возникновения вредных веществ в электрическом разряде.

Все многообразие химических реакций, наблюдающихся при работе ионофона, фактически сводится к двум простейшим явлениям, которые, в зависимости от конкретной реакции, комбинируются в различных вариантах. Первое — разрыв связи между атомами или молекулами, второе — возникновение этой связи. И в том и в другом случае необходимо каким-то образом подействовать на исходные молекулы (атомы). Чтобы между молекулами возникла связь, они, прежде всего, должны сблизиться, преодолевая отталкивание, происходящее на близких расстояниях. Это может произойти тогда, когда исходные молекулы обладают большой колебательной энергией. Ту же энергию они должны иметь и для разрыва связи.

Таким образом, исходным продуктам необходимо всегда сообщать энергию (в дальнейшем реакция может быть либо с выделением тепла — экзотермическая, либо с поглоще-

нием — эндотермическая). Не останавливаясь на механизме реакций (это достаточно сложный вопрос — интересующиеся могут ознакомиться со специальной литературой) укажем лишь на основные закономерности.

При электрическом разряде в газе энергия сообщается исходным продуктам либо за счет высокой температуры, либо электронным или ионным ударом. Последний возбуждает или ионизирует исходные молекулы. Практика показывает, что для достаточной скорости реакции при электронном или ионном ударе, энергия первичных ионов или электронов должна быть порядка десятков электронвольт.

Так как в ионофоне используется коронный разряд, то все условия для протекания химических реакций выполняются. Действительно, коронный разряд характерен наличием больших градиентов электрического поля, что является одним из необходимых условий существования электронов и ионов относительно больших энергий при атмосферном давлении.

В самом деле, при атмосферном давлении длина свободного пробега молекулы в воздухе порядка 10^{-5} см (это расстояние, которое проходит молекула между двумя последовательными столкновениями с другими молекулами). Чтобы ион на расстоянии свободного пробега мог приобрести нужную энергию, напряженность электрического поля должна быть большой. При столкновении частица теряет свою кинетическую энергию и затем вновь набирает ее при движении в электрическом поле. Что касается исходных продуктов для химических реакций, то их вполне достаточно в воздухе (азот, кислород, водород, углерод). Широко применяется метод получения окиси азота, а затем азотной кислоты из воздуха в вольтовой дуге.

Из сказанного следует, что применять ионофон можно лишь в больших помещениях при наличии хорошей вентиляции. Ни в коем случае нельзя надолго включать ионофон в небольших закрытых комнатах.

Б. Заливадный

ИСКУССТВЕННАЯ РЕВЕРБЕРАЦИЯ И РЕВЕРБЕРАТОРЫ

Любители магнитной записи могут с успехом использовать метод искусственной реверберации для улучшения качества звучания различных музыкальных записей.

Однако для того, чтобы эффективно применять этот метод на практике, полезно наряду с освоением аппаратуры искусственной реверберации знать физическую сущность самого процесса реверберации.

Если источник звука, находящийся в закрытом помещении, внезапно выключить, то звук не исчезает мгновенно, а постепенно замирает. Такое постепенное замирание звука в помещении — остаточное звучание или послезвучание называется реверберацией. Реверберация объясняется непрерывным отражением звуковых волн, от стен, пола, потолка и различных предметов, находящихся в помещении. При этом звуковая энергия частично поглощается отражающими поверхностями, а также воздушной средой, в которой распространяются звуковые волны. При отсутствии такого поглощения остаточное звучание продолжалось бы неопределенно долгое время. Процесс реверберации оценивается временем, в течение которого звуковая энергия убывает в 10^6 раз (на 60 дБ) с момента выключения источника звука.

Упрощенное представление о процессе отражения и поглощения звуковой энергии, излученной источником, находящимся в помещении в точке O , дает рис. 1. Если предположить, что отражение происходит только от стен и что при каждом отражении теряется 0,1 часть энергии E_0 , то необходимо около 130 отражений, чтобы звуковая энергия уменьшилась в 10^6 раз. В действительности этот процесс более сложен, так как источник звука излучает энергию под всевозможными углами, следовательно, и звуковые волны подходят к отражающим поверхностям также под различными углами. Если отражающие поверхности гладкие и жесткие, то поглощение

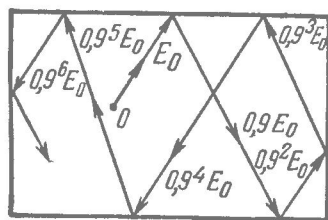


Рис. 1

Кандидат физико-математических наук

С. Креймер,
А. Дольник

ими звуковой энергии весьма незначительно. В этом случае помещение обладает большим временем реверберации. В помещении с шероховатыми поверхностями при наличии мягкой мебели, драпировок, ковров и т. п., наоборот, звук затухает очень быстро — время реверберации мало.

Явление реверберации похоже на эхо. Различие между ними обусловлено физиологическими особенностями слуха. Если время запаздывания отраженных сигналов превышает 60 мсек, мы воспринимаем их отдельно от основного, это характерно для явления эхо. При меньших промежутках времени отраженные и ослабленные сигналы воспринимаются слитно с основным, создавая эффект реверберации.

Время реверберации является одним из существенных факторов, опреде-

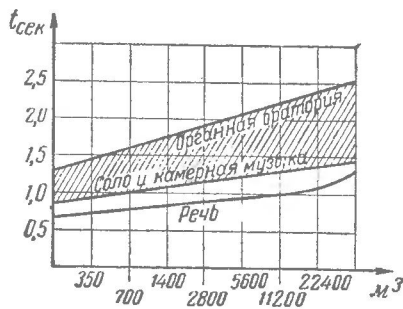


Рис. 2

ляющих акустические качества помещения.

Многokrato отраженные и запаздывающие звуковые колебания накладываются на основные, придавая звучанию привычную протяженность и определенную тоновую окраску. При слишком малом времени реверберации речь звучит глухо, а музыка лишается своей звучности и окраски, становится сухой, безжизненной; при очень большом — помещение становится слишком гулким: ухудшается разборчивость речи и качество звучания музыки.

Хорошее звучание можно получить в помещении со средним, оптимальным временем реверберации, которое зависит от объема помещения и от вида исполнения (речь, камерные или симфонические произведения и т. п.).

На рис. 2 изображены графики зависимости оптимального времени реверберации от объема помещения, которые показывают, что для музыкальных произведений оптимум реверберации лежит в пределах $0,8 \div 2,5$ сек., а для речи — $0,7 \div 1,3$ сек. Оптимальное время реверберации для речи меньше, чем для музыки, поэтому хороший концертный зал часто не удовлетворяет необходимым условиям для речевых выступлений.

Залы с хорошей акустикой имеют обычно некоторое компромиссное время реверберации. Так в Колонном зале Дома Союзов это время — 1,72 сек., в Большом театре — 1,55 сек.

Залы заседаний, театральные, концертные и т. п. обычно проектируют так, чтобы оптимальное время реверберации соответствовало их назначению. Изменять это время в процессе эксплуатации помещения довольно трудно. Исключение составляют радиостудии, где для этой цели применяется специальная обработка стен звукопоглощающими конструкциями и материалами.

В качестве примера можно привести студию В Дома радиовещания и звукозаписи в Москве (рис. 3). Расположенные вдоль стен колонны на половину обработаны звукопоглощающим материалом. Другая половина хорошо отражает и рассеивает звук. Колонны можно поворачивать вокруг оси. При этом изменяется общее звукопоглощение в студии, а следовательно, и время реверберации. Имеются и другие типы конструкций, однако все они очень дороги, громоздки и не эффективны. В последнее время все более широкое применение в радиовещании и звукозаписи находит метод искусственной реверберации. Он заключается в том, что любым способом создается ряд последовательных повторений основного звучания, ослабленных и задержанных по времени с таким расчетом, чтобы распределение звуковой энергии в пространстве, соответствовало реверберации в естественных условиях.

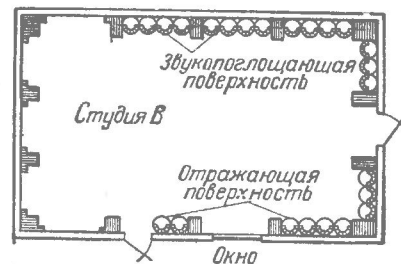


Рис. 3

Наиболее старой и простой системой искусственной реверберации является так называемый тракт «эхо» (рис. 4). Сигнал после микрофонного усилителя МУ ответвляется на усилитель УВ и громкоговоритель Гр₁, помещенный

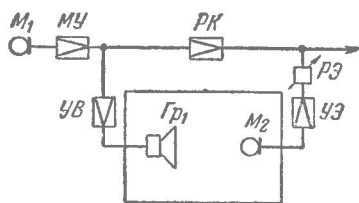


Рис. 4

в комнате — эхо с достаточно большим временем реверберации. Там же помещен микрофон М₂, который через усилитель УЭ и регулятор уровня РЭ дополняет основной сигнал его запаздывающими повторениями, возникающими в комнате — эхо. Для предотвращения обратной связи в основном канале имеется разделительный каскад РК, выполняемый, обычно, по схеме катодного повторителя.

Оперативно изменять время реверберации комнаты-эхо во время передачи невозможно, что является главным недостатком этой системы. Кроме того, по экономическим соображениям эти комнаты обычно делают небольших размеров, а реверберация малого помещения плохо имитирует тот же процесс в большом помещении.

Известна аналогичная система, в которой вместо комнаты-эхо используется длинная труба, вдоль оси которой расположены микрофоны. Такая система создает различные запаздывания основного сигнала и следовательно лучше имитирует реверберацию большого помещения. Однако, она громоздка (требуется труба длиной 300—600 м или несколько отрезков длиной по 30—40 м). Кроме того, нужна сложная и неудобная в эксплуатации дополнительная аппаратура (комбини-

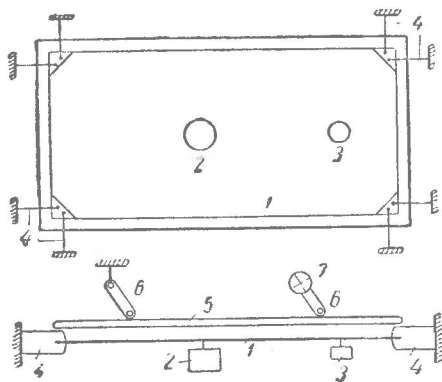


Рис. 5

рованные attenuаторы и многочисленные усильтели).

В последнее время начали применяться ревербераторы, получившие по своей конструкции название листовых (рис. 5). Такой ревербератор состоит из стального листа 1 размером 1×2 м толщиной 0,5 мм, подвешенного за углы к деревянной раме. По одну сторону листа (на расстоянии нескольких миллиметров) укреплен электродинамический возбуждатель 2 колебаний, по другую — размещен пластинчатый поглотитель 5. Он имеет специальный механизм 6, с ручным штурвалом 7; с его помощью можно изменять расстояние между поглотителем и листом в пределах от 4 до 120 мм, что приводит к изменению затухания колебаний листа, а тем самым и времени реверберации от 0,5 до 5 сек. Пьезоэлектрический датчик ускорения 3, с которого снимается сигнал искусственной реверберации, укреплен непосредственно на листе. Схема включения листового ревербератора в канал радиовещания или звукозаписи аналогична тракту «эхо» (рис. 4).

Работа листового ревербератора основывается на том, что прямые и отраженные от краев листа изгибные колебания, возникающие в листе под действием электродинамического возбуждателя, воспринимаются пьезоэлектрическим датчиком с различным временем запаздывания. Основным недостатком такого ревербератора заключается в слишком частой последовательности отражений, создающей эффект реверберации в малом помещении, что характерно и для тракта «эхо». Однако благодаря простоте и компактности, а также возможности оперативной регулировки времени реверберации в широких пределах и нечувствительности к внешним шумам, он, по видимому, найдет широкое применение в радиовещании и звукозаписи.

Кроме листового ревербератора имеется еще и магнитный. Его можно осуществить и в любительской практике. Этот ревербератор имеет бесконечную магнитную ленту (склеенную в виде кольца) и несколько воспроизводящих головок. Количество последних, их расположение и схема соединения во многом определяют качество работы ревербератора и его возможности. Понижение уровней запаздывающих сигналов осуществляется при помощи регуляторов уровня. Время запаздывания повторного сигнала τ зависит от скорости магнитной ленты v см/сек, расстояния между воспроизводящими головками l см и определяется по формуле $\tau = \frac{l}{v}$ (сек).

При стандартных скоростях 76,38, 19 см/сек расстояние между рабочими залогами головок должно быть соответственно не более 4,6; 2,3 и 1,15 см,

чтобы время запаздывания повторного сигнала не превышало критической величины — 60 мсек.

Существует несколько принципиальных схем соединения воспроизводящих головок в ревербераторах.

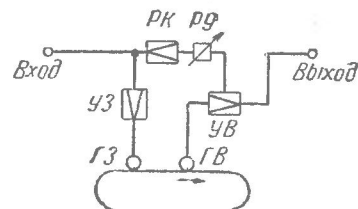


Рис. 6

Наиболее простая схема ревербератора с одной обратной связью имеет минимальное количество головок и может быть осуществлена в любом магнитофоне, имеющем отдельные головки и усилители записи и воспроизведения. Сигнал (рис. 6) с воспроизводящей головки ГВ поступает обратно в канал записи по цепи, содержащей разделительный каскад РК и регулятор уровня РУ. Последний обеспечивает нужное соотношение амплитуд запаздывающего и основного сигналов. Недостаток приведенной схемы состоит в том, что затруднена регулировка времени реверберации, которое из-за близкого расположения головок, сильно меняется при незначительном изменении коэффициента обратной связи. Кроме того, в этой системе возможно самовозбуждение; она хорошо работает только в случае, если частотная характеристика канала передачи имеет неравномерность меньше ±1 дБ. Можно осуществить схему с двумя, тремя и большим числом обратных связей разных по глубине и времени запаздывания. Для этого применяется соответствующее количество головок воспроизведения, связанных через свои усилители с головкой записи. Применение таких систем может обеспечить достижение весьма эффективной

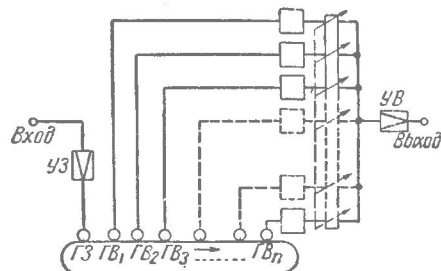


Рис. 7

Автоматический регулятор скорости

При высококачественном воспроизведении звука изменение скорости протяжки магнитных лент должно быть очень небольшим — в пределах $\pm 0,0005\%$. Для достижения такой высокой точности в США разработан сервомеханизм, принцип действия которого описан в одном из австрийских журналов.

При записи звука одновременно записывается на особый канал магнитной ленты сигнал в 60 гц. При воспроизведении этот сигнал сравнивается с оригинальным сигналом. Если обнаруживается разница в частоте, то скорость ленты автоматически увеличивается или уменьшается. При помощи этого устройства можно скомпенсировать даже очень незначительные изменения длины ленты, вызванные изменением температуры или влажности воздуха. Основным элементом устройства является полупроводниковый генератор на частоту 3,84 кгц. С помощью делителя частоты выделяется частота в 60 гц, которая и используется затем как сравнительный сигнал.

«das elektron», март, 1960 г.

Наша КОНСУЛЬТАЦИЯ

рактической характеристикой звукоснимателя. Обычно она измеряется с помощью специальных частотных пластинок, на которых

ся половине — секции вспомогательной (конденсаторной) обмотки.

Электродвигатель выпускается только для включения в сеть 127 в.

Электродвигатель типа ДАП-1 асинхронный, с короткозамкнутым ротором. Для пуска двигателя полюса статора разделены неглубоким пазом на две неравные части и меньшая часть

Таблица 1

Тип электродвигателя	Напряжение питания, в	Скорость вращения на холостом ходу, об/мин	Потребляемая мощность, вт	Мощность на валу, вт	Обмотка	
					число витков	диаметр провода, мм
ЭДГ-1	220	2800	13	2	Основная 2×1450 Вспомогательная 2×1300	0,1 0,1
АД-2	127	1500	36	5	Основная 12×155 Вспомогательная 12×275	0,25 0,19
ДАП-1	127/220	3000	20	1	1500+1500+550	0,18+0,18 +0,25

записан ряд звуковых частот с определенной колебательной скоростью.

Каковы данные электродвигателей, применяемых в радиолах и проигрывателях?

Основные данные наиболее распространенных граммофонных электродвигателей приведены в табл. 1.

Электродвигатель типа ЭДГ-1 — асинхронный, с короткозамкнутым ротором (в пазах ротора расположены медные или алюминиевые стержни, соединяющиеся с торцов короткозамыкающими кольцами).

Для пуска двигателя используется вспомогательная (пусковая) обмотка, расположенная на статоре так же, как и основная, но сдвинутая относительно ее на 90°. Последовательно с пусковой обмоткой с целью сдвига токов обмоток по фазе включен конденсатор типа КБМП емкостью 0,5 мкф с рабочим напряжением 600 в.

Электродвигатели ЭДГ-1 изготавливаются и регулируются вместе с приводной насадкой на оси ротора таким образом, что скорость вращения диска, диаметром 246 мм, сцепленного с утолщенной частью насадки, получается 78 об/мин.

Направление вращения ротора меняется путем изменения направления тока в одной из пар катушек.

Электродвигатель АД-2 — асинхронный, с короткозамкнутым ротором. Для пуска используется вспомогательная обмотка (ее называют также конденсаторной), в цепь которой включаются последовательно соединенные конденсатор емкостью 2,5 мкф и сопротивление 500 ом.

Статор электродвигателя имеет 24 паза. В половине из них расположены секции основной обмотки, а в оставшей-

охвачена замкнутым накоротко медным витком.

Катушка электродвигателя содержит три обмотки, провода которых уложены на каркас виток к витку во всю

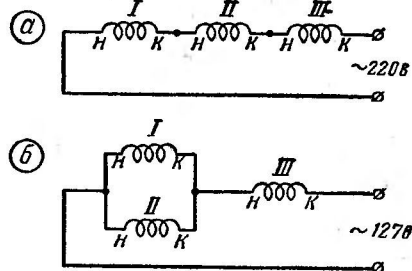


Рис. 1

ширину каркаса. При работе от сети 220 в все обмотки включаются последовательно (рис. 1, а). Для включения в сеть 127 в обмотка, содержащая 550 витков провода ПЭЛ 0,25, соединяется последовательно с соединенными параллельно обмотками с числом витков 1500 провода ПЭЛ 0,18 (рис. 1, б).

Что такое колебательная скорость иглы?

Извилинами звуковой канавки граммофонной пластинки игла звукоснимателя отклоняется то в одну, то в другую сторону от положения покоя. Расстояние между крайними положениями иглы называют амплитудой смещения. Чем она значительнее, тем больший путь пройдет конец иглы. Значение этого пути в единицу времени (1 сек) называют колебательной скоростью иглы. Ее измеряют в см/сек.

Колебательная скорость иглы непрерывно меняется. В положении максимального отклонения, где она меняет направление, скорость равна нулю, а при прохождении положения покоя ее скорость максимальна и носит название амплитуды скорости.

Что такое частотная характеристика звукоснимателя?

Записанные на пластинке звуковые колебания, частотный диапазон которых 30 — 15 000 гц, звукосниматель преобразует в колебания электрические. Об эффективности преобразования на различных частотах судят по чувствительности звукоснимателя, поскольку она не остается постоянной, в пределах этого диапазона, а изменяется при изменении частоты.

График, показывающий изменение чувствительности звукоснимателя в зависимости от частоты преобразуемого колебания, называют частотной ха-