

ПЕРВЫЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОДНОГОЛОВОЧНЫЙ ВИДЕОМАГНИТОФОН «МАЛАХИТ»

Рассмотрены функциональные электрические и электромеханические схемы малогабаритного видеоманитофона с наклонно-строчной записью телевизионных сигналов одной магнитной головкой. Представлены спектры частот видеосигналов, записываемых на магнитную ленту, а также расположение на её поверхности магнитных дорожек сигналов изображения, синхронизации и звука.

Ключевые слова: история видеоманитофонов, ЧМ сигнал

С начала 60-х годов прошлого столетия отечественной промышленностью стали выпускаться профессиональные видеоманитофоны для телецентров и других организаций телевизионного вещания. Этими средствами регистрации, хранения и передачи телевизионной информации были оснащены практически все организации, формирующие и передающие программы телевизионного вещания.

В то же время стали актуальными проблемы использования магнитной записи во многих сферах телевидения прикладного назначения: в промышленности, научных исследованиях, медицине, образовании, на транспорте, в рекламе и других областях. Видеоманитофоны такого назначения могут иметь свои главные параметры более облегченными по сравнению с профессиональными аппаратами, но должны быть более дешевыми по стоимости и в эксплуатации, простыми в обращении, малогабаритными и многократно более лёгкими по весу и экономичными в части потребляемой электроэнергии.

В 1966–67 гг. во ВНИИТе были рассмотрены варианты и проведён анализ построения простых видеоманитофонов с одноголовочной системой магнитной записи телевизионных сигналов 625-ти строчного стандарта с уменьшенными значениями основных параметров каналов записи-воспроизведения [1]. Приняты следующие величины параметров: полоса воспроизводимых частот в канале изображения 2,5... 3,0 МГц при отношении сигнал/помеха 34...40 дБ, полоса частот в звуковом канале 50...10000 Гц при отношении сигнал/шум 40 дБ. Такие параметры обеспечивают вполне приемлемое качество изображения и звука в большинстве телевизионных систем прикладного назначения и дают реальную возможность существенного упрощения конструкции видеоманитофона, его электрических схем, систем управления, достижения простоты и удобств в эксплуатации.

В 1967 г. в Ленинграде сотрудниками ВНИИТа были разработаны первые промышленные образцы отечественного малогабаритного видеоманитофона с системой наклонно-строчной магнитной записи одной

вращающейся магнитной головкой и Ω -образным треком движения ленты. В том же году производством ВНИИТа были выпущены и испытаны образцы такого видеомагнитофона, получившего название «Малахит».

Ниже рассматриваются технические аспекты разработки данного изделия, устанавливаются основные исходные и принятые для реализации параметры видеомагнитофона, выбор которых произведён за счёт компромисса между качественными показателями воспроизводимого изображения и характеристиками видеомагнитофона, позволяющими применить в нём достаточно простые электрические схемы и механические конструкции [2].

Известно, что качественный результат записи-воспроизведения видеосигналов на магнитной ленте может быть достигнут при их преобразовании перед записью в частотно-модулированный (ЧМ) сигнал, что требует расширения рабочей полосы частот примерно в 1,5 раза. На рис. 1 представлена диаграмма частот и спектр ЧМ сигнала, записываемого на ленту. Согласно диаграмме высшая частота записи составляет 4,3 МГц, которая является одним из основных исходных данных для определения скорости записи видеомагнитофона. Вторым важным исходным параметром является минимальная длина волны синусоидального сигнала, надёжно записываемого и воспроизводимого данным устройством.

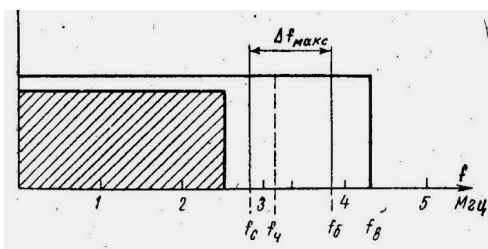


Рис. 1. Диаграмма частотных спектров видеосигнала и ЧМ сигнала, записываемых на ленту, расстановка частот:
 f_c – уровень вершин синхроимпульсов, $f_ч$ – уровень черного,
 $f_б$ – уровень белого, $f_в$ – высшая частота спектра.

Скорость записи определяется произведением высшей частоты записи и минимальной длины волны записи на ленте. По опыту эксплуатации различных иностранных моделей видеомагнитофонов минимальная длина волны записи на лентах среднего качества в то время составляла 5 мк. Таким образом, расчётная скорость записи видеомагнитофона составит $v = 4,3 \cdot 10^6 \times 5,0 \cdot 10^{-6} = 21,5$ м/сек. В последующих расчётах допустимо использование округлённого значения скорости записи – 22,0 м/сек.

Скорость записи видеомагнитофона является наиболее важным исходным параметром для определения основных характеристик лентопротяжного механизма, его общей геометрии, размеров и конструкции направляющего барабана, размеров рабочих наконечников магнитных головок и скорости движения магнитной ленты. На рис. 2 представлен эскиз расположения магнитных дорожек видеозаписи, записи звука и управления

на поверхности магнитной ленты, латинскими буквами отмечены геометрические данные их расположения.

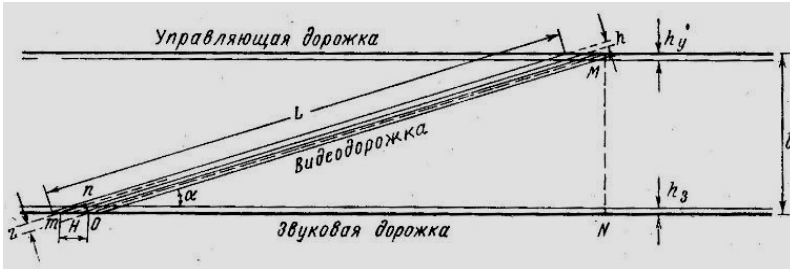


Рис. 2. Размеры и расположение магнитных дорожек на ленте.

L – длина одной наклонной видеодорожки, h – её ширина, z – расстояние между осевыми линиями видеодорожек, H – продольный шаг записи, h_y – ширина управляющей дорожки, h_z – ширина звуковой дорожки, b – ширина ленты.

Используя полученные данные скорости записи видеомэгнитофона v и значение минимальной длины волны записи на ленте, с помощью формул, приведённых в статье [2], получим 2 главных параметра, фактически определяющих конструкцию аппарата: диаметр направляющего барабана $D = 0,141$ м и скорость движения магнитной ленты $v_{л} = 0,25$ м/сек.

Функциональная электрическая схема

В состав схемы (рис. 3) входят все элементы, необходимые для работы видеомэгнитофона в режимах записи видеосигнала и звука, многократного воспроизведения записанной информации и стирания.

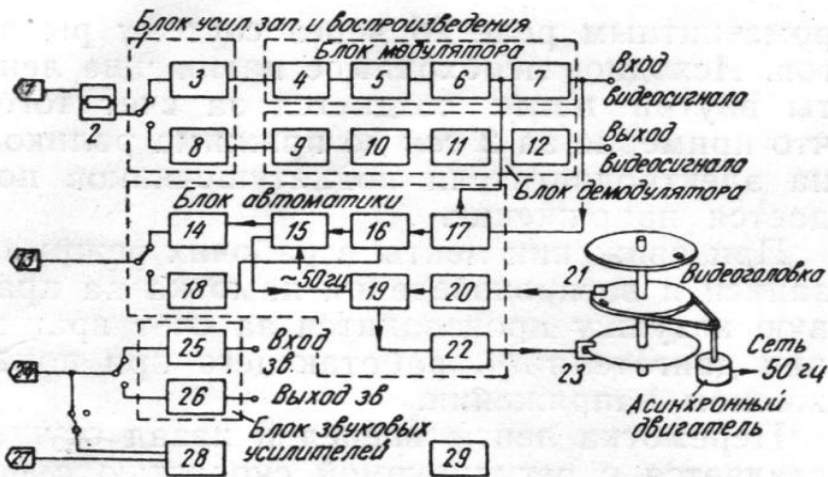


Рис. 3. Функциональная электрическая схема

В тракт записи видеосигнала входят, помимо магнитной видеоголовки I и вращающегося трансформатора 2, усилитель записи 3, усилитель ЧМ сигнала 4, преобразователь частоты 5, ЧМ генератор 6, видеоусилитель 7.

Величина несущей частоты, соответствующей уровню вершин синхроимпульсов, выбрана равной 44 МГц, довольно высокой, чтобы облегчить условия модуляции за счёт большей разности между несущей и высшей частотой модуляции. Величина тока записи считается оптимальной, когда при воспроизведении данной записи на входе усилителя воспроизведения δ достигается наибольшая мощность полезного сигнала. На частоте, соответствующей уровню синхроимпульсов ток записи равен 20 мА.

При записи из полного видеосигнала амплитудным селектором 17 выделяются импульсы, которые во взаимодействии с импульсами от магнитного датчика положения головки 21, жёстко связанного с диском вращающейся видеоголовки, формируют уровень постоянного тока, действующего на электромагнитный тормоз 23, изменяющий скорость вращения диска с видеоголовкой. При этом пространственное положение датчика устанавливается так, чтобы время перехода видеоголовки 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 приведёт 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 поддерживается нормальный режим 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.

В тракте воспроизведения видеосигнала работают видеоголовка 1 и вращающийся трансформатор 2, с которых ЧМ-сигнал поступает на усилитель δ . На входе усилителя 9 имеется 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 моменты разрыва считываемого с ленты сигнала на выходе системы не возникает шумового импульса, превосходящего уровень полезного видеосигнала, что очень важно для обеспечения устойчивой работы схем синхронизации и фиксирующих схем в просмотрных устройствах. Особенностью схем ограничителя и демодулятора является их симметрия,

создающая лучшие условия для подавления высших гармоник, что особенно важно при имеющей место небольшой разнице между несущей и высшей частотой модуляции.

Система стирания записанной информации состоит из 2-х щелевой стирающей головки, рабочие щели которой по высоте немного превышают ширину магнитной ленты, и генератора стирания. Процесс стирания производится во время записи.

Лентопротяжный механизм и блок вращающейся видеоголовки

Лентопротяжный механизм выполнен по четырёхмоторной кинематической схеме, представленной на рис. 4.

Выбор четырёхмоторной схемы построения лентопротяжного механизма был обусловлен, прежде всего, возможностью достижения предельной простоты во взаимодействии всех основных электромеханических компонентов механизма, устройств управления видеоманитофоном при эксплуатации, достаточно высокой надёжностью работы этой наиболее сложной части аппарата. При разработке учитывались также условия производства при серийном выпуске данного изделия, в том числе рассматривались операции сборки, регулировки и контроля электромеханических узлов.

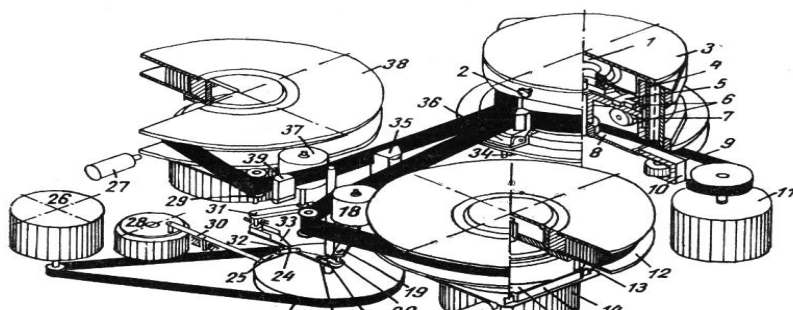


Рис. 4. Кинематическая схема лентопротяжного механизма.

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.

Лентопротяжный механизм работает следующим образом: движение ленты осуществляется ведущим валом 22, вращающимся через полиуретановый ремень ведущим синхронным двигателем 26. Лента приходит в движение, когда обрезиненные ролики 18 и 37 с двух сторон прижимают её к ведущему валу. При этом образуется замкнутая петля ленты, охватывающая направляющий барабан 6. В пределах этой же петли размещён блок управляющей и звуковой головок 35. Поскольку рабочий участок ленты находится внутри замкнутой петли, значительно ослабляется влияние кассетных узлов на равномерность движения ленты и её натяжение. Управление прижимными роликами осуществляется электромагнитным реле 28 через систему рычагов. Исходное натяжение ленты внутри петли создаётся за счёт того, что примерно за 2 секунды до прижима роликов подается напряжение на электродвигатели подкатушечников. При движении ленты в рабочих режимах записи и воспроизведения намотка на правую катушку производится за счёт вращения двигателя 14 при пониженном напряжении. Перемотка ленты вперёд и назад осуществляется с регулируемой скоростью.

Минимальное время перемотки всей катушки составляет 4...5 минут. Оба подкассетных узла снабжены тормозами ленточного типа, действующими с помощью электромагнитов 17 и 27.

Наиболее сложным и ответственным узлом видеомагнитофона является блок вращающейся видеоголовки. Его основу составляет направляющий цилиндрический барабан 6, состоящий из верхней и нижней частей, скреплённых двумя жесткими стойками трубчатого сечения. Барабан по окружности имеет щель шириной 4 мм, в которую проходят рабочие наконечники видеоголовки, выступающие примерно на 30 мк над поверхностью барабана, по которой движется магнитная лента. Поверхность выполняется с большой точностью и имеет специальное покрытие, обеспечивающее возможность протягивания ленты с небольшим усилием. В основании 36 укреплены направляющие колонки, имеющие большое значение для получения необходимой траектории движения ленты и достижения минимального разрыва сигнала при переходе головки с одного края ленты на другой. В рабочем положении колонки находятся на расстоянии 180...200 мк от поверхности барабана и откидываются при заправке ленты. Легкосъёмная магнитная видеоголовка 5 установлена в гнезде вращающегося диска. Сигнал подводится к головке и снимается с неё при помощи трансформатора с кольцевым ферритовым сердечником, нижняя часть которого вращается вместе с диском, а верхняя часть установлена неподвижно на элементах конструкции внутри барабана. Тонкий диск 8, расположенный на общей оси с диском видеоголовки, в совокупности с электромагнитом образует управляемый тормоз в системе движения видеоголовки.

Конструкция и эксплуатационные характеристики видеомэгнитофона

Общую конструкцию видеомэгнитофона составляют две основные его части: лентопротяжный механизм, смонтированный на плате из алюминиевого сплава и электронная аппаратура с пультом управления, состоящая из 5-ти блоков с печатным монтажом, вставляемых в единое шасси. В случае необходимости, например, для ремонта или в процессе настройки, это шасси может быть выдвинуто из каркаса. Благодаря тому, что шасси с электронными блоками и пультом управления соединено с лентопротяжным механизмом гибким многожильным кабелем, весь комплекс видеомэгнитофона может подвергаться регулировке и нормально работать при вынутом шасси. Аппарат «Малахит» снабжен крышкой, закрывающей лентопротяжный механизм и имеющей большое смотровое окно. Общий внешний вид «Малахита» показан на рис. 5.



Рис. 5. Внешний вид видеомэгнитофона «Малахит» с открытой крышкой

Основные эксплуатационные характеристики видеомэгнитофона «Малахит»:

Ширина ленты	25,4 мм,
скорость движения ленты	19,04 см/сек
Полоса частот видеоканала	2,5 МГц
Полоса частот звукового канала	50...10000 гц
Отношение сигнал/шум видеоканала	не менее 34 дб
Отношение сигнал/шум звукового канала	не менее 35 дб
Время непрерывной записи	45 мин
Потребляемая мощность по сети 220 В/50 Гц	не более 200 Вт
Вес	36 кг,
Размеры	570×435×250 мм.

Заключение

Малогабаритный видеомагнитофон «Малахит», использовавшийся на протяжении ряда лет в различных системах прикладного телевидения подтвердил большие его возможности в качестве эффективного средства регистрации, памяти и передачи различного вида информации в динамике.

Во второй половине 70-х годов прошлого столетия во ВНИИТе был создан модернизированный вариант видеомагнитофона под названием «Малахит-ЦТ», записывающий и воспроизводящий изображения цветного телевидения, образец его демонстрировался в 1975 г. на международной выставке в Москве. Немного позднее в институте был разработан новый одноголовочный видеомагнитофон с наклонно-строчной записью, получивший название «Топаз-ВМ». Данный аппарат обладал значительно более высокими основными параметрами по сравнению с «Малахитом-ЦТ», в частности предназначался для работы на объектах морского флота. В отдельных его образцах впервые применялась следящая система основной видеоголовки [3], автоматически корректирующая трек на поверхности ленты в режиме воспроизведения, что существенно повышало уровень обеспечения взаимозаменяемости записей. К сожалению, из-за неблагоприятного экономического положения в стране в с 90-х годах прошлого столетия работы по магнитной видеозаписи фактически прекратились.

Литература:

1. Иванов В. Б. *О построении простых видеомагнитофонов и их характеристиках. Вопросы радиоэлектроники, серия Техника телевидения, Вып. 1, 1967. с. 28–39.*
2. Иванов В. Б. *Малогабаритный видеомагнитофон «Малахит». Техника кино и телевидения, 1969, 4, с 13–18.*
3. Баранчук Л. Е., Глушанок М. В., Петров В. И. *Микропроцессорная система автотрекинга. Техника средств связи, серия Техника телевидения, вып. 5, 1984, с. 27–34.*

Статья поступила 23 марта 2010 г.