

В. Б. ИВАНОВ

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ВИДЕОМАГНИТОФОН «МАЛАХИТ»¹

В практике использования телевизионных систем в промышленности, в науке, образовании, искусстве часто возникает необходимость консервации телевизионных сигналов для последующего многократного воспроизведения их в любое время. При этом важнейшие требования, предъявляемые к аппаратуре,— простота в эксплуатации, небольшие размеры и вес и, наконец, относительно невысокая стоимость.

Современное состояние техники магнитной записи открывает пути создания подобной аппаратуры. Задача разработки простого и относительно дешевого видеоманитфона наиболее успешно может быть решена при использовании принципа наклонно-строчной записи в варианте с одной видеоголовкой. Именно такой принцип положен в основу видеоманитфона «Малахит», первые промышленные образцы которого были созданы в 1967 г.

Основные параметры видеоманитфона

Очевидно, что высокие экономические и эксплуатационные характеристики аппарата могут быть достигнуты только при правильном выборе основных его параметров, прежде всего за счет разумного компромисса между качественными параметрами воспроизводимого изображения и основными характеристиками видеоманитфона, позволяющими применить в нем достаточно простые электрические схемы и конструкции.

Основными электрическими характеристиками, имеющими принципиальное значение

и фактически определяющими остальные параметры видеоманитфона, являются полоса воспроизводимых частот и отношение сигнал/шум в видеоканале. Как показала практика, во многих случаях оказываются вполне достаточными полоса частот 2,5—3,0 Мгц и отношение сигнал/шум 30—36 дб при условии хорошей передачи градаций яркости. Поэтому при разработке видеоманитфона «Малахит» указанные значения были приняты за исходные данные.

Главным параметром собственно видеоманитфона, определяющим возможности процесса записи — воспроизведения, является скорость v , которая в свою очередь зависит от минимальной длины волны $\lambda_{\min}$ и высшей частоты записи f_v , а именно

$$v = \lambda_{\min} f_v.$$

При ширине магнитной видеодорожки 0,15—0,20 мм и использовании серийно выпускаемых магнитных лент среднего качества современными видеоголовками достаточно уверенно может быть осуществлена качественная запись сигналов с минимальной длиной волны порядка 5 мк. Здесь указана наименьшая ширина видеодорожки, при которой небольшой сход с нее головки в режиме воспроизведения не приведет к ощутимой потере сигнала, особенно при остановленной ленте, когда нужно просматривать отдельные кадры в статике и когда головка не может идти точно по дорожке из-за различия относительных скоростей при неподвижной и движущейся ленте.

Высшая частота записи, определяемая системой преобразования видеосигнала в ЧМ сигнал, для рабочей полосы 2,5—

¹ Доложено на Всесоюзной конференции по телевидению (Москва, декабрь 1968 г.).

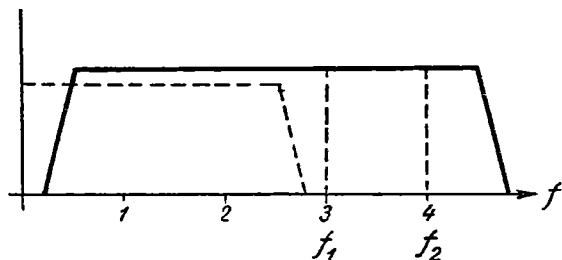


Рис. 1. Диаграмма частот и спектр ЧМ сигнала:

f_1 — значение несущей частоты, соответствующее уровню вершин синхронимпульсов, f_2 — значение несущей частоты, соответствующее уровню белого

3,0 Мгц составляет 4,5 Мгц. На рис. 1 показана диаграмма частот, принятая в данном аппарате.

Скорость записи, согласно вышеприведенной формуле, составит 22,5 м/сек.

На рис. 2 показана магнитограмма записи, получаемая в видеоманитофоне «Малахит», и указаны ее основные геометрические размеры.

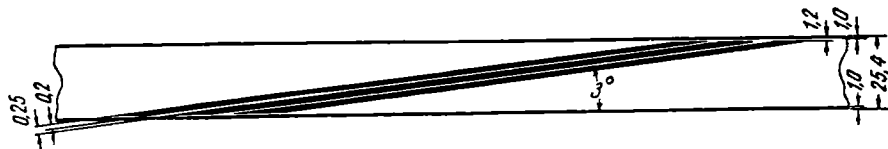


Рис. 2. Расположение магнитных дорожек на ленте и их геометрические размеры

Пользуясь формулами [см. литературу], нетрудно определить и такие основные параметры, как скорость движения ленты и диаметр направляющего барабана.

Скорость ленты

$$v_{\text{л}} = v \frac{z}{b - h_3 - h_y},$$

где: z — расстояние между осями видеодорожек; b — ширина ленты; h_3 — ширина звуковой дорожки; h_y — ширина управляющей дорожки.

Диаметр направляющего барабана

$$D = \frac{v T_{\text{пк}}}{\pi} \sqrt{1 + \frac{v_{\text{л}}^2}{v^2} - 2 \frac{v_{\text{л}}}{v}},$$

где: $T_{\text{пк}}$ — длительность одного полукадра.

Подставив все известные величины в эти формулы, получим $v_{\text{л}} = 0,245$ м/сек; $D = 0,141$ м.

Электрическая схема

В состав электрической схемы аппарата (рис. 3) входят все элементы, обеспечивающие работу в режимах, характерных для видеоманитофона общего применения, именно в режимах записи видеосигнала и

звука, а также многократного воспроизведения и стирания.

В тракт записи видеосигнала входит видеоусилитель 7 с управляемой схемой фиксации уровня, сигнал с которого поступает на модулятор генератора несущей, работающего в режиме ЧМ. Величина несущей частоты, соответствующей уровню синхронимпульсов, выбрана равной 44 Мгц. Такая относительно высокая частота использована с целью облегчения условий модуляции за счет достаточно большой разности между несущей и высшей частотой модуляции.

Для необходимого транспонирования спектра частот вниз используется преобразователь частоты 5, работающий по методу гетеродинирования, который обеспечивает получение спектра, пригодного для непосредственной записи на магнитную ленту.

Сигнал после преобразования усиливается усилителями 4 и 3 и через вращающийся ферритовый трансформатор 2 поступает на

видеоголовку 1, осуществляющую запись ЧМ сигнала на ленте. Усилитель записи 3, работающий на двух транзисторах П609А, согласован по току с видеоголовкой таким образом, что на частотах от 0,5 до 4,5 Мгц в обмотке головки протекает ток, величина которого является оптимальной для каждой частоты. При этом за оптимальный принят такой ток, при котором в режиме воспроизведения достигается наибольшая мощность полезного сигнала на входе усилителя воспроизведения.

На частоте 3 Мгц ток записи равен 20 ма. Для того чтобы было возможно воспроизведение записи, необходимо обеспечить условия точного движения видеоголовки в режиме воспроизведения по магнитному следу записи. Эти условия создаются системой автоматического управления приводом видеоголовки, которая работает следующим образом.

При записи из полного видеосигнала амплитудным селектором 17 выделяются синхронизирующие импульсы, из которых в свою очередь путем селекции по частоте при помощи ждущего мультивибратора 16 выделяются импульсы синхронизации по-

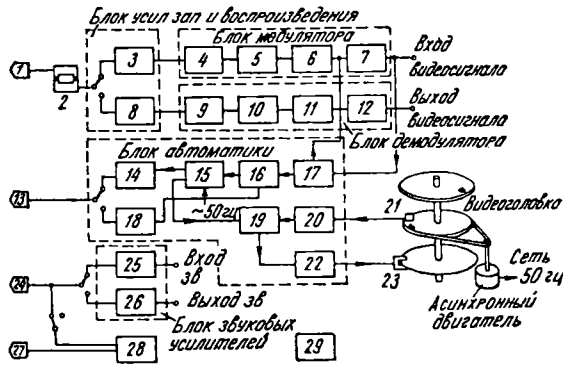


Рис. 3. Функциональная схема видеомagniтофона:

1 — видеоголовка; 2 — вращающийся трансформатор; 3 — усилитель записи; 4 — усилитель ЧМ сигнала; 5 — преобразователь частоты; 6 — ЧМ генератор; 7 — видеоусилитель; 8 — усилитель воспроизведения; 9 — усилитель с мультипликатором; 10 — ограничитель; 11 — демодулятор; 12 — видеоусилитель; 13 — управляющая головка; 14 — усилитель записи управляющего сигнала; 15 — электронный коммутатор; 16 — ждущий мультивибратор; 17 — селектор; 18 — усилитель воспроизведения управляющего сигнала; 19 — фазовый детектор; 20 — усилитель импульсов датчика; 21 — магнитный датчик положения головки; 22 — усилитель постоянного тока; 23 — электромагнитный тормоз; 24 — универсальная головка звука; 25 — усилитель записи звука; 26 — усилитель воспроизведения звука; 27 — стирающая головка; 28 — генератор стирания; 29 — блок питания

лей. Эти импульсы, пройдя электронный коммутатор 15, поступают на фазовый детектор 19, к которому также подводятся через усилитель 20 импульсы от магнитного датчика положения видеоголовки 21, жестко связанного с диском, несущим головку.

Вырабатываемое фазовым детектором управляющее напряжение, пропорциональное разности фаз между импульсами, полученными из видеосигнала и от датчика положения головки, через усилитель постоянного тока 22 воздействует на электромагнитный тормоз 23, изменяющий скорость вращения диска с видеоголовкой до момента достижения минимальной остаточной ошибки, определяемой параметрами системы регулирования. При этом пространственное положение датчика относительно видеоголовки устанавливается таким образом, чтобы время перехода головки с одного края ленты на другой приходилось на период между задним фронтом импульса синхронизации полей и задним фронтом гасящего импульса. В этом случае разрыв сигнала не приведет к потере части полезного поля изображения.

Одновременно с записью видеосигнала на краю ленты производится запись управляющих импульсов при помощи головки

13, на которую поступает сигнал с усилителя записи 14. Электронный коммутатор 15 служит для автоматической подачи в систему регулирования привода видеоголовки импульсов частоты 50 гц при отсутствии видеосигнала. Импульсы формируются из напряжения питающей сети. Этим обеспечивается поддержание нормального режима системы управления при отсутствии видеосигнала.

В режиме воспроизведения система управления работает так же, как при записи, за исключением того, что вместо импульсов синхронизации полей на ждущий мультивибратор 16 поступают импульсы, считываемые головкой 13 с управляющей продольной дорожки ленты. Поскольку магнитграмма их жестко связана основной ленты с магнитграммой видеосигнала, фазовые соотношения в системе сохраняются теми же, что и при записи.

В тракте воспроизведения видеосигнала работают видеоголовка 1 и вращающийся трансформатор 2, с которых ЧМ сигнал поступает на усилитель 8. На входе усилителя 9 включен мультивибратор, работающий в режиме синхронного усиления ЧМ несущей. Во время прекращения сигнала при переходе видеоголовки с одного края ленты на другой мультивибратор генерирует ток с частотой, соответствующей уровню серого. Благодаря этому в тракте всегда поддерживается нормальный режим работы ограничителя 10, и в момент разрыва считываемого с ленты сигнала на выходе системы не возникает шумового импульса, превосходящего уровень полезного видеосигнала, что крайне необходимо для устойчивой работы схем синхронизации и фиксирующих цепей в просмотровых устройствах. Демодулятор 11 выполнен с использованием отрезка длинной линии и включает в себя простейший фильтр нижних частот, необходимый для подавления несущей и ее гармоник.

Особенностью схем ограничителя и демодулятора является их симметрия, создающая лучшие условия для подавления высших гармоник, что очень важно при небольшой разнице между несущей и высшей частотой модуляции, а также при применении упрощенного фильтра на выходе демодулятора.

Звуковой канал видеомagniтофона содержит обычные функциональные элементы, работа которых не требует пояснений.

Устройство стирания, состоящее из генератора стирания 28 и двухщелевой стирающей головки 27, работает во время записи. Высота рабочих щелей головки несколько превышает ширину магнитной ленты, благодаря чему обеспечивается полное стирание всей ранее записанной магнитограммы.

Лентопротяжный механизм и блок вращающейся видеоголовки

Лентопротяжный механизм выполнен по четырехмоторной кинематической схеме (рис. 4). Использование четырех электродвигателей позволило упростить кинематическую схему и сделать лентопротяжный механизм простым в регулировке. Движение ленты осуществляется при помощи ведущего вала 22, который приводится во вращение через полиуретановый ремень 23 синхронным двигателем 26. Ведущий вал передает движение ленте, когда обрезиненные ролики 18 и 37 с двух сторон прижаты к валу. При этом образуется замкнутая петля ленты, охватывающая направляющий барабан 6. В пределах этой же петли размещен блок управляющей и звуковой головок 35.

Благодаря тому что рабочий участок ленты находится внутри замкнутой петли, значительно ослабляется влияние кассетных узлов на равномерность движения ленты и ее натяжение. Управление прижимными роликами осуществляется элект-

ромагнитным реле 28 через систему рычагов. Исходное необходимое натяжение ленты внутри петли создается за счет того, что примерно за 2 сек до прижима роликов на электродвигатели подкатушечников подается напряжение.

При движении ленты в рабочих режимах записи и воспроизведения намотка на правую катушку производится за счет вращения двигателя 14, работающего при пониженном напряжении.

Перемотка ленты вперед и назад осуществляется с регулируемой скоростью с переходом при регулировке через нуль. Минимальное время перемотки всей катушки составляет 4—5 мин.

Оба подкассетных узла снабжены тормозами ленточного типа, приводимыми в действие электромагнитами 17 и 27.

Наиболее сложным и ответственным узлом видеоманитофона является блок вращающейся видеоголовки. Основу блока составляет направляющий цилиндрический барабан 6, состоящий из двух частей, верхней и нижней, скрепленных двумя жесткими стойками трубчатого сечения. Между верхней и нижней частями цилиндра образуется щель шириной 4 мм, в которую проходят полюсные наконечники видеоголовки, выступающие примерно на 30 мк над поверхностью барабана. Поверхность барабана, по которой движется магнитная

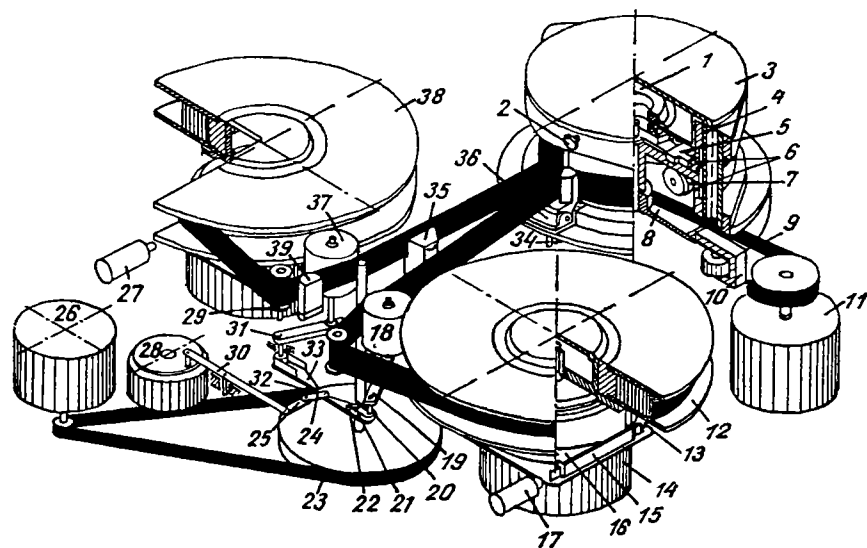


Рис. 4. Кинематическая схема лентопротяжного механизма:

1 — вращающийся трансформатор; 2 — фиксатор направляющих колонок; 3 — крышка блока вращающейся видеоголовки; 4 — стойка; 5 — видеоголовка; 6 — направляющий барабан; 7 — магнитный датчик положения головки; 8 — тормозной диск; 9 — ремень; 10 — электромагнит тормоза; 11 — двигатель привода видеоголовки; 12 — правая катушка; 13 — подкатушечник; 14 — правый электродвигатель подмотки; 15 — тяга правого тормоза; 16 — тормозная лента; 17 — электромагнит правого тормоза; 18 — правый прижимной ролик; 19 — поворотный рычаг; 20, 21 — рычаги; 22 — ведущий вал; 23 — ремень; 24, 25 — рычаги; 26 — ведущий двигатель; 27 — электромагнит левого тормоза; 28 — электромагнит прижимных роликов; 29 — обводной ролик; 30 — тяга; 31, 32, 33 — рычаги левого прижимного ролика; 34 — пружина; 35 — блок звуковой и управляющей головок; 36 — основание направляющих колонок; 37 — левый прижимной ролик; 38 — левая катушка; 39 — стирающая головка

лента, выполняется с большой точностью и имеет специальное покрытие, делающее возможным протягивание ленты с относительно небольшим усилием.

Для получения необходимой точной траектории движения ленты по барабану на нем установлено шесть регулируемых ограничительных штифтов, которых лента касается своими краями. В основании 36 укреплены направляющие колонки, имеющие большое значение как для получения нужной траектории движения ленты, так и для достижения минимального разрыва сигнала при переходе головки с одного края ленты на другой. В рабочем положении колонки располагаются на расстоянии 180—200 мк от поверхности барабана, при заправке ленты они откидываются.

Легкосъемная видеоголовка 5 установлена в специальном гнезде диска, вращающегося на шариковых подшипниках. Сигнал подводится к головке и снимается с нее при помощи трансформатора 1, который состоит из нижнего ферритового кольца с обмоткой, вращающегося вместе с диском, и верхнего кольца с такой же обмоткой, установленного неподвижно на элементах конструкции внутри барабана. Там же расположены усилители записи и воспроизведения (на кинематической схеме рис. 4 они не показаны). В нижней части барабана размещен магнитный датчик положения головки 7. На общей оси с диском видеоголовки сидит тонкий диск 8, на который воздействует поле электромагнита 10. Этот диск и электромагнит образуют электрический тормоз, работающий в системе автоматического управления движением видеоголовки.

Конструкция видеомагнитофона и его эксплуатационные характеристики

Конструктивно видеомагнитофон состоит из двух основных частей — лентопротяжного механизма, смонтированного на плате из алюминиевого сплава, и электронной аппаратуры с пультом управления. Плата лентопротяжного механизма установлена на металлическом каркасе, являющемся несущим элементом всего аппарата.

Наружные части боковых рам каркаса используются как детали внешнего оформления. Электронная аппаратура состоит из пяти блоков с печатным монтажом, вставляемых в пазы единого шасси и вклю-

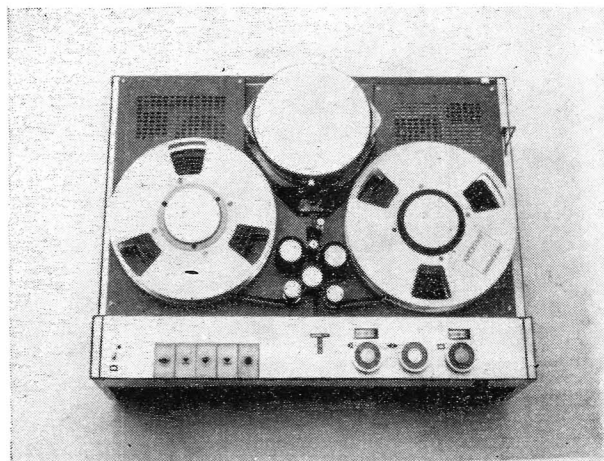


Рис. 5. Вид аппарата сверху при снятой крышке

чаемых в общую схему при помощи разъемов ножевого типа. Блок питания смонтирован непосредственно на шасси. В передней части шасси укреплен пульт управления, на котором сосредоточены все органы управления (рис. 5): слева — клавишный переключатель режимов работы, справа — регуляторы уровней сигналов изображения и звука с соответствующими стрелочными индикаторами, регулятор скорости перемотки ленты, а в середине — счетчик метража ленты. На краю пульта слева находится переключатель источника сигнала — камеры или телевизора. На вертикальной стороне пульта размещен выключатель сети.

Шасси электронной аппаратуры с пультом вставляется в несущий каркас спереди. В процессе настройки видеомагнитофона или в случае ремонта это шасси легко может быть выдвинуто из каркаса. При вынужденном шасси открывается доступ ко всем электронным блокам, а также к узлам лентопротяжного механизма и блока вращающейся видеоголовки. Благодаря тому что шасси с электронными блоками и пультом управления соединено гибким многожильным кабелем с лентопротяжным механизмом, возможны регулировка и нормальное функционирование всего комплекса устройств аппарата при вынужденном шасси.

Видеомагнитофон снабжен закрывающей лентопротяжный механизм крышкой с большим смотровым окном. Внешне аппарат оформлен в строгом стиле, так как он может быть установлен в различных производственных помещениях, научно-иссле-

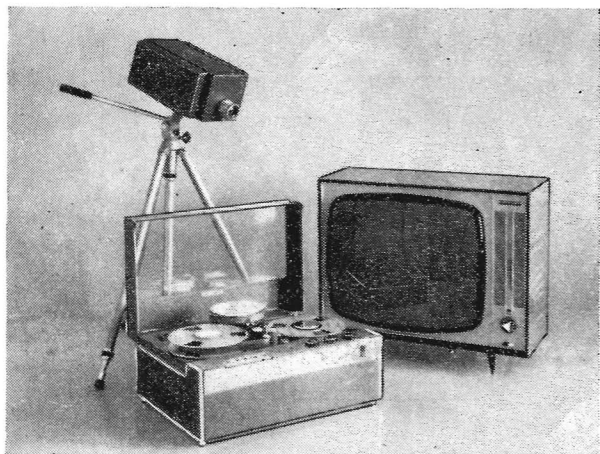


Рис. 6. Видеомагнитофон «Малахит» в комплекте с камерой и телевизором

довательских лабораториях, учебных аудиториях, клубах и т. п.

Управление видеомагнитофоном очень простое — примерно такое же, как управление обычным магнитофоном. Благодаря применению релейной схемы включения различных устройств аппарата все необходимые режимы работы — запись, воспроизведение и перемотка — устанавливаются простым нажатием клавиш переключателя со световой индикацией. Предусмотрено также дистанционное управление.

Основные эксплуатационные характеристики видеомагнитофона следующие:

Ширина ленты	25,4 мм
Скорость ленты	25 см/сек
Полоса частот видеоканала	2,5 МГц
Полоса частот звукового канала	50—10 000 гц
Отношение сигнал/шум видеоканала	не менее 34 дБ
Отношение сигнал/шум звукового канала	не менее 35 дБ

Время непрерывной записи	45 мин
Источник питания	сеть переменного тока 220 в 50 гц
Потребляемая мощность	не более 200 Вт
Вес	36 кг
Размеры	570×435×250 мм

На рис. 6 показан полный комплект аппаратуры, которая может широко использоваться в различных сферах применения телевизионных систем. Кроме видеомагнитофона «Малахит», в этот комплект входят унифицированный телевизор «УНТ-59» с приставкой «Переход», представляющий собой простой согласующий усилитель с коммутирующим реле, и видиконная камера КТ-102 со всеми элементами камерного канала и блоком питания в едином кожухе.

Заключение

Испытания нескольких образцов видеомагнитофона «Малахит» подтвердили широкие возможности использования этих аппаратов в различных сферах применения телевизионных систем. Несмотря на ограниченную полосу частот, качество воспроизводимого изображения получается достаточно хорошим. Благодаря отличной передаче градаций яркости, отсутствию геометрических искажений и стабильности изображения хорошо воспринимается зрителем. Видеомагнитофон «Малахит» является первым отечественным аппаратом, работающим по принципу наклонно-строчной записи, но можно ожидать, что в ближайшее время работы в этом направлении получат дальнейшее развитие в нашей стране.

ЛИТЕРАТУРА

Иванов В. Б., О построении простых видеомагнитофонов и их характеристиках, Вопросы радиоэлектроники, Серия «Техника телевидения», вып. 1, 1967.