

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)**

Кафедра телевидения и управления
(ТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ТУ, профессор

_____ Т.Р. Газизов

« _____ » _____ 2017 г.

Системы записи аудио- и видеосигналов

Методические указания к курсовому проектированию

РАЗРАБОТАЛ

_____ А.Ю. Латышев

« _____ » _____ 2017 г.

2017

Латышев А.Ю. Системы записи аудио- и видеосигналов:
Методические указания к курсовому проектированию. – Томск: кафедра
ТУ, ТУСУР, 2017. – 32 с.

© Латышев А.Ю., 2017

© Кафедра Телевидения и управления, ТУСУР, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	3
2 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	5
3 ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.....	9
4 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	10
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	32

Курсовой проект по дисциплине «Системы записи аудио-видео сигналов» выполняется в восьмом семестре по мере изучения самой дисциплины. В ходе курсового проектирования студенту предлагается воспользоваться полученными знаниями и самостоятельно рассчитать параметры видеомагнитофона.

Для успешного выполнения курсового проекта необходимо изучить технологию записи телевизионного сигнала в формате VHS. Так как рассчитываемый элемент предназначен для работы в формате VHS, от студента требуется знание основных параметров телевизионного сигнала и характеристики данного формата, а также устройства самого видеомагнитофона.

При расчете параметров лентопротяжного механизма основным условием является обеспечение возможности воспроизведения записей на другой аппаратуре, т.е. должна быть обеспечена взаимозаменяемость записей, что определяется характеристиками формата записи. Основопологающим условием такой взаимозаменяемости является запись одного телевизионного поля (в нашей стране это 0,02 с) на одной строчке записи за один проход видеоголовки при равенстве относительных скоростей головка-лента, т.е.

$$D_1 n_1 = D_2 n_2,$$

где D_1, n_1 — соответственно диаметр и число оборотов в секунду блока видеоголовок аппарата N_1 ; D_2, n_2 — аналогичные параметры для аппарата N_2 .

Рассчитать диаметр и скорость вращения барабана БВГ для различного числа видеоголовок можно несколькими способами.

Расчет можно произвести, взяв за основу диаметр и скорость вращения барабана для двухголовочной системы. Известно, что формат VHS использует ленту шириной 12,6 мм. Запись сигнала изображения в стандартной двухголовочной системе производится с помощью двух вращающихся видеоголовок, расположенных под углом 180 градусов на барабане диаметром $62 \pm 0,01$ мм. Скорость вращения БВГ в этом случае — 1500 об/мин. Скорость движения ленты — 23,39 мм/с $\pm 0,05$ %. Скорость движения видеоголовки относительно ленты — 4,867 м/с. За время одного оборота барабана каждая видеоголовка должна считать с ленты по одной строке, что соответствует одному полю. Следовательно, за один оборот обеими головками должен быть считан один кадр (два поля) и каждая из видеоголовок должна пройти расстояние, равное половине

периметра барабана. В случае изменения числа головок для соблюдения условия взаимозаменяемости записей расстояние, пройденное видеоголовкой за время одного оборота барабана, должно оставаться неизменным, так как видеоголовка за это время должна считать одну строку. Это достигается изменением диаметра и скорости вращения барабана. Диаметр барабана может быть рассчитан через требуемую общую длину периметра для заданного числа видеоголовок, а скорость вращения — из соотношения $D_1 n_1 = D_2 n_2$.

Диаметр и скорость вращения барабана БВГ можно вычислить также, зная, что эффективная ширина поля видеозаписи равна 10,07 мм, а угол между базовым краем магнитной ленты и строчками записи — $5^{\circ}57'50,3''$. Отсюда можно найти длину дорожки записи. Учитывая, что относительная скорость головка-лента 4867 мм/с, определяется время, за которое видеоголовка считает одну дорожку записи, и полное время оборота барабана с учетом заданного количества головок. Далее останется найти скорость вращения барабана, а затем его диаметр.

Зная, что в системе телевидения, принятой в нашей стране, за секунду сменяется 25 телевизионных кадров, можно определить длительность одного поля. При использовании многоголовочного БВГ за время одного оборота барабана должно быть считано число полей, равное числу головок. Следовательно, можно легко определить время одного оборота барабана и частоту его вращения, а затем и диаметр барабана.

Расчет параметров магнитной головки, волновых характеристик магнитной ленты, расчет магнитограммы видеоманитофона проводить согласно методики изложенной в методическом пособии по практическим занятиям [6]

2 Варианты заданий для курсового проектирования

Техническим заданием на курсовое проектирование является следующее. Необходимо рассчитать диаметр и скорость вращения барабана блока видеоголовок (БВГ) лентопротяжного механизма (ЛПМ) видеоманитофона для формата VHS. Угол охвата ленты — 360° . Число видеоголовок в БВГ и метод расчета заданы в таблице.

Варианты	Количество видеоголовок	Метод расчета
$n = 1 \div 10$	$n + 2$	Расчет произвести, основываясь на известной частоте кадров телевизионного сигнала
$n = 11 \div 20$	$n - 8$	Расчет произвести, воспользовавшись известной эффективной шириной поля видеозаписи W и углом между базовым краем магнитной ленты и строчками записи θ
$n = 21 \div 30$	$n - 18$	Расчет произвести, взяв за основу диаметр и скорость вращения барабана для двухголовочной системы

В результате выполнения курсового проекта студент должен закрепить знания о принципах и методах записи телевизионных сигналов на магнитную ленту, понимать, как производятся основные преобразования телевизионного сигнала при записи на магнитную ленту и как устроен лентопротяжный механизм, четко представлять, что означает термин «азимутальная геликоидальная наклонно-строчная запись». Необходимо сделать выводы, как изменяются диаметр и скорость вращения барабана БВГ при изменении количества видеоголовок, какие существуют способы уменьшения габаритов лентопротяжного механизма, можно ли оставить неизменными диаметр или скорость вращения барабана БВГ при изменении количества видеоголовок и к чему это приведет.

Для расчета следующих характеристик :

- Расчёт параметров магнитной головки
- Расчёт волновых характеристик тракта записи – воспроизведения магнитофона
- Расчёт коэффициента слойных потерь
- Расчёт потерь неконтакта тракта записи-воспроизведения
- Расчёт потерь за счет неточности установки магнитной головки
- Расчёт магнитограммы аналогового видеоманитофона
- Расчёт цифрового потока цифрового видеоманитофона с компонентной записью, необходимо воспользоваться следующими данными

Таблица 1. Параметры магнитной головки

Параметр № варианта	δ мкм	$\delta 1$ мкм	μc	I_0 , ма	I_{cp} , мм	a , мм	$a 1$, мм	B , мм	w
1	2	20	40000	2	16	1	5	2	20
2	3	25	50000	4	26	1	6	1	30
3	1,5	12	70000	3	30	1,4	7	2	25
4	1	8	100000	1,5	25	1	4	1	40
5	0,8	7	80000	2	28	1,2	5	2	35
6	1,5	12	90000	2	30	1,5	6	3	30
7	2	18	60000	3	26	1	4	2	26
8	1,6	14	70000	6	24	1,2	3	2	30
9	2	18	85000	5	30	1,5	3	1,5	35
10	1,2	8	100000	4	36	2	4	1,2	40
11	0,8	7	85000	6	35	1	3,5	1,4	45
12	1	5	80000	5	40	1,4	3	1,2	35
13	1,4	10	75000	8	46	1,5	3	1	40
14	1,7	16	85000	6	42	1,4	3,5	0,9	50
15	2	15	90000	4	38	1	2	1	38
16	1,4	9	85000	7	48	1,1	3	1,5	40
17	1	7	90000	10	40	2	5	2	30
18	1,5	9	75000	4	36	1,4	4	1,6	35
19	2	14	100000	3	40	2	4	1,5	50
20	0,9	8	80000	15	38	1,5	3,5	2	48

Таблица 2. Параметры к заданному варианту

Параметр № варианта	V мм/сек	d , мкм	C , мкм
1	50	2	0,3
2	40	2,5	0,15
3	65	2,2	0,2
4	70	1,8	0,4
5	38	1,6	0,3
6	80	2,2	0,3
7	65	3	0,35
8	75	2,8	0,25
9	55	3	0,3
10	68	4	0,4

Параметр № варианта	V мм/сек	d , мкм	c , мкм
11	80	2	0,25
12	100	5	0,3
13	90	3	0,35
14	48	2,5	0,18
15	60	2,4	0,25
16	56	4	0,4
17	50	3	0,2
18	80	2,5	0,25
19	100	3,5	0,3
20	45	4	0,2

Таблица 3. Параметры магнитограммы видеомагнитофона.

Параметр р № вар.	B мм	H min мкм	ΔH мкм	F max МГц	$K = \frac{\lambda_{\min}}{\delta}$	δ мкм
1	25,4	80	30	10	3	0,5
2	8	35	0	7	2,5	0,3
3	12,6	40	15	5,5	2,7	0,4
4	12,6	50	20	10	2	0,5
5	8	40	0	6	2,5	0,4
6	25,4	60	20	12	2	0,4
7	19	55	15	8	2,5	0,3
8	19	40	0	11	2	0,3
9	12,6	50	15	12	2,5	0,45
10	12,6	45	0	8,5	2	0,4
11	8	45	10	7	2	0,3
12	12,6	70	10	8	1,5	0,4
13	25,4	100	25	15	1,6	0,5
14	12,6	55	0	10	2	0,6
15	12,6	70	10	9	1,8	0,4
16	8	35	0	7,5	3	0,3
17	19	50	10	12	1,5	0,4
18	12,6	70	0	14	1,5	0,5
19	8	65	15	9	1,8	0,35
20	25,4	120	20	15	1,6	0,8

Таблица 4. Параметры системы радиального слежения.

Параметр р	K_1	T_1 мсек	T_2 мсек	T_3 мсек	ξ	Ω 1/сек	X_0 мкм
№ вар.							
1	600	100	150	90	0,9	60	60
2	550	90	120	70	1	55	70
3	800	85	140	85	1,1	70	80
4	750	100	160	85	0,95	90	75
5	900	90	155	95	0,85	100	55
6	1000	85	140	80	0,97	950	75
7	800	90	135	60	1,1	800	85
8	850	100	170	75	1,05	850	70
9	700	70	140	70	0,95	900	65
10	800	80	145	70	1,05	1000	57
11	900	75	155	80	1	970	85
12	880	85	125	55	0,95	880	90
13	900	70	130	70	0,95	850	75
14	1000	80	140	75	1,1	950	66
15	950	90	125	60	1,05	1000	58
16	860	110	155	70	0,9	800	49
17	880	100	145	75	0,85	900	55
18	960	90	140	80	1,1	870	65
19	900	95	135	60	1	960	75
20	1000	95	155	65	0,95	890	80

Номер варианта выбирается стандартным образом по коду студента или задаю преподавателя.

3 Примерное содержание пояснительной записки

1. Титульный лист
2. Реферат
3. Оглавление
4. Техническое задание на курсовое проектирование
5. Теоретическая часть
6. Расчетная часть
7. Заключение
8. Список использованной литературы

9. Приложение

4 Рекомендуемая литература

1. Ламекин В.Ф. Видеотехника. — Ростов-на-Дону: Изд-во «Феникс», 1997. — 256 с.
2. Шишигин И.В., Шульман М.Г., Колесниченко О.В., Золотарев С.А. Как выбрать видеокамеру? (Энциклопедия начинающего видеолюбителя) / Оформление С. Григорьева. — СПб.: Лань, 1996. — 512 с.
3. Дементьев А.Н. Видеотехника: Учебное пособие. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2005.
4. Бургов В.А. Физика магнитной звукозаписи. – М.: искусство , 1979. – 495 с.
5. Лявданский С.Е. Системы записи и воспроизведения информации: Конспект лекций, ч.2. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 2003. - 48 с.
6. Системы записи аудио- и видеосигналов: Методические указания для практической и самостоятельной работы / Латышев А. Ю. - 2017. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6746>

Приложение А

Пример оформления курсового проекта

Федеральное агентство по образованию

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра телевидения и управления

***РАСЧЕТ ЛЕНТОПРОТЯЖНОГО МЕХАНИЗМА
ВИДЕОМАГНИТОФОНА***

*Пояснительная записка
к курсовому проекту по дисциплине
«ВИДЕОТЕХНИКА»*

Выполнил:
студент гр. 170
_____ И.С. Костиков
« » _____ 2006 г.

Руководитель:
доцент каф. ТУ
_____ А.Н. Дементьев
« » _____ 2006 г.

ТОМСК 2006

Реферат

Курсовой проект состоит из 20 страниц, семи рисунков, трех таблиц и приложения.

Целью данной работы является расчет системы записи видеосигналов девятью головками применительно к стандарту VHS.

ВИДЕОМАГНИТОФОН (ВМ), БЛОК ВРАЩАЮЩИХСЯ ГОЛОВОК (БВГ), ВИДЕОГОЛОВКА (ВГ), ЛЕНТОПРОТЯЖНЫЙ МЕХАНИЗМ (ЛПМ).

В ходе работы произведён расчет скорости вращения геометрических размеров БВГ при изменении количества видеоголовок.

Достигнуты следующие расчётные и технико-эксплуатационные показатели:

- скорость вращения БВГ — 333,3 оборотов в минуту;
- диаметр БВГ=279 мм.

Курсовой проект выполнен в текстовом редакторе Microsoft Office 97 под операционной системой Windows 98 с применением программного пакета Mathcad 2001 Professional.

Оглавление

РЕФЕРАТ	2
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1 ФОРМАТ VHS	7
1.1 Основные параметры формата VHS	7
1.2 Запись звука вращающимися головками	13
2. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	19
ВЫВОДЫ	20
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	
21	
ПРИЛОЖЕНИЕ А	22

Техническое задание

Вариант 27. Рассчитать диаметр и скорость вращения барабана блока вращающихся головок (БВГ) лентопротяжного механизма (ЛПМ) видеомагнитофона для формата VHS. Угол охвата ленты — 360° . Количество видеоголовок — 9 шт. Расчет произвести, взяв за основу диаметр и скорость вращения барабана для двухголовочной системы.

Введение

Основным условием при магнитной записи телевизионных сигналов является обеспечение возможности воспроизведения их на другой видеоаппаратуре. Следовательно, должна быть обеспечена взаимозаменяемость записей, которая определяется характеристиками способа записи. Эти характеристики следующие:

- ширина магнитной ленты;
- полоса частот в канале яркостного сигнала;
- значения частот, соответствующих уровню синхроимпульсов и уровням белого и черного в записываемом телевизионном сигнале;
- метод записи сигнала цветности;
- относительная скорость движения головка-лента;
- скорость транспортировки ленты и угол наклона строчек записи;
- ширина и шаг строчек записи видеосигнала;
- метод записи сигналов звукового сопровождения;
- размер и расположение дорожек каналов управления и звукового сопровождения;
- азимутальное расположение рабочих зазоров видео головок, звуковой головки и головки канала управления;
- фаза сигнала канала управления относительно видеосигнала;
- характеристики цепей коррекции видеосигнала в канале записи и воспроизведения;
- уровни записи частотно-модулированного сигнала, цветовой поднесущей, сигналов канала звука и управления.

Вышеперечисленные параметры стандартизируются в виде форматов записи.

Таким образом, формат записи — это упорядоченное расположение на поверхности ленты стандартной ширины строчек и дорожек, намагниченных под действием разнообразных сигналов, обеспечивающее выполнение принципа взаимозаменяемости и однозначно указывающее на способ осуществления записи и воспроизведения информации.

За период развития видеозаписи было разработано большое количество разнообразных форматов. В настоящее время более перспективными считаются наклонно-строчные форматы с записью

на 1/2-дюймовую или 8-миллиметровую ленту. Их создание стало возможным благодаря новейшим достижениям современной технологии в области магнитофонной записи.

В то же время первостепенной задачей конструкторов новой видеозаписывающей аппаратуры является сокращение расходов ленты, а также уменьшение веса и габаритов, что особенно важно для видеокамер. Это возможно при уменьшении скорости движения ленты и ее ширины, ширины строчек записи и интервалов между ними, диаметра БВГ и т.п.

1 Формат VHS

1.1 Основные параметры формата VHS

Формат VHS — это формат для записи телевизионного сигнала.

Формат VHS использует ленту шириной 12,6 мм. Запись сигнала изображения в аппаратуре производится с помощью двух (или 4-х) вращающихся видеоголовок, расположенных под углом 180 градусов (90 градусов при записи 4-мя головками) на барабане диаметром $62 \pm 0,01$ мм (41,33 мм). Скорость вращения БВГ — 1500 об/мин (2250 об/мин). Скорость движения ленты — $23,39$ мм/с $\pm 0,05$ %. Скорость движения видеоголовки относительно ленты — $4,867$ м/с. Сигналограмма формата VHS изображена на рисунке 1.1, а значения основных параметров сигналограммы приведены в табл. 1.1.

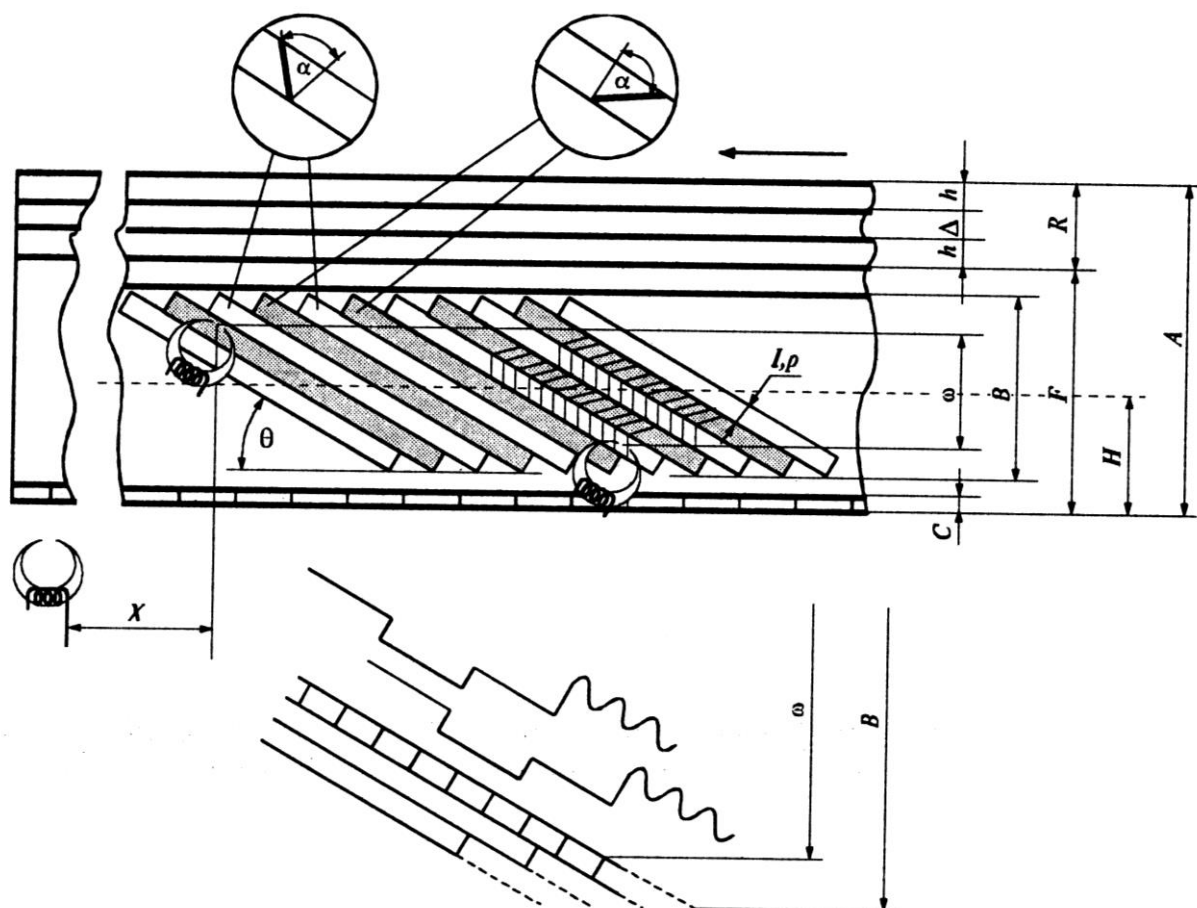


Рисунок 1.1 — Сигналограмма формата VHS

Стандартизованы также постоянные времени цепей предискажений и коррекции в каналах изображения и продольной

звукозаписи (табл. 1.2). Характеристики записи-воспроизведения телевизионных сигналов приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.1 — Основные параметры сигналограммы формата VHS (для системы PAL, SECAM)

Ширина ленты A , мм	$12,65 \pm 0,01$
Скорость ленты V , мм/с	$23,39 \pm 0,5\%$
Диаметр БВГ D , мм	$62 \pm 0,01$
Скорость записи V , м/с	4,867
Ширина строчки записи I , мм	0,049
Шаг строчек записи p , мм	0,049
Ширина поля видеозаписи B , мм	10,6
Эффективная ширина поля видеозаписи w , мм	10,07
Расстояние между базовым краем магнитной ленты и серединой поля видеозаписи H , мм	6,2
Ширина дорожки управления C , мм	0,75
Ширина поля стерео звукозаписи R , мм	1,0
Ширина дорожки звука h , мм	0,35
Расстояние между дорожками звука d , мм	0,3
Расстояние между базовым краем магнитной ленты и полем звукозаписи F , мм	11,65
Угол между базовым краем магнитной ленты и строчками записи	$5^{\circ}57'50,3''$
Азимутальный угол разворота рабочих зазоров ВГ a	$6^{\circ} \pm 10'$
Расстояние между концом строчки записи и положением соответствующего ей импульса управления x , мм	79,224
Расстояние между нижним краем зоны w и местом записи переднего фронта сигнала управления (внутри зоны w)	5–8 строк

Таблица 1.2 — Постоянные времени цепей предискажений и коррекции каналов изображения и звукового сопровождения

Постоянная времени цепи предискажений в канале изображения T при уровне насыщения +15 дБ, мкс	1,3
Постоянная времени цепи коррекции в канале воспроизведения звукозаписи T_1 , мкс	120
Постоянная времени цепи предискажений и коррекции в канале записи-воспроизведения звукового сопровождения T_2 , мкс	3180

Таблица 1.3 — Характеристики записи-воспроизведения телевизионных сигналов

Разрешение по горизонтали, тел. линий: для черно-белых изображений	300
для цветных изображений	240
Отношение сигнал-шум канала записи-воспроизведения по сигналам яркости и цветности, дБ	43
Частотная характеристика канала продольной звукозаписи-воспроизведения, Гц	30 – 12 000
Отношение сигнал-шум канала продольной звукозаписи-воспроизведения с системой ДОЛБИ, дБ	48

Стандартизированные уровни входных и выходных сигналов	
Размах входных и выходных видеосигналов, В (на нагрузке 75 Ом)	1
Уровень входного и выходного сигналов звукового сопровождения, $V_{эф}$ (на нагрузке $R_H = 600$ Ом)	0,2

Каждое поле телевизионного изображения записывается на отдельной строчке. Угол охвата лентой барабана с видеоголовками обеспечивает необходимое перекрытие записываемой информации на краях соседних строчек. Начало синхроимпульса полей (сигнала канала управления) располагается на расстоянии длительности 6,5 строк от момента коммутации видеоголовок.

Пример траектории движения ленты в лентопротяжном механизме видеоаппаратуры формата VHS (для системы записи двумя видеоголовками) приведен в приложении А.

В формате VHS запись видеосигнала производится с предварительным преобразованием спектра. В канале записи из полного цветного телевизионного сигнала (ПЦТС) выделяются сигналы яркости и цветности. Сигнал яркости с помощью частотного модулятора преобразуется в ЧМ-сигнал и записывается на ленту. Для системы NTSC уровень синхронизирующих импульсов передается с частотой 3,4 МГц, а номинальный уровень белого — с частотой 4,4 МГц.

Для сигналов PAL и SECAM девиация частоты находится в пределах 1 МГц со значениями 3,8 и 4,8 МГц соответственно.

Сигнал цветности переносится в область нижних частот от 0 до 1 МГц методом гетеродинирования, складывается с ЧМ-сигналом и записывается на ленту. Выбор частоты гетеродина зависит от системы кодирования сигнала цветности и применяемого способа компенсации цветовых искажений, возникающих при воспроизведении соседних строчек записи. Спектры частот исходного ПЦТС и преобразованного приведены на рисунке 1.2.

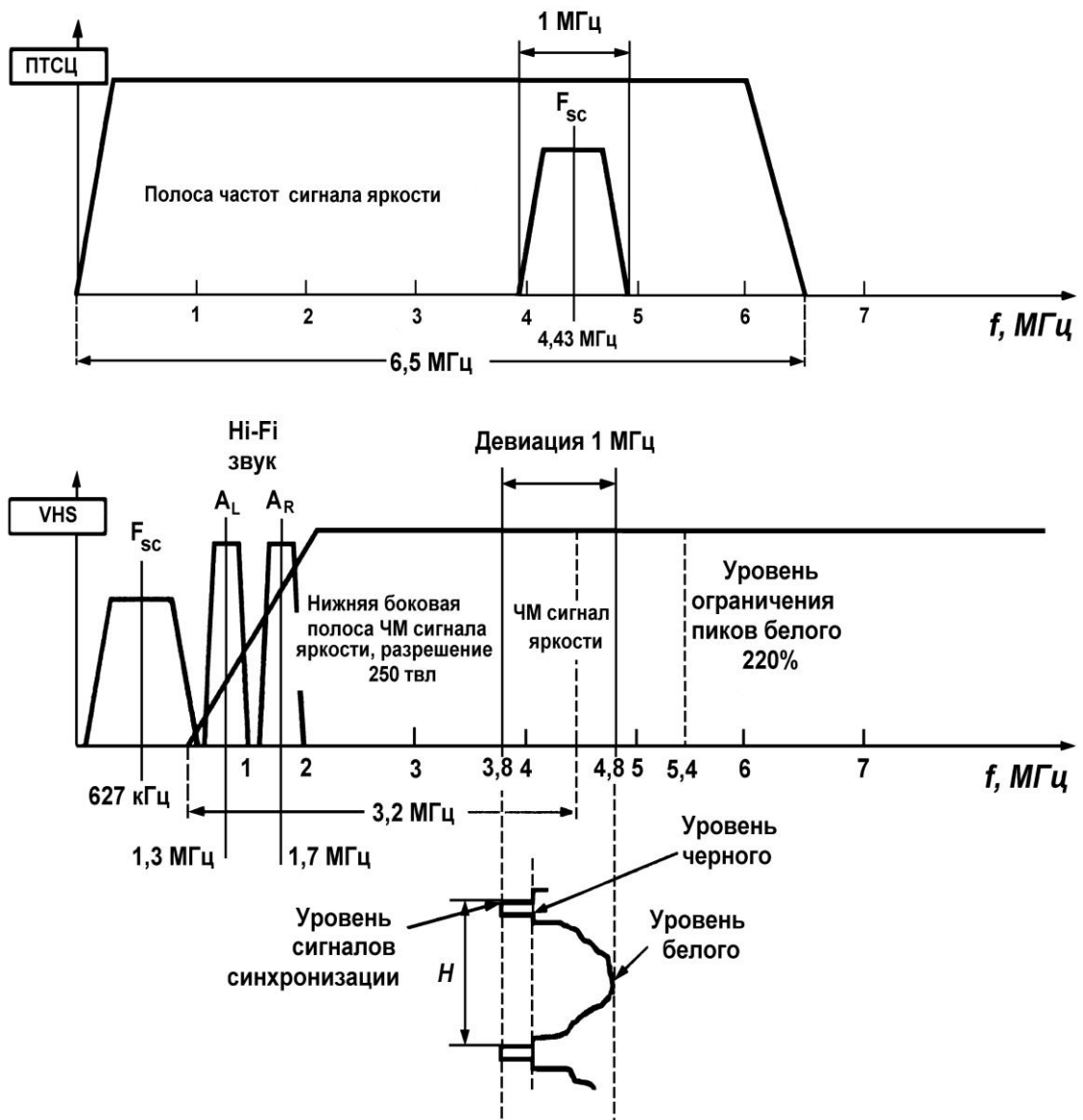


Рисунок 1.2 — Преобразование спектра полного видеосигнала для записи на магнитную ленту в формате VHS

Для подавления перекрестной помехи в полосе частот преобразованного сигнала цветности применен способ, основанный на дополнительном изменении фазы записанной поднесущей цветности на 90 градусов от строки к строке. В результате этого, при воспроизведении путем сложения двух сигналов цветности, один из которых получен с помощью линии задержки на длительность двух строк, то есть путем применения гребенчатого фильтра, удастся практически полностью устранить перекрестную помеху. Построчная коммутация фазы поднесущей цветности применяется только при записи сигналов систем PAL и SECAM.

Запись сигналов звукового сопровождения в формате VHS осуществляется обычным способом: стационарной универсальной

магнитной головкой на продольные (в случае записи стереосигналов) дорожки шириной 0,35 мм с защитным промежутком 0,3 мм, распложенным у верхнего края ленты (см. рис. 1.1). Монофоническая запись сигналов звука производится на объединенной дорожке шириной 1 мм.

Очевидно, что при большой скорости движения ленты (2,4 см/с) нельзя рассчитывать на высокое качество звукового сопровождения. Причиной такой ситуации явилось то, что при разработке форматов высокоплотной записи, к которым относится и формат VHS, основной задачей было снижение расхода ленты при сохранении достаточно высокого качества воспроизводимого изображения, пусть даже и за счет заметного ухудшения параметров звукового сигнала.

Для повышения качества изображения и, в первую очередь, его разрешающей способности традиционным способом можно было увеличить относительную скорость движения видеоголовкалента, повысить плотность записи и т.д. Но при этом исключается возможность взаимозаменяемости видеофонограмм, записанных на модернизированных и на немодернизированных аппаратах формата VHS.

Дальнейшей оптимизацией видеоаппаратуры формата VHS, позволившей значительно улучшить характеристики при обеспечении взаимозаменяемости, явилась ее модификация — VHS-HQ, где HQ — High Quality — «высокое качество».

Улучшение качества изображения здесь достигается только посредством введения новых схемных решений без изменений стандартов записи. Так, только повышением уровня ограничения белого на 20 % удалось заметно улучшить резкость между белыми и черными частями изображения. В канале яркости применяется специальная цепь шумоподавления, использующая наличие вертикальной корреляции в телевизионном сигнале и позволяющая значительно улучшить отношение сигнал/шум. В результате заметно повышается равномерность передачи яркости гладких поверхностей при одинаковой освещенности и т.п.

Одновременно с вопросом взаимозаменяемости и качества воспроизведения при создании переносных видеокамер и видеомагнитофонов решалась проблема малых габаритов и массы. Уменьшение этих характеристик связано, в первую очередь, с

модернизацией блока вращающихся головок (БВГ) и лентопротяжного механизма.

БВГ стационарного видеоманитофона формата VHS с системой записи двумя видеоголовками имеет диаметр, как было уже сказано ранее, 62 мм.

При выполнении видеофонограммы одноголовочным БВГ можно осуществить воспроизведение на аппаратуре с иным количеством основных видеоголовок. Причем, создание аппарата с одной видеоголовкой позволило уменьшить в два раза диаметр блока видеоголовок. Основопологающим условием такой взаимозаменяемости является запись одного телевизионного поля на одной строчке записи за один проход видеоголовки при равенстве относительных скоростей головка-лента:

$$D_1 \cdot n_1 = D_2 \cdot n_2, \quad (1.1)$$

где D_1, n_1 — соответственно диаметр и число оборотов в секунду блока видеоголовок аппарата N_1 ; D_2, n_2 — аналогичные параметры для аппарата N_2 .

При увеличении количества видеоголовок в видеокамерах формата VHS диаметр БВГ можно уменьшить, введя коммутацию видеоголовок. Например, если использовать четыре головки, то для выполнения условия (1.1) необходимо уменьшить диаметр БВГ в 1,5 раза, т.е. он составит $62:1,5=41,33$ мм.

Стандартная относительная скорость головка-лента определяется из следующего отношения:

$$v_2 = D_2 \cdot n_2. \quad (1.2)$$

Для обеспечения непрерывной записи (в соответствии с требованием формата VHS) видеосигналов на вращающемся диске БВГ видеоголовки должны быть установлены (по возможности) попарно и диаметрально противоположно.

1.2 Запись звука вращающимися головками

Запись сигналов звукового сопровождения в формате VHS производится двумя способами: прямой записью на продольные дорожки стационарными магнитными головками (как уже было сказано ранее) и записью вращающимися головками, дополнительно установленными на БВГ.

Для повышения качества звукового сопровождения в бытовой видеозаписывающей аппаратуре используется запись вращающимися головками. Это позволило увеличить линейную скорость записи с 2,339 см/с до 4,84 м/с и применить способ записи звука с частотной модуляцией (ЧМ-запись). Аппараты формата VHS, использующие такой вид записи, называются VHS-Hi-Fi.

Для иллюстрации качества канала ЧМ-записи-воспроизведения видеомэгнитофонов формата VHS-Hi-Fi на рисунке 1.3 представлена его реальная амплитудно-частотная характеристика канала ЧМ-записи-воспроизведения звуковых сигналов.

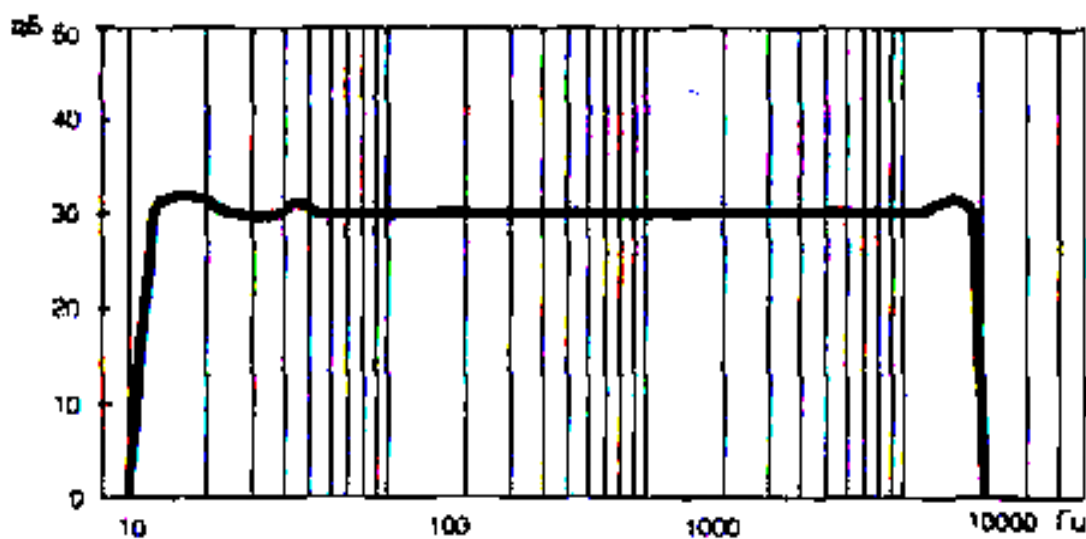


Рисунок 1.3 — Амплитудно-частотная характеристика канала ЧМ записи-воспроизведения звуковых сигналов видеомэгнитофона формата VHS-Hi-Fi

Расположение вращающихся головок на барабане формата VHS-Hi-Fi (система записи двумя головками) схематично изображено на рис. 1.4, а. Здесь универсальные головки для записи и воспроизведения ЧМ-сигналов звука обозначены ВГ А и ВГ В.

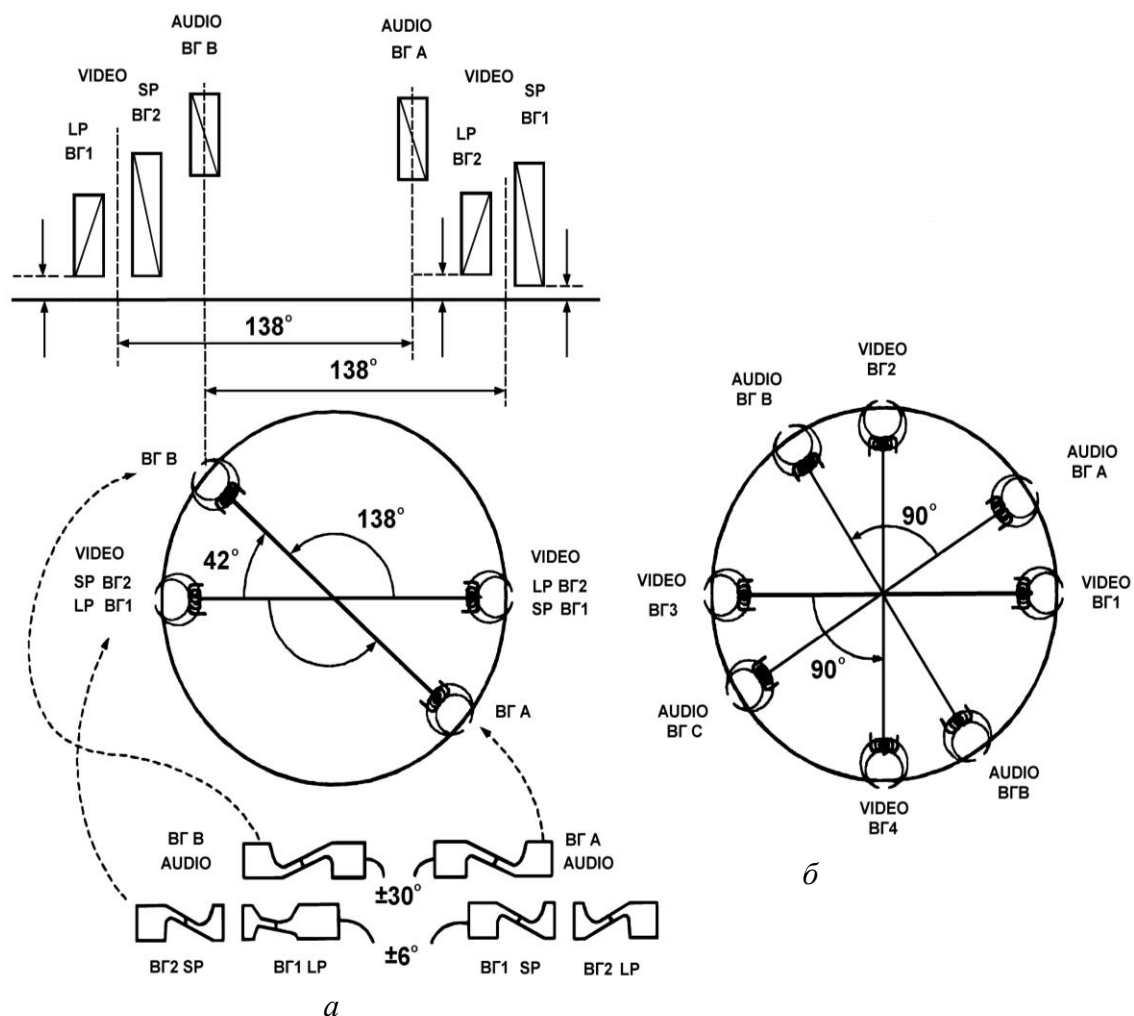


Рисунок 1.4 — Расположение видео- и звуковых головок на БВГ видеоманитонов формата VHS-Hi-Fi

Звуковые головки установлены на БВГ диаметрально противоположно так, чтобы при вращении они опережали соответствующие видеоголовки на 138° . Как и у видеоголовок, у вращающихся головок ЧМ записи-воспроизведения звука рабочие зазоры развернуты в разные стороны относительно перпендикуляра к направлению движения головок, но наклонены на больший угол, равный $\pm 30^\circ$.

На рисунке 1.4, б показано расположение звуковых головок на барабане уменьшенных размеров (41 мм) в системе записи четырьмя вращающимися головками. Как видно из рисунка 1.4, б, в этом случае на БВГ устанавливаются уже не две, а четыре звуковые головки, которые сдвигаются по углу с компенсацией установки по высоте.

Расположение звуковых головок на БВГ выбрано таким, чтобы видео- и ЧМ-сигналы звукового сопровождения записывались на одних и тех же строчках.

ЧМ-сигнал звука записывается вращающейся головкой в магнитном (рабочем) слое ленты на достаточно большой глубине, а видеосигнал записывается над звуковым сигналом близко к поверхности магнитного слоя ленты. Таким образом, магнитограммы видео- и звуковых сигналов разделены в толще рабочего слоя ленты по глубине.

Процесс записи звуковых и видеосигналов вращающимися головками, движущимися вдоль строчки записи, схематично показан на рисунке 1.5. Как видно из рисунка, первой движется звуковая головка, которая промагничивает рабочий слой на большую глубину. За ней следует видеоголовка, которая записывает видеосигнал в приповерхностной части магнитного слоя, промагничивая его на очень малую глубину.

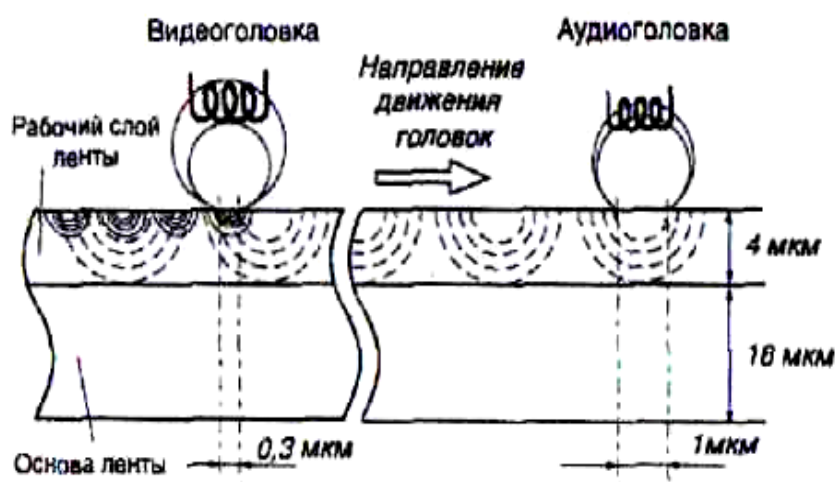


Рисунок 1.5 — Принцип глубинной записи звукового ЧМ-сигнала

С помощью известной формулы $\lambda = V/f$ (где V — скорость движения ленты, м/с; f — частота записываемого сигнала, Гц), можно определить длину волны записи λ (м). Учитывая, что $V=4,84$ м/с, можно легко подсчитать, что при записи ЧМ-сигнала яркости длина волны находится в районе 1 мкм. При записи ЧМ-сигнала звука длина волны 3,5 мкм. Исходя из длины волны записи, ширина рабочего зазора видеоголовок выбирается равной 0,3 мкм, а звуковых — 1 мкм. Таким образом, запись видеосигналов,

содержащих большое количество высокочастотных компонентов, производится головками с узким зазором и ими намагничивается только приповерхностная часть рабочего слоя ленты. При полной толщине ленты 20 мкм толщина рабочего слоя составляет около 4 мкм. ЧМ-сигналом звука рабочий слой промагничивается практически на всю толщину. При прохождении видеоголовки по строчке с уже записанным ЧМ-сигналом звука этот звуковой сигнал в приповерхностной части рабочего слоя стирается, а вместо него записывается видеосигнал. В результате на одной и той же строчке записи оказываются записанными два сигнала: один — в тонком приповерхностном слое, другой — глубже, но занимает по толщине большую часть магнитного слоя ленты.

Значительные различия между наклонами зазоров звуковой и соответствующей видеоголовки, а также между несущими частотами составляющих видеосигнала и несущими ЧМ-сигналов звука гарантируют четкое воспроизведение и последующее разделение звуковых и видеосигналов без взаимных помех, несмотря на то, что они записаны в одном и том же месте ленты. Но все же частично видеоголовки воспроизводят звуковой сигнал. Возникающая от этого небольшая пульсация воспроизводимого видеосигнала легко устраняется амплитудным ограничением.

Несмотря на то, что уровень воспроизводимого ЧМ-сигнала звука немного снижается (примерно на 12 дБ) и ухудшается отношение сигнал/шум из-за стирания видеоголовкой верхнего слоя магнитограммы, все же уровень воспроизводимого звукового сигнала намного выше уровня воспроизводимого видеосигнала, так как глубина записи звукового сигнала значительно больше, чем у видеосигнала, а уровень воспроизведения пропорционален глубине и ширине магнитограммы.

В результате оказалось возможным уменьшить ширину строчек записи ЧМ-сигнала звука, соответственно уменьшив высоту сердечника вращающихся звуковых головок. При этом между строчками записи звукового ЧМ-сигнала появился защитный промежуток, а это, в свою очередь, значительно снизило перекрестные помехи между соседними строчками записи.

Расположение строчек записи сигналов изображения и звука в формате VHS-Hi-Fi и, для сравнения, в формате VHS показано на рисунке 1.6, соответственно *б* и *а*. Здесь же схематично изображены рабочие поверхности вращающихся видео- и звуковых головок.

Из приведенной на рис. 1.6, б сигналограммы отчетливо видно, что строчки записи ЧМ-сигналов звука уже строчек записи видеосигнала и располагаются на середине строчек видеосигнала.

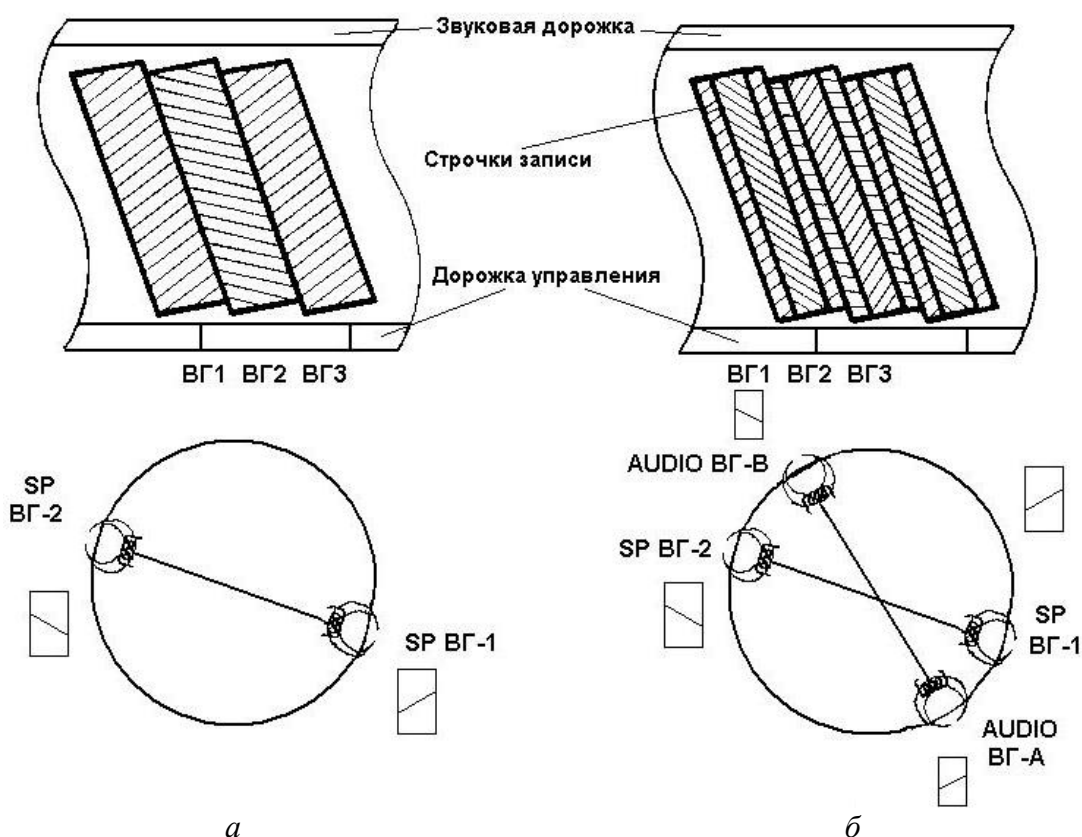


Рисунок 1.6 — Сигналограммы форматов VHS и VHS-Hi-Fi

Еще одной особенностью записи звука вращающимися головками, по сравнению с записью звука стационарными головками, является необходимость синхронизации скорости движения ленты с частотой вращения звуковых головок с тем, чтобы при воспроизведении звуковые головки точно следовали по строчкам записи звука. Такого же эффекта можно добиться при синхронизации по видеосигналу.

Несущие частоты для записи Hi-Fi звуковых сигналов выбраны равными 1,3 МГц в канале 1 (*L* — левый) и 1,7 МГц в канале 2 (*R* — правый), девиация частоты составляет ± 150 кГц.

Несущие частоты ЧМ-сигналов звука выбраны вблизи границ полос частот спектров сигнала цветности и ЧМ-сигнала яркости. Взаимное расположение спектров этих сигналов показано на рис. 1.7. Здесь изображены спектры записываемого на ленте видеосигнала (рис. 1.7, а) и двух звуковых ЧМ-сигналов (рис. 1.7, б).

Такой выбор несущих частот обусловлен требованием минимальности помех видеосигналу со стороны ЧМ-звуковых сигналов. Кроме того, при их выборе учтено, что с повышением частоты несущей уменьшается толщина промагничиваемой части рабочего слоя магнитной ленты.

Для получения высокого отношения сигнал/шум в каналах ЧМ-записи звука используется достаточно большая девиация несущей (± 150 кГц), что намного больше девиации несущей, обычно применяемой при ЧМ-передаче звука в телевидении (± 50 кГц) и в УКВ-ЧМ-вещании (± 75 кГц).

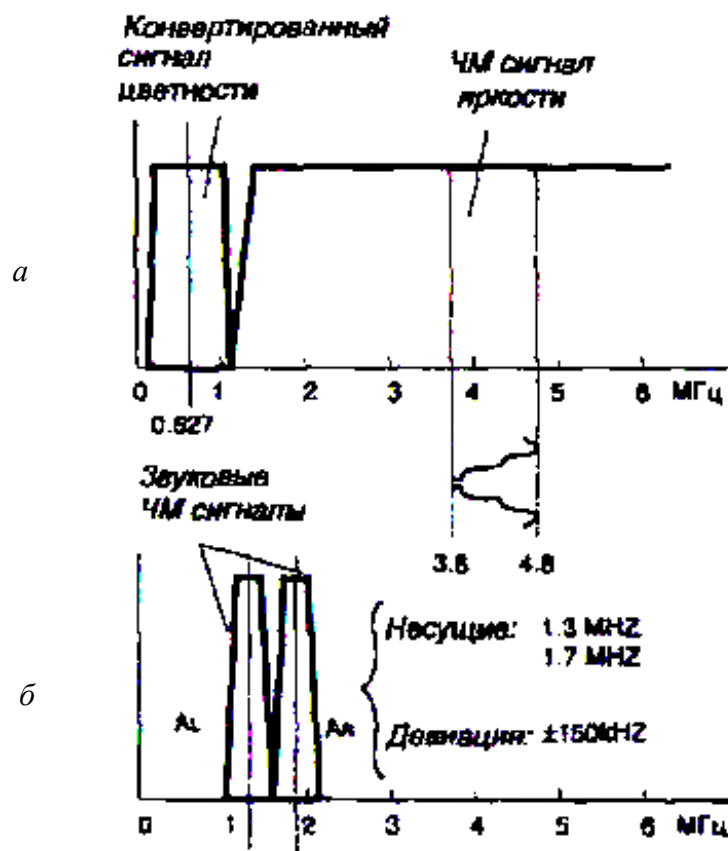


Рисунок 1.7 — Спектры сигналов в видеоаппаратуре формата VHS-Hi-Fi

Поскольку Hi-Fi запись звуковых сигналов осуществляется вращающимися головками, непрерывный ЧМ-сигнал приходится коммутировать, что приводит к его прерыванию. В связи с этим при демодуляции ЧМ-сигнала возникает импульсная помеха, воспринимаемая как шум (коммутационная помеха). Для устранения этой помехи принимаются специальные меры.

2 Расчетная часть

Исходя из расчетного задания, необходимо рассчитать БВГ с девятью видеоголовками.

В стандартных двухголовочных аппаратах VHS за один оборот барабана записываются два поля, т.е. один кадр. Диаметр барабана при этом 62 мм, а скорость вращения — 1500 об/мин. Длина окружности барабана равна:

$$L_1 = D_1 \cdot \pi = 62 \cdot 3,14 = 194,68 \text{ мм.}$$

Отсюда следует, что длина строки записи равна половине длины окружности:

$$L_{\text{зан}} = 0,5L = 97,34 \text{ мм.}$$

При записи девятью головками одно поле записывается за 1/9 оборота барабана, а значит, при условии сохранения скорости движения видеоголовки относительно ленты, длина окружности должна быть равна:

$$L_2 = 9 \cdot L_{\text{зан}} = 9 \cdot 97,34 = 876,06 \text{ мм.}$$

Тогда получаем следующий диаметр барабана для БВГ с девятью видеоголовками:

$$D_2 = L_2 / \pi = 876,06 / 3,14 = 279 \text{ мм.}$$

Таким образом, получается, что с увеличением числа головок происходит увеличение диаметра БВГ.

Поскольку диаметр барабана БВГ для девяти головок увеличился, то для нормальной работы полученного механизма необходимо, чтобы выполнялось условие 1.1. Это соответствует непосредственному уменьшению числа оборотов в минуту относительно двухголовочного БВГ. Из (1.1) получим:

$$n_2 = (D_1 \cdot n_1) / D_2 = (62 \cdot 1500) / 279 = 333,3 \text{ об/мин.}$$

Выводы

Чтобы запись, сделанную на одном видеомэгнитофоне, можно было воспроизвести на любом другом, параметры видеомэгнитофонов строго регламентируются международными стандартами.

Теоретически было доказано, что при определенных условиях видеофонограммы, выполненные одноголовочными БВГ, можно воспроизводить на аппаратуре с иным количеством основных видеоголовок. Был изготовлен аппарат с одной видеоголовкой, что позволило в два раза уменьшить диаметр блока видеоголовок. Основолагающим условием такой взаимозаменяемости является запись одного телевизионного поля на одной строчке записи за один проход видеоголовки при равенстве относительных скоростей головки-ленты.

На практике часто прибегают к увеличению числа видеоголовок не в режиме записи, а в режиме воспроизведения, что позволяет улучшить качество воспроизводимого изображения за счёт неоднократного считывания видеосигнала. Очень чётко это видно в режиме стоп-кадр.

История магнитной видеозаписи показывает, что совершенствование аппаратуры достигалось за счёт улучшения параметров магнитных носителей и видеоголовок, конструкции лентопротяжных механизмов, а также благодаря применению новых способов обработки записи и воспроизведения сигналов.

В нашем случае использован способ, при котором увеличили число головок в БВГ, что позволяет увеличить скорость записи, распределить данные по увеличенному числу каналов с исходной пропускной способностью. Но в то же время увеличение числа головок сопровождается соответствующим увеличением числа вращающихся деталей и трансформаторов, усложнением конструкции барабана и неизбежно связано с увеличением стоимости и усложнением обслуживания.

Для увеличения плотности записи пришлось отказаться от защитных промежутков, и хотя в формате VHS используется такой принцип, однако искажения сигнала всё же присутствуют из-за рассеяния магнитного потока на краях строчек записи. По результатам курсового проектирования можно сделать вывод, что при заданных условиях увеличение числа видеоголовок приводит к уменьшению частоты вращения БВГ и увеличению диаметра БВГ.

Список литературы

1. Ершов К.Г., Дементьев С.Б. Видеооборудование. — СПб.: Лениздат, 1993.
2. Ламекин В.Ф. Видеотехника. — М.: «Зевс», 1997.
3. Шишигин И.В., Шульман М.Г., Колесниченко О.В., Золотарев С.А. Как выбрать видеокамеру? — СПб.: Лань, 1996.

Приложение В
(обязательное)

Траектория движения ленты в лентопротяжном механизме видеоаппаратуры формата VHS для системы записи двумя видеоголовками

