

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ТЕЛЕВИДЕНИЮ И РАДИОВЕЩАНИЮ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ

**Т Р У Д Ы
В Н И И Т Р**

ВЫПУСК 10 (29)

**ТЕХНИКА
ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ**

М О С К В А — 1978

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ТЕЛЕВИДЕНИЮ И РАДИОВЕЩАНИЮ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ

ТРУДЫ ВНИИТР

ВЫПУСК 10(29)

ТЕХНИКА ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ

МОСКВА — 1978

Редакционная коллегия

А. А. Вроблевский, И. Д. Гурвиц, В. Г. Корольков, В. Г. Маковеев,
И. Л. Мартынова, И. И. Медникова, А. В. Никонов,
В. И. Пархоменко, А. Б. Штейн, И. И. Элиасберг

Б. Н. ГУСЕВ, С. Е. ДАВЫДОВ, А. Д. КОМАРОВ

**СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ БИФАЗНОГО КОДА,
ПРИМЕНЯЕМОГО В ВИДЕОЗАПИСИ**

В настоящее время видеоманитофоны все больше используются для записи сложных телевизионных программ, в связи с чем растет необходимость в быстром и точном монтаже видеозаписей.

С началом применения электронного монтажа появилась потребность в четкой разметке видеоленты с точностью до одного кадра. Для подобной разметки служит рекомендованный МЭК адресно-временной

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------|---|---|---|-------------------|---|---|---|----------------|---|----|----|-------------------|----|----|----|----------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|----------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|---------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|
| <i>№№ разрядов</i> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| <i>назначение разрядов</i> | Единицы кадров | | | | Свободные разряды | | | | Десятки кадров | | | | Свободные разряды | | | | Единицы секунд | | | | Свободные разряды | | | | Десятки секунд | | | | Свободные разряды | | | | Единицы минут | | | | Свободные разряды | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|---------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|---------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|-------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 |
| Десятки минут | | | | Свободные разряды | | | | Единицы часов | | | | Свободные разряды | | | | Десятки часов | | | | Свободные разряды | | | | 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Синхрограмма</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 1. Кодовое слово АВК

код (АВК), который записывается на режиссерской дорожке. При этом каждому кадру соответствует определенное значение АВК, выраженное в часах, минутах, секундах и номерах кадров. В соответствии с Публикацией МЭК 461 для кодирования этих значений и другой информации используется кодовое слово, состоящее из 80 разрядов, имеющих номера от 0 до 79 (рис. 1). Из них 32 разряда отведены для записи значений АВК. Эти 32 разряда разбиты на 8 групп, каждая из которых состоит из 4-х разрядов и предназначена для записи в двоично-десятичной форме значений единиц кадров, десятков кадров, единиц секунд, десятков секунд, единиц минут, десятков минут, единиц часов, десятков часов.

Кроме того, имеются 32 разряда, назначение которых пока не регламентировано.

Остальные 16 разрядов (с 64-го по 79-й) составляют синхрогруппу, которая служит для правильного определения номера каждого разряда и для определения направления движения ленты. В синхро-

группе 12 логических «1» следуют подряд друг за другом (такое сочетание в кодовом слове больше нигде не встречается).

Для кодирования информации используется так называемый «бифазный код» (рис. 2), при котором в начале и в конце каждого разряда имеют место перепады напряжения, называемые тактовыми перепадами (обозначены стрелками). Если разряд кодирует логическую «1», то через полупериод после тактового перепада существует промежуточный перепад, при записи же логического «0» промежуточный перепад отсутствует.

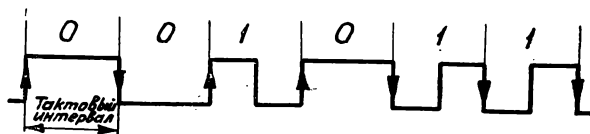


Рис. 2. Бифазный код

Самыми важными преимуществами этого метода кодирования для магнитной записи являются следующие:

— благодаря фазовому переходу в начале каждого разряда постоянная составляющая в кодовом сигнале незначительна, так что частотный спектр ограничен снизу до приемлемой величины;

— код безразличен к повороту фазы на 180° , который может возникнуть при реверсе движения магнитной ленты и при различных соединениях режиссерской головки;

— весь сигнал может быть записан на одной дорожке и передан по одному проводу.

Однако для декодирования такой сигнал не удобен и основной задачей при воспроизведении является его преобразование в широко распространенный код БВН (код без возврата к нулю). При этом информация передается по двум проводам: по одному — тактовые импульсы, по другому — собственно информация, где логической «1» соответствует высокий уровень, а логическому «0» — низкий.

При считывании кода необходимо, во-первых, выделить тактовые перепады и сформировать тактовые импульсы, совпадающие с этими перепадами, и во-вторых, выделить те разряды, в которых имеется промежуточный перепад. Очевидно, что такая задача решается легко, если длительность тактового интервала известна и постоянна. Однако практически необходимо считывать код в широком диапазоне скоростей ленты от $0,1 V_{\text{ном}}$ до $30 V_{\text{ном}}$ т. е. в условиях, когда длительность тактового интервала — величина переменная.

Чтобы выделить тактовые перепады, необходимо отличить их от промежуточных. Для этого нужно измерять длительность каждого тактового интервала и использовать ее как эталон в течение следующего тактового интервала. Точнее эталоном является не сам тактовый интервал, а $3/4$ его длительности. В дальнейшем для краткости $3/4$ длительности тактового интервала будет называться «окном». Если перепад, следующий за тактовым перепадом, попадает в «окно», то это промежуточный перепад, и считываемый бит соответствует логической «1». Если же не попадает, то это — тактовый перепад, и считываемый бит соответствует логическому «0».

В начале считывания кода, когда могут идти подряд несколько «1» или несколько «0», промежуточные перепады могут быть приняты за тактовые и наоборот. Однако первый «0» после нескольких «1» или первая «1» после нескольких «0» обеспечат формирование правильного «окна» и нормальное считывание информации.

Во многих схемах декодирования для измерения длительности тактового интервала и формирования «окна» применяется генератор линейного пилообразного напряжения, который запускается в начале каждого тактового интервала. Его напряжение линейно нарастает, достигая максимального значения в конце тактового интервала, и передается на запоминающую емкость.

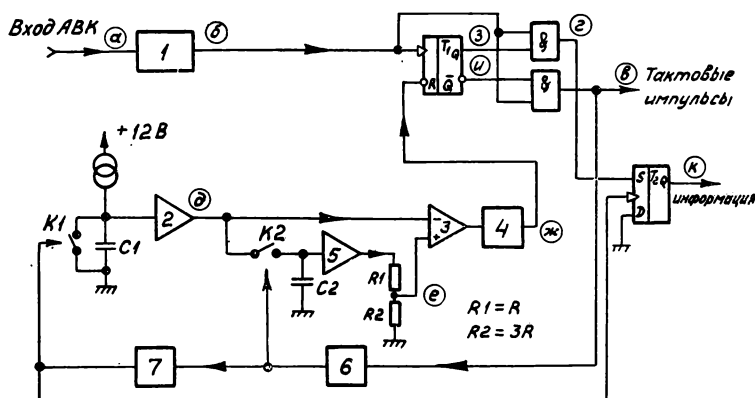


Рис. 3. Упрощенная структурная схема типичного аналогового декодера АВК
 1 — детектор смены фазы; 2, 5 — буферные каскады; 3 — компаратор; 4, 6, 7 — формирователи импульсов

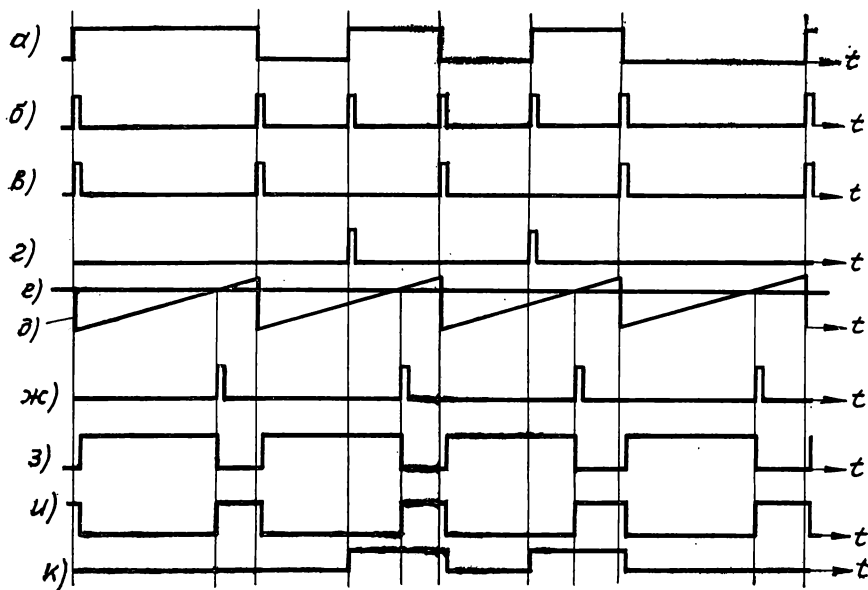


Рис. 4. Временные диаграммы аналогового декодера АВК

Таким образом, максимальное напряжение, достигнутое генератором пилообразного напряжения за тактовый интервал, является мерой текущей длительности тактового периода. «Окно» формируется путем сравнения пилообразного напряжения с опорным, величина которого равна $3/4$ напряжения на запоминающей емкости.

Структурная схема типичного декодирующего устройства приведена на рис. 3, временные диаграммы — на рис. 4.

Сигнал с выхода режиссерского канала поступает на схему, которая формирует короткие импульсы при каждой смене фазы сигнала. Интервал между этими импульсами равен либо длительности тактового интервала, если закодирован логический «0», либо половине его длительности, если закодирована логическая «1». Сформированные импульсы поступают на счетный вход триггера T_1 . Импульсы, соответствующие тактовым перепадам, отделяются от импульсов, которые соответствуют промежуточным перепадам, на логических вентилях сигналами, поступающими с выходов Q и \bar{Q} триггера T_1 .

Для того чтобы перед началом каждого тактового интервала триггер имел определенное состояние (в данном случае логический «0»), на установочный вход R триггера подаются импульсы, поступающие со схемы формирования «окна». Эти импульсы приходят на триггер в момент времени, равный $3/4$ длительности тактового интервала. Таким образом, если в данном разряде отсутствует перепад напряжения внутри тактового интервала, то триггер все равно будет установлен в «0» перед началом следующего тактового интервала.

Схема, формирующая «окно», состоит из генератора стабильного тока и конденсатора $C1$ (рис. 3). В конце тактового интервала напряжение с конденсатора $C1$ передается ключом $K2$ на запоминающую емкость $C2$, подключенную к одному из входов компаратора через буферный каскад и делитель напряжения, имеющий коэффициент деления равный $3/4$ ($R1$ и $R2$). Другой вход компаратора подключен к генератору линейного напряжения. Сигналы для управления ключами $K1$ и $K2$ формируются из тактовых импульсов. Информация в виде БВН формируется на триггере $T2$. Так как напряжение на конденсаторе $C2$ обновляется в конце каждого тактового интервала, то данная схема хорошо работает при изменении скорости движения ленты, т. е. в процессе разгона и торможения.

Основной недостаток описанной схемы заключается в следующем. При изменении скорости движения ленты от $0,1 V_{\text{ном}}$ до $30 V_{\text{ном}}$ длительность тактового интервала изменяется в 300 раз, во столько же раз должно изменяться напряжение, передаваемое на запоминающую емкость. При этом практически трудно обеспечить надежное измерение длительности тактового интервала и формирование «окна» в режиме ускоренной перемотки, так как напряжение, подаваемое на компаратор с запоминающей емкости, уменьшается до 10—20 мВ, что соизмеримо с температурными дрейфами элементов схемы и с уровнем помех.

В существующих декодерах эта проблема решается двумя основными способами:

1. Используются два генератора линейного пилообразного напряжения, один из которых имеет малую крутизну и работает при больших длительностях тактового интервала (малых скоростях), а второй имеет большую крутизну и работает при малых длительностях тактового интервала (больших скоростях). Специальное логическое устройство определяет область работы того или иного генератора и переключает их в нужный момент. Такой способ применен в декодере видеоманитофона ВСМ-40 фирмы «Bosch Fernseh».

2. Используется генератор пилообразного напряжения с автоматической подстройкой крутизны пилообразного напряжения. В этой схеме напряжение на запоминающей емкости, несущее информацию о длительности тактового интервала, используется для управления крутизной пилообразного напряжения. При этом с уменьшением длительности тактового интервала крутизна увеличивается и напряжение на запоминающей емкости остается все время достаточно большим. Цель обратной связи стремится поддерживать его постоянным, независимо от ско-

рости движения ленты. Это решение применено в декодере видеоманитофона AVR-1 фирмы «Аптех».

Недостаток первого способа заключается в излишней сложности схемы; второй способ ограничивает допустимые ускорения ленты.

При разработке декодирующего устройства для видеоманитофона «Кадр-5» авторы статьи ставили перед собой задачу избежать вышеуказанных недостатков.

Первый вариант системы, разработанный авторами, отличался от существующих отказом от заряда емкости $C1$ через генератор стабильного тока, который был заменен обычным резистором. В этом случае напряжение на конденсаторе $C1$ меняется по закону

$$u_c = E(e^{-t/\tau} - 1).$$

Характерно, что при уменьшении длительности тактового интервала напряжение на конденсаторе практически пропорционально времени заряда, с увеличением времени заряда рост напряжения замедляется. Использование подобной нелинейной зависимости напряжения от длительности тактового интервала позволило без переключений обеспечить надежную работу декодера при отношении максимальной скорости к минимальной равном 500.

Для получения напряжения, соответствующего $3/4$ длительности тактового интервала, используется еще один конденсатор, заряжаемый через резистор, сопротивление которого равно $4/3$ сопротивления резистора в зарядной цепи $C1$. Напряжение на запоминающий конденсатор передается с зарядной цепи, имеющей большую постоянную времени. Макет схемы с нелинейной зависимостью напряжения от длительности был испытан и показал удовлетворительные результаты, однако, как и большинство аналоговых схем, требовал настройки и не обладал резервами для дальнейшего повышения скорости перемотки.

Второй предложенный вариант декодирующего устройства был полностью цифровым, что позволило избавиться от всех недостатков, присущих аналоговым схемам. В частности, коэффициент перекрытия по длительности тактового интервала, с которым может работать такой декодер, можно получить сколь угодно большим (он ограничивается лишь количеством разрядов в счетчике-измерителе длительности). Это дает возможность использовать его не только для декодирования АВК, но и для других целей. Например, такая система может найти применение для дистанционного управления видеоманитофоном или для работы в каналах передачи информации, закодированной бифазным методом. При этом скорость передачи информации можно изменять в больших пределах. В этом варианте, который был применен для обработки АВК в видеоманитофоне «Кадр-5», коэффициент перекрытия был существенно ограничен величиной около 2000.

Упрощенная функциональная схема цифрового декодера приведена на рис. 5. Принципиальное отличие данной схемы от рассмотренных выше заключается в способе измерения длительности тактового интервала и формирования временного интервала, равного $3/4$ этой длительности (т. е. «окна»). Измерение длительности тактовых интервалов производится цифровым способом с помощью 16-разрядного счетчика.

Для формирования «окна» значение тактового интервала, выраженное в двоичном коде, загружается в счетчик-формирователь «окна» из счетчика-измерителя длительности, после чего последний сбрасывается в нуль. Импульсы загрузки и сброса формируются из тактовых импульсов и разделены во времени.

Счетчик-формирователь «окна» работает на вычитание. На его вход поступают импульсы счета, частота повторения которых f_2 в $4/3$ раза больше, чем частота повторения f_1 счетных импульсов, поступаю-

щих на счетчик-измеритель длительности. Поэтому обнуление вычитающего счетчика происходит через промежуток времени, равный $3/4$ тактового интервала, считая от момента загрузки в него числа, т. е. от начала тактового интервала. В момент обнуления схема совпадения вырабатывает импульс, который поступает на установочный вход триггера, осуществляющего отделение тактовых импульсов от промежуточных.

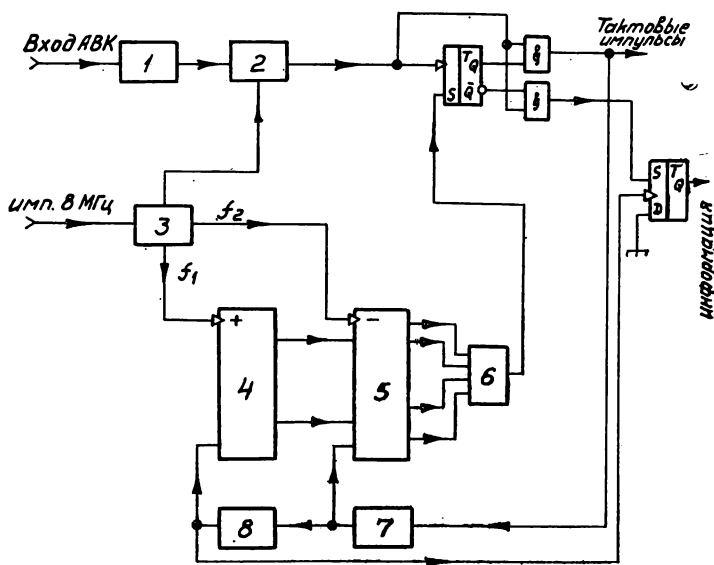


Рис. 5. Функциональная схема цифрового декодера АВК: 1 — детектор смены фазы; 2 — схема временной привязки; 3 — схема формирования счетных импульсов; 4 — счетчик-измеритель длительности тактового интервала; 5 — счетчик-формирователь «окна»; 6 — детектор обнуления счетчика; 7 — формирователь импульсов загрузки; 8 — формирователь импульсов сброса

Получение отношения частот счетных импульсов f_1 и f_2 , равного $3/4$, осуществляется в схеме формирования счетных импульсов путем выбивания каждого 4-го импульса, поступающего на счетчик-измеритель длительности. Для получения счетных импульсов используются импульсы частотой 8 МГц, имеющиеся в видеоманитофоне «Кадр-5».

Испытания цифрового декодера АВК, используемого в видеоманитофоне «Кадр-5», показали его высокую надежность при любых режимах работы аппарата, без необходимости настройки.

Статья поступила
в редакцию
22 марта 1978 г.

ТОЧНОСТЬ, БЫСТРОДЕЙСТВИЕ И ЭНЕРГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОГО ДЕФЛЕКТОРА С ОПТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИЕЙ

В работе [1] было рассмотрено оптико-механическое устройство развертки, содержащее цепь управления двигателем, повышающую стабильность его вращения, и контур оптической коррекции, с помощью которого осуществлялось дальнейшее ослабление влияния качаний двигателя на синфазность формируемого изображения.

Управляющим воздействием, поступающим на вход контура коррекции, являлась величина, пропорциональная изменению углового положения ротора. Известно [2], что изменения указанной величины носят случайный характер, поэтому для анализа точности предлагаемого дефлектора необходимы статистические характеристики, определяющие колебания ротора, например спектральная плотность сигнала, пропорционального его качаниям.

1. Нестабильность вращения синхронного электродвигателя

Основной особенностью синхронных гистерезисных двигателей является свойство подчеркивать частоты возмущений, близкие к их собственным частотам. На входе таких объектов присутствует регулируемая величина, изменения которой носят характер «нерегулярной качки». Автокорреляционная функция регулируемой величины типа «нерегулярная качка» аппроксимируется обычно выражением [3]:

$$R(\tau) = D e^{-\mu|\tau|} \cos \beta \tau, \quad (1)$$

где D — дисперсия угла качаний двигателя; β — резонансная частота двигателя; μ — параметр затухания.

Для автокорреляционной функции (1) в этой же работе приведена формула спектральной плотности

$$S(\omega) = \mu D \left[\frac{1}{\mu^2 + (\beta - \omega)^2} + \frac{1}{\mu^2 + (\beta + \omega)^2} \right]. \quad (2)$$

Степень пригодности выражения (2) для оценки нестабильности вращения определяется с помощью анализа сигнала, пропорционального качаниям ротора синхронного гистерезисного двигателя ЭСГ-2. Интервал наблюдения T был разделен на n равных частей таким образом, чтобы было удовлетворено соотношение

$$\frac{T}{n} \ll \frac{\pi}{\omega_0},$$

где ω_0 — наивысшая частота спектра сигнала качаний, которая была выбрана равной 25 Гц, исходя из следующего.

Известно [4], что для двигателей ЭСГ-2, работающих в режиме холостого хода, $\omega_0 = 50 \div 100$ Гц. При этом их собственная частота составляет $8 \div 12$ Гц. С увеличением инерционности ротора двигателя (при закреплении стального зеркального барабана) резонансная частота его снижается. В нашем случае она составляет 2,7 Гц [1]. Исходя из того, что обычно двигатель представляется колебательным звеном, реальная полоса частот изменений угла качаний снижается в 3—4 раза.

По осциллограммам качаний были измерены ординаты кривых в момент времени $k \frac{T}{n}$ ($k=0, 1, 2, \dots, n$) и введены в вычислительную машину в виде таблицы, после чего нормированная автокорреляционная функция с помощью стандартной программы находилась по формуле [5]:

$$R(m) = \frac{1}{R(0)(n-m)} \sum_{k=0}^{n-m} x\left(k \frac{T}{n}\right) x\left[(k+m) \frac{T}{n}\right].$$

На рис. 1 изображены осциллограммы колебаний ротора $x(t)$. На рис. 2 построены графики автокорреляционных функций (автокорреляционная функция рис. 2,а соответствует сигналу, представленному

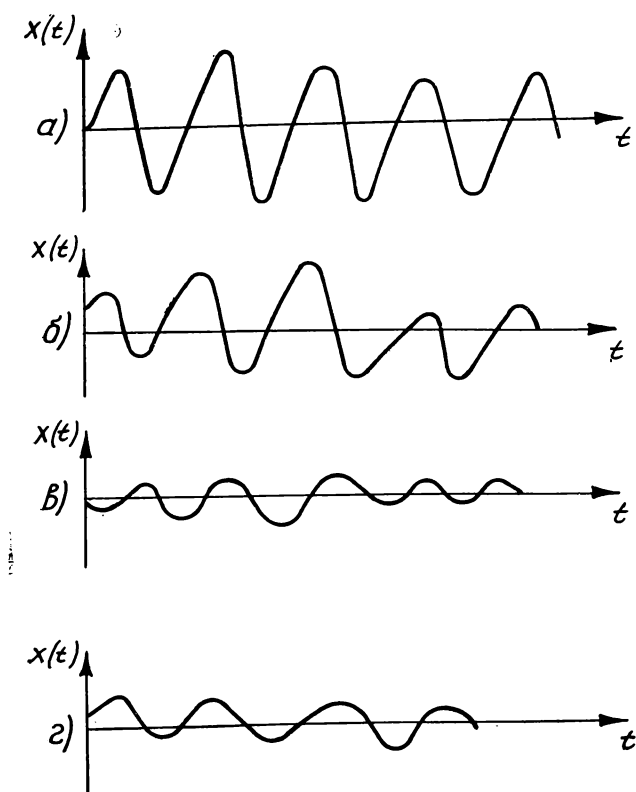


Рис. 1. Осциллограммы качаний двигателя с различными относительными коэффициентами демпфирования:
 $a - \xi_d = 0,05$; $б - \xi_d = 0,05$; $в - \xi_d = 0,35$; $г - \xi_d = 0,35$

на рис. 1,а и т. д.). Рис. 1,в и 1,г изображают колебания скорости двигателя ЭСГ-2, в котором за счет введения электрической обратной связи был увеличен относительный коэффициент демпфирования на 0,3

(собственный коэффициент демпфирования этого двигателя составляет 0,05).

На рис. 2 пунктиром изображена автокорреляционная функция, построенная по выражению (2). Сравнение представленных кривых позволяет заключить, что по характеру изменения они очень близки. В работе [6] при исследовании спектра колебаний скорости двухфазного синхронного двигателя Д 22 были обнаружены детерминированные со-

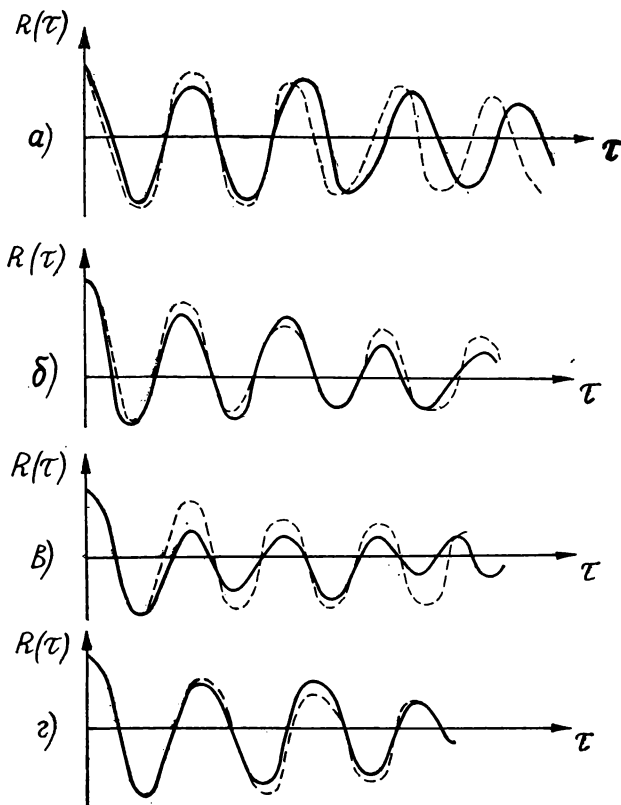


Рис. 2. Автокорреляционные функции сигналов, представленных на рис. 1

ставляющие на частотах 50 и 100 Гц, а также на частотах, кратных частоте вращения двигателя. В этой работе также было отмечено появление при некоторых измерениях неравномерности вращения двигателя частот 50 и 100 Гц, причиной возникновения которых, по нашему мнению, является неудовлетворительная фильтрация питающих напряжений электронных схем. Этот вывод подтверждается также работой [7].

Достаточно точное балансирование двигателя дает возможность пренебречь детерминированными частотами в спектре колебаний скорости двигателя, кратными частоте вращения 625 Гц, которые выражение (2) не учитывает. Если же в силу каких-либо причин, например особенностей конструкции электрической машины, в спектре сигнала, пропорционального углу качания ротора двигателя, все же присутствуют детерминированные составляющие, то их влияние легко учесть, зная дисперсию сигнала и коэффициент передачи цепи оптической коррекции для этих частот.

2. Расчет динамической ошибки оптико-механического дефлектора с оптической коррекцией

Точность предлагаемого дефлектора в установившемся режиме работы определяется контуром оптической коррекции. Она зависит как от передаточной функции контура, так и от свойств сигнала входного воздействия, которые были выражены аналитически в разделе 1. Объектом управления контура коррекции является корректирующий дефлектор, передаточная функция которого может быть описана функцией колебательного звена (с постоянной времени T_k и коэффициентом демпфирования ξ_k) или функцией безынерционного звена. Последнее правомерно, если собственная частота дефлектора существенно выше резонансной частоты электродвигателя.

Выражения (1) и (2) позволяют нам оценить точность рассматриваемого дефлектора на основании теории случайных процессов.

Вначале проведем этот расчет, предполагая, что корректирующий дефлектор является колебательным звеном, так как передаточную функцию безынерционного корректирующего дефлектора легко получить приравниванием T_k к нулю. Передаточная функция цепи оптической коррекции по ошибке $W_\epsilon(p)$ найдется:

$$W_\epsilon(p) = \frac{1 + 2\xi_k T_k p + p^2 T_k^2}{1 + K + 2\xi_k T_k p + p^2 T_k^2}, \quad (3)$$

где K — коэффициент передачи цепи оптической коррекции.

Сделав обычное предположение о стационарности рассматриваемого случайного процесса, запишем выражение для спектральной плотности сигнала ошибки:

$$S_\epsilon(\omega) = |W_\epsilon(\gamma\omega)|^2 S(\omega), \quad (4)$$

где $S_\epsilon(\omega)$ — спектральная плотность сигнала ошибки в контуре оптической коррекции; $S(\omega)$ — спектральная плотность сигнала входного воздействия, действующего на контур коррекции.

На основании [3] величина среднеквадратичной ошибки контура коррекции ϵ^2 может быть записана в виде

$$\epsilon^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_\epsilon(\omega) d\omega. \quad (5)$$

С учетом выражений (2), (3) и (4) подынтегральное выражение (5) примет вид:

$$S_\epsilon(\omega) = \frac{1 + T_k^2(4\xi_k^2 - 2)\omega^2 + T_k^4\omega^4}{(1 + K)^2 + T_k^2[4\xi_k^2 - 2(K + 1)]\omega^2 + T_k^2\omega^4} \times \\ \times \mu D \left[\frac{1}{\mu^2 + (\beta - \omega)^2} + \frac{1}{\mu^2 + (\beta + \omega)^2} \right]. \quad (6)$$

Приведем (6) к виду

$$S_\epsilon(\omega) = \frac{G(\gamma\omega)}{F(\gamma\omega)F(-\gamma\omega)}, \quad (7)$$

после чего интеграл (5) может быть вычислен с помощью стандартного приема, разработанного в работе [8], для чего перепишем его следующим образом:

$$S_{\varepsilon}(\omega) = \frac{[1 + T_k^2(4\xi_k^2 - 2)\omega^2 + T_k^4\omega^4](\mu^2 + \beta^2 + \omega^2)2\mu D}{[1 + K + 2(\gamma\omega)\xi_k T_k + (\gamma\omega)^2 T_k^2] \cdot [\mu^2 + \beta^2 + 2\mu(\gamma\omega) + (\gamma\omega)^2]} \times \\ \times \frac{1}{[1 + K + 2(-\gamma\omega)\xi_k T_k + (-\gamma\omega)^2 T_k^2] \cdot [\mu^2 + \beta^2 + 2\mu(-\gamma\omega) + (-\gamma\omega)^2]}. \quad (8)$$

Формулы (7) и (8) дают нам возможность получить следующие соотношения:

$$F(\gamma\omega) = T_k^2(\gamma\omega)^4 + 2[\xi_k T_k + \mu T_k^2](\gamma\omega)^3 + [1 + K + 4\mu\xi_k T_k + \\ + T_k(\mu^2 + \beta^2)](\gamma\omega)^2 + 2[\mu(1 + K) + (\mu^2 + \beta^2)\xi_k T_k](\gamma\omega) + (\mu^2 + \beta^2)(1 + K); \\ G(\gamma\omega) = -2T_k^4(\gamma\omega)^6 + 2[T_k^4(\mu^2 + \beta^2) + 2T_k^2(2\xi_k^2 - 1)](\gamma\omega)^4 - \\ - [4T_k^2(\mu^2 + \beta^2)(2\xi_k^2 - 1) + 2](\gamma\omega)^2 + 2\mu^2 + 2\beta^2.$$

Используя таблицу несобственных интегралов с подынтегральными выражениями, аналогичными (7), найдем зависимость среднеквадратичной ошибки цепи оптической коррекции от параметров входящих в нее элементов и параметров случайного сигнала, характеризующего нестабильность вращения двигателя:

$$\varepsilon^2 = \mu D \frac{b_0(-a_1 a_4 + a_2 a_3) - a_0 a_3 b_1 + a_0 a_1 b_2 + \frac{a_0 b_3}{a_4}(a_0 a_3 - a_1 a_2)}{2\dot{a}_0(a_0 a_3^2 + a_1^2 a_4 - a_1 a_2 a_3)}, \quad (9)$$

где

$$a_0 = T_k^2; \\ a_1 = 2(\xi_k T_k + \mu T_k^2); \\ a_2 = 1 + k + 4\mu\xi_k T_k + T_k^2(\mu^2 + \beta^2); \\ a_3 = 2[\mu(1 + k) + (\mu^2 + \beta^2)\xi_k T_k]; \\ a_4 = (\mu^2 + \beta^2)(1 + k); \\ b_0 = -2T_k^4; \\ b_1 = 2[T_k^2(\mu^2 + \beta^2) + 2T_k^2(2\xi_k^2 - 1)]; \\ b_2 = -[4T_k^2(\mu^2 + \beta^2)(2\xi_k^2 - 1) + 2]; \\ b_3 = 2(\mu^2 + \beta^2).$$

Из выражения (9) легко получить формулу для расчета среднеквадратичной ошибки рассматриваемого оптико-механического устройства развертки в случае использования безынерционного корректирующего дефлектора ($T_k = 0$):

$$\varepsilon^2 = D \frac{1}{(1 + K)^2}. \quad (10)$$

В последнем соотношении, так же как и в формуле (9), под D подразумевается дисперсия сигнала, пропорционального качаниям ротора двигателя, охваченного гибкой обратной связью.

Наиболее важной задачей, решаемой с помощью выражения (9), является определение значения постоянной времени корректирующего дефлектора $T_{k_{\max}}$, дальнейшее уменьшение которого при неизменном K не приводит к заметному снижению среднеквадратичной ошибки устройства развертки. При $T_k = T_{k_{\max}}$ величина ε^2 практически не зависит от параметров случайного сигнала, действующего на вход контура оптической коррекции, и вычисляется из (10); $T_{k_{\max}}$ является основным исходным параметром, определяющим выбираемый тип кор-

ректирующего дефлектора. Величина T_k связана сложной нелинейной зависимостью со среднеквадратичной ошибкой оптико-механического дефлектора, которую легче всего выявить, используя численные вычисления. Все расчеты были проведены для единичной дисперсии D и параметра затухания $\mu=0,5$. Значение μ выбиралось путем усреднения этого параметра в аппроксимирующих выражениях вида (1), накладываемых на реализации автокорреляционных функций колебаний скорости двигателя, охваченного гибкой обратной связью.

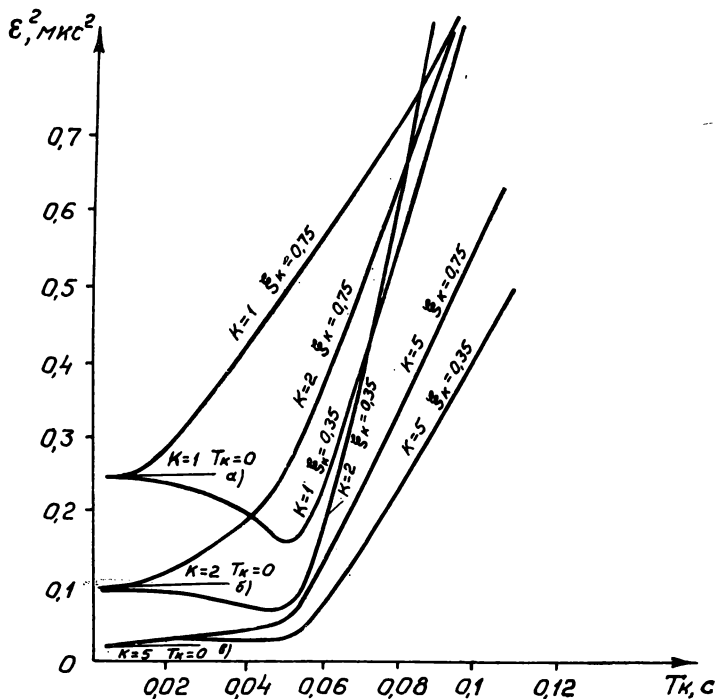


Рис. 3. Зависимость среднеквадратичной ошибки устройства развертки от постоянной времени корректирующего дефлектора

Для выяснения степени влияния коэффициента демпфирования корректирующего дефлектора ξ_k на величину среднеквадратичной ошибки устройства развертки выберем значение ξ_k , ограничивающее интервал, рекомендуемый для систем с качественным демпфированием свободных колебаний ($\xi_{k_{\min}}=0,35$; $\xi_{k_{\max}}=0,75$).

Влияние инерционности корректирующего дефлектора на точность оптико-механического устройства развертки иллюстрируется графическим материалом, представленным на рис. 3. Горизонтальные прямые a , b , $в$ определяют среднеквадратичные ошибки цепи оптической коррекции с безынерционным корректирующим дефлектором для фиксированных значений K . Прямые a , b и $в$ являются асимптотами, к которым стремятся графики $\epsilon^2=F(T_k)$ при уменьшении постоянной времени корректирующего дефлектора. Для принятых параметров случайного сигнала достаточная степень совпадения кривых $\epsilon^2=F(T_k)$ с асимптотами обеспечивается уже в случае $T_k=0,02$, т. е. практически безынерционным можно считать корректирующий дефлектор, имеющий резонансную частоту, равную 50 Гц.

Точность оптико-механического устройства развертки, содержащего более инерционный корректирующий дефлектор, в значительной сте-

пени зависит от его относительного коэффициента демпфирования ξ_k . Коэффициент демпфирования, равный 0,75, обеспечивает плавное падение кривой $\varepsilon^2 = F(T_k)$ к асимптоте. Кривые, рассчитанные для $\xi_k = 0,35$, имеют минимальные значения среднеквадратичных ошибок в точке $T_k \approx 0,05$ с. С уменьшением K выигрыш в точности от применения дефлектора с $T_k = 0,05$ с становится все более ощутимым. С точки зрения реализации проще изготовить корректирующий дефлектор с более низкой полосой пропускания (20 Гц вместо 50 Гц).

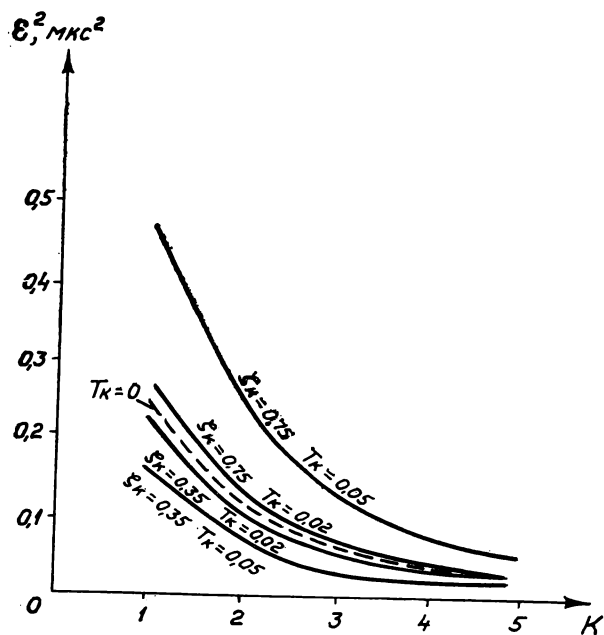


Рис. 4. Зависимость среднеквадратичной ошибки устройства развертки от коэффициента передачи цепи оптической коррекции

С другой стороны, применение корректирующего дефлектора с $T_k = 0,05$ нецелесообразно в силу следующего:

1. Расхождение расчетного минимума кривой $\varepsilon^2 = F(T_k)$ с реально существующим может привести к существенному снижению точности дефлектора, так как часть кривой $\varepsilon^2 = F(T_k)$ справа от экстремума круто возрастает.

2. Расположение минимумов указанных графиков зависит от коэффициента передачи цепи оптической коррекции. Минимум кривой $\varepsilon^2 = F(T_k)$, вычисленной для $K=5$ и $\xi_k = 0,35$, лежит на соответствующей асимптоте, т. е. корректирующий дефлектор с $T_k = 0,05$ с выигрыша по точности не обеспечивает. Дальнейшее увеличение K уменьшает точность оптико-механического устройства развертки, содержащего дефлектор с $T_k = 0,05$ с.

Величина относительного коэффициента демпфирования ξ_k оказывает влияние на точность устройства развертки, если собственная частота корректирующего дефлектора ниже 50 Гц. С повышением частоты изменение ξ_k от 0,35 до 0,75 практически не влияет на значение среднеквадратичной ошибки ε^2 , поэтому предпочтительней выбирать дефлектор с малыми ξ_k , который расходует меньшее количество энергии на демпфирование собственных колебаний.

Графики, представленные на рис. 4, иллюстрируют уменьшение среднеквадратичной ошибки контура оптической коррекции с увеличе-

нием коэффициента передачи K . Пунктиром изображена кривая, построенная по выражению (10) для безынерционного корректирующего дефлектора. По мере уменьшения постоянной времени T_k графики $\varepsilon^2 = F_1(K)$ все более приближаются к идеализированной пунктирной кривой.

С помощью выражения (10) легко показать, что при $K \rightarrow \infty$ и $T_k < 0,02$ точность устройства развертки неограниченно повышается, а $\varepsilon^2 \rightarrow 0$. В то же время, как это следует из предыдущего изложения, устойчивость контура коррекции и цепи управления двигателем не нарушается.

Это свойство цепи оптической коррекции коренным образом отличает предлагаемый оптико-механический дефлектор от известных, управляемых только по цепи питания двигателя, где точность дефлектора ограничивается инерционностью зеркального барабана.

3. Быстродействие контура оптической коррекции

Рассмотрим вопрос о сравнительном быстродействии обычного оптико-механического дефлектора и дефлектора с оптической коррекцией. Под быстродействием будем понимать скорость реакции системы управления оптико-механическим устройством развертки на управляющее или возмущающее воздействие, как это принято в теории автоматического регулирования [3].

Корректирующий дефлектор так же, как и двигатель, описывается передаточной функцией колебательного звена. Как следует из предыдущего изложения, быстродействие оптико-механического дефлектора с оптической коррекцией ограничивается корректирующим дефлектором в то время, как в известных дефлекторах быстродействие системы управления зависит от инерционности двигателя и зеркального барабана. В том и другом случае инерционность электронных элементов, входящих в устройство развертки, пренебрежимо мала.

Время переходного процесса колебательного звена t_n при подаче на его вход ступенчатого воздействия оценим с помощью формулы, приведенной в работе [3]

$$t_n = \frac{7,5 M - 3}{\omega_p},$$

где M — показатель колебательности звена; ω_p — круговая резонансная частота.

Считая, в первом приближении, показатели колебательности одинаковыми (предположим $M=1,5$, что позволяет применить для расчета приведенную выше формулу), определим выигрыш в быстродействии дефлектора с оптической коррекцией:

$$\frac{t_{нд}}{t_{нк}} = \frac{\omega_{рк}}{\omega_{рд}},$$

где $t_{нд}$ — время переходного процесса двигателя; $t_{нк}$ — время переходного процесса корректирующего дефлектора; $\omega_{рд}$ и $\omega_{рк}$ — резонансные частоты двигателя и корректирующего дефлектора.

4. Энергия управления в устройстве развертки с оптической коррекцией

Проведем сравнение энергий, затрачиваемых на компенсацию качаний ротора электродвигателя, для двух случаев: когда управление ведется по цепи питания двигателя и когда объектом регулирования является корректирующий дефлектор.

В обоих случаях предположим, что качания электрической машины устройства развертки компенсируются до нуля и на формируемом изображении не наблюдаются. Обозначим угловую скорость ротора, движущегося относительно вектора намагничивающей силы поля статора, $\gamma(t)$. Ротор вращается, кроме того, с номинальной угловой скоростью Ω (в рассматриваемой системе $\Omega = 37500$ об/мин), поэтому мгновенное значение скорости ротора $\beta(t)$ определяется:

$$\beta(t) = \Omega + \gamma(t).$$

Найдем мгновенное значение энергии вращения ротора $W(t)$:

$$W(t) = \frac{J\beta(t)^2}{2} = \frac{J[\Omega^2 + 2\Omega\gamma(t) + \gamma(t)^2]}{2},$$

где J — момент инерции ротора двигателя с зеркальным барабаном, после чего определим среднее значение энергии ротора $W(t)_{\text{ср}}$ за период наблюдения T :

$$W(t)_{\text{ср}} = \frac{J}{2T} \int_0^T [\Omega^2 + 2\Omega\gamma(t) + \gamma(t)^2] dt.$$

Если качания ротора компенсируются системой управления, то скорость двигателя становится абсолютно равномерной. Энергия вращения будет равна $\frac{J\Omega^2}{2}$, а энергия, затрачиваемая на управление $W_{\text{уд}}$, определится с учетом последнего выражения:

$$W_{\text{уд}} = W(t)_{\text{ср}} - \frac{J\Omega^2}{2} = \frac{J}{\eta_1 2T_0} \int_0^T [2\Omega\gamma(t) + \gamma(t)^2] dt, \quad (11)$$

где η_1 — коэффициент полезного действия цепи, осуществляющей управление двигателем.

Как правило, управляющее воздействие цепи демпфирования формируется таким образом, что в сигнале, пропорциональном колебаниям скорости двигателя, отсутствует постоянная составляющая [1]. Это эквивалентно тому, что среднее значение угловой скорости двигателя за время наблюдения можно считать равным нулю, т. е.

$$\frac{1}{T} \int_0^T \gamma(t) dt = 0, \quad (12)$$

после чего на основании выражений (11) и (12) определим энергию управления двигателем:

$$W_{\text{уд}} = \frac{J}{2T\eta_1} \int_0^T \gamma^2(t) dt. \quad (13)$$

Для стабилизации направления распространения лазерного луча корректирующий дефлектор должен совершать колебания также со скоростью $\gamma(t)$ (рассматривается установившийся режим работы корректирующего дефлектора). Среднее значение энергии $W_{\text{ук}}$, затрачиваемое на управление дефлектором, определяется:

$$W_{\text{ук}} = \frac{J_k}{2T\eta_2} \int_0^T \gamma^2(t) dt, \quad (14)$$

где J_k — момент инерции подвижной части корректирующего дефлектора; η_2 — коэффициент полезного действия цепи оптической коррекции. На основании выражений (13) и (14) вычислим относительный

выигрыш мощности δ , который получается в результате применения цепи оптической коррекции вместо традиционного управления двигателем по цепи питания:

$$\delta = \frac{W_{уд}}{W_{ук}} = \frac{J}{J_k} \cdot \frac{\eta_a}{\eta_l}.$$

Последнее выражение упрощается, если принять одинаковыми коэффициенты полезного действия цепей управления двигателем и корректирующим дефлектором, и δ найдется как отношение моментов инерции подвижных частей этих элементов.

Выводы

1. Рассмотрена двухконтурная система управления устройством развертки, в которой корректирующий дефлектор охвачен жесткой обратной связью. Система устойчива при любом коэффициенте передачи цепи оптической коррекции и имеет следующие преимущества по сравнению с известными дефлекторами барабанного типа:

а) более высокую динамическую точность за счет того, что корректирующий дефлектор принципиально позволяет ослабить временные искажения во всем спектре изменений скорости двигателя (как известно, обычная система управления двигателем компенсирует только часть этого спектра);

б) повышенное быстродействие, оцениваемое как отношение собственных частот двигателя (с зеркальным барабаном) и корректирующего дефлектора;

в) малую энергию управления (выигрыш по энергии управления определяется приблизительно отношением моментов инерции вращающихся частей двигателя и подвижной части корректирующего дефлектора);

г) взаимозависимость цепей, определяющих динамическую точность устройства развертки и его устойчивость.

2. Автокорреляционные функции сигналов, пропорциональных качаниям электродвигателя, могут быть аппроксимированы известным выражением, используемым для объектов, возмущенное движение которых происходит по типу «нерегулярной качки». Аппроксимация правомерна при относительных коэффициентах демпфирования двигателя равных 0,05 и 0,35.

3. Базируясь на введенных аппроксимирующих выражениях, было получено соотношение, содержащее аналитическую связь между динамической точностью устройства развертки, параметрами контура оптической коррекции и характеристиками случайных колебаний ротора двигателя. Упомянутое соотношение выведено для двух типов корректирующих дефлекторов: безынерционного и дефлектора, описываемого передаточной функцией колебательного звена.

4. С помощью полученной зависимости вычислена постоянная времени корректирующего дефлектора ($T_k=0,02$ с), дальнейшее уменьшение которой практически не повышает точность устройства развертки. Показано, что если собственная частота дефлектора выше 50 Гц, величина его относительно коэффициента демпфирования мало влияет на точность устройства развертки. (Вычисления проведены для случайного сигнала, действующего на вход контура оптической коррекции с параметрами: $\mu=0,5$ 1/с, $\beta=2,7$ 1/с).

5. Цепь оптической коррекции теоретически позволяет неограниченно повышать точность строчного сканирующего устройства барабанного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бенедичук И. В., Данилин В. К., Фридлянд И. В. Структура системы управления строчной разверткой барабанного типа. — «Труды ВНИИТР», 1975, вып. 7(26).
2. Анненков В. Б., Куракин А. С., Лодочников В. Б. Экспериментальное исследование равномерности вращения микродвигателей. — «Изв. высш. учеб. заведений. Электромеханика», 1976, № 2.
3. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования. М., «Наука», 1972.
4. Гончаров А. В., Лазарев В. И., Пархоменко В. И., Штейн А. Б. Техника магнитной видеозаписи. М., «Энергия», 1970.
5. Техническое описание вычислительной машины МИР-1.
6. С м у с ь В. С. Исследование источников временных искажений в телевизионном сигнале, воспроизведенном с магнитной ленты. Кандидатская диссертация. Л., 1971. (ЛИКИ).
7. Глушанок М. В. Система автоматического регулирования опико-механического дефлектора для лазерного регистрирующего устройства. — «Вопросы радиоэлектроники. Сер. Техника телевидения», 1974, вып. 4.
8. Д ж е й м с Х., Н и к о л ь с Н., Ф и л л и п с Р. Теория следящих систем. М., Изд-во иностр. лит., 1953.

Статья поступила
в редакцию
9 декабря 1977 г.

МИКСЕРНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ МИКСЕРНО-КОММУТАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА ВИДЕОСИГНАЛОВ

Микшерный усилитель разработан для комплекса блоков микшерно-коммутационного устройства видеосигналов. С помощью этого усилителя осуществляется плавное микширование или быстродействующая коммутация двух видеосигналов. На рис. 1 приведена функциональная схема такого усилителя.

Так как микшерно-коммутационное устройство в целом выполнено по схеме микширования сигналов R , G , B , то для исключения возможности возникновения искажений цветности в процессе микширования к параметрам микшерных усилителей предъявляются очень жесткие требования. Особенно это касается стабильности коэффициента передачи и стабильности уровня черного.

Как известно, расхождение уровней видеосигналов в каналах R , G , B при передаче черно-белых деталей изображения не должно превышать 0,5% от размаха видеосигнала. В противном случае глаз заметит изменение воспроизводимой цветности белого. Сопряжение трех видеосигналов с такой же точностью в процессе микширования обязательно.

Опытным путем было установлено, что во время даже достаточно плавного микширования (при смене изображений за 3—5 с) глаз не успевает заметить нарушение баланса белого, если различие уровней видеосигналов относительно опорного, например G , не превышает 2%.

Полученные результаты позволили не усложнять чрезмерно схемное решение наиболее важных узлов микшерного усилителя — регулируемых усилителей $PY1$, $PY2$, упрощенная схема которых приведена на рис. 2.

Оба регулируемых усилителя выполнены на дифференциальных усилителях и осуществляют плавное микширование двух видеосигналов или работают как быстродействующие коммутаторы. Последнее достигается при подаче на управляющий вход силуэтного сигнала от блока спецэффектов.

Для сохранения баланса белого во всем диапазоне микширования необходимо обеспечить идентичность характеристик всех трех пар регулируемых усилителей в каналах R , G , B . Рассмотрим это подробнее.

Регулировка усиления каждого дифференциального усилителя осу-

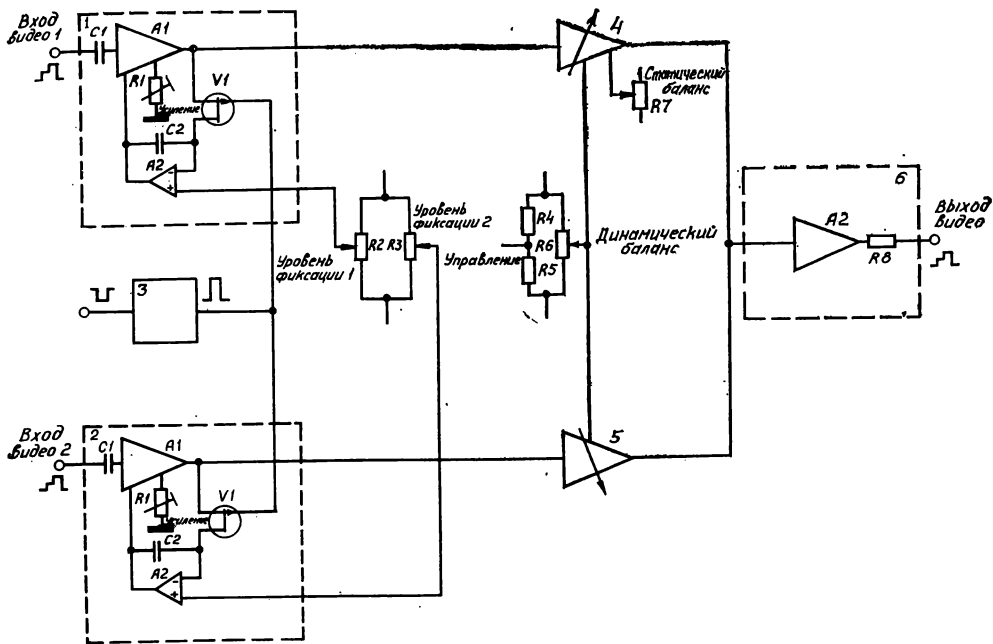


Рис. 1. Функциональная схема микшерного усилителя:
 1, 2 — входные видеоусилители со схемами фиксации уровня черного; 3 —
 формирователь импульсов фиксации уровня черного; 4, 5 — регулируемые
 усилители; 6 — сумматор видеосигналов и выходной видеоусилитель

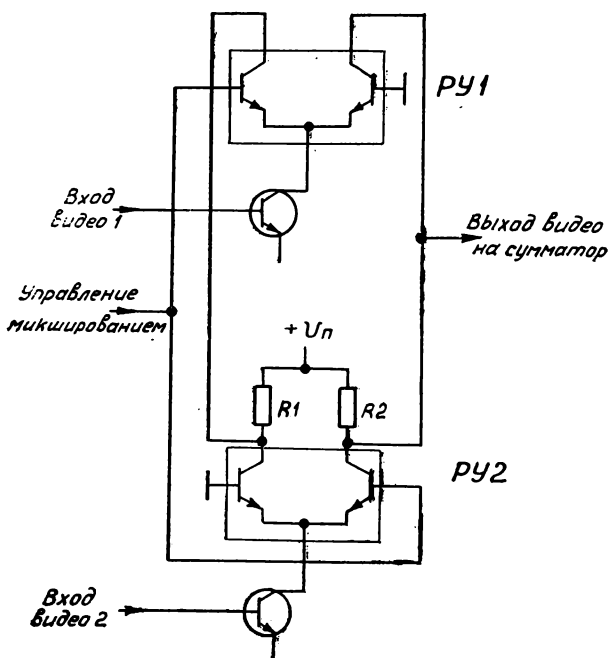


Рис. 2. Упрощенная схема регулируемых усилителей

ществляется за счет перераспределения токов между транзисторами дифференциальной пары. В идеальном случае, когда параметры усилителей идентичны, изменение коэффициента передачи дифференциальных усилителей происходит по одинаковым законам (рис. 3). При подаче на входы обоих регулируемых усилителей одного и того же сигнала на выходе сумматора не будет наблюдаться изменения размаха сигнала.

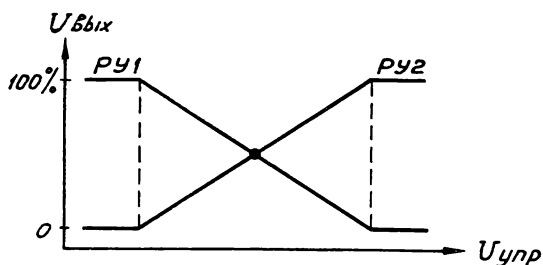


Рис. 3. Характеристики регулирования идеальных регулируемых усилителей

В реальных условиях, когда параметры всех трех пар дифференциальных усилителей за счет разброса параметров транзисторов различаются между собой, изменение коэффициента передачи различно для каждого усилителя (рис. 4). В этом случае размах микшированного сигнала на выходе каждого канала может изменяться при регулировании до 3—4% от номинального размаха, а различие размахов видеосигналов каналов R, G, B может составить в этом случае 5—7% от номинального размаха этих видеосигналов при передаче черно-белого изображения. Но, как отмечалось выше, относительное различие уровней видеосигналов R, G, B при микшировании не должно превышать 2%, а после микширования расхождение уровней видеосигналов в каналах R, G, B не должно превышать 0,5%.

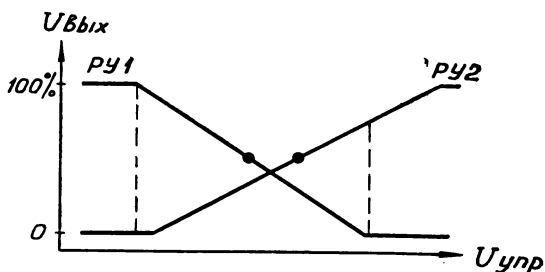


Рис. 4. Характеристики регулирования реальных регулируемых усилителей

Чтобы обеспечить получение этих параметров, в схемы регулируемых усилителей, выполненных на транзисторных сборках, были введены цепочки регулировки статического и динамического баланса управления (рис. 5). С помощью цепочки статического баланса изменяется потенциал на базе транзистора первого дифференциального усилителя, тем самым осуществляется сдвиг его регулировочной характеристики ΔU . Таким образом, осуществляется совмещение регулировочных характеристик усилителей $PУ1$ и $PУ2$ каждого канала на уровне 0,5 от номинального размаха (рис. 6,а).

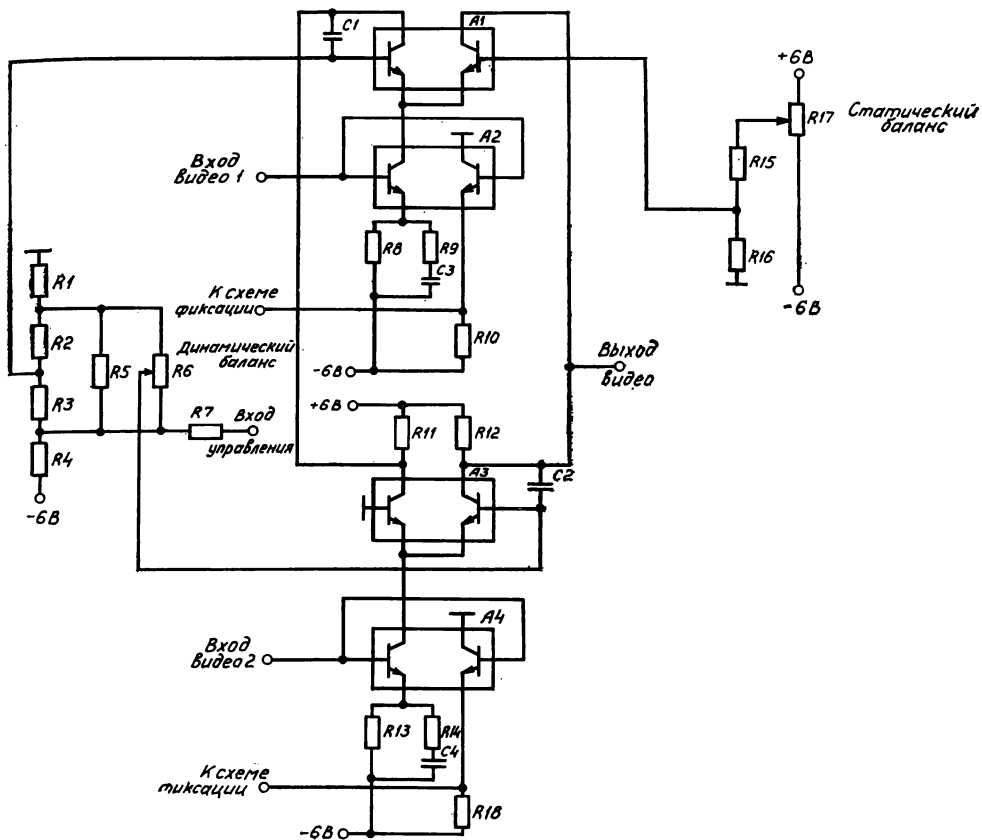
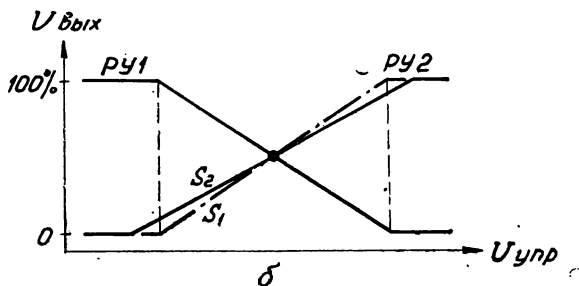
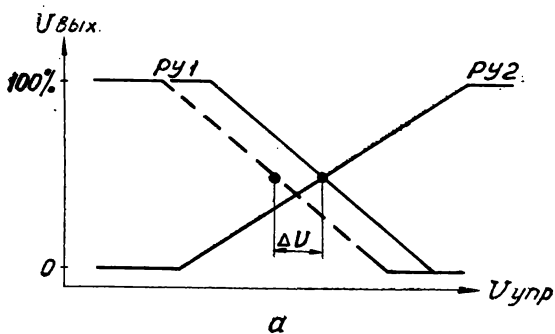


Рис. 5. Электрическая схема регулируемых усилителей



$\Delta S = S_2 - S_1$; S — крутизна характеристики регулирования;

$$S = \frac{dU_{\text{вых}}}{dU_{\text{упр}}}$$

Рис. 6. Влияние цепочки статического (а) и динамического (б) баланса на характеристику регулирования

С помощью цепочки динамического баланса изменяется начальный уровень сигнала управления вторым усилителем, что приводит к изменению крутизны ΔS его регулировочной характеристики (рис. 6,б). Введение этих двух цепочек позволило получить относительное различие уровней видеосигналов R, G, B в процессе микширования менее 2%.

Для того чтобы расхождение уровней видеосигналов в каналах R, G, B после прекращения микширования не превышало 0,5%, дифференциальные усилители имеют совмещенные нагрузки, а режимы работы усилителей выбраны таким образом, чтобы получить равные рабочие токи в усилителях $PY1$ и $PY2$.

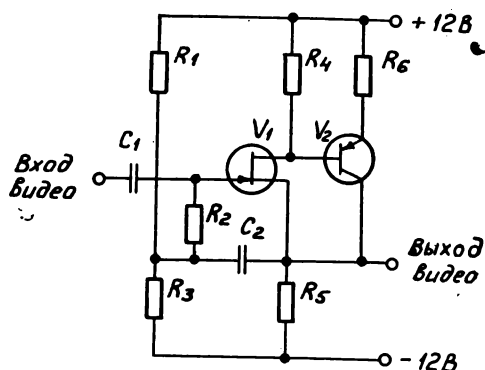


Рис. 7. Электрическая схема входных каскадов микшерного усилителя

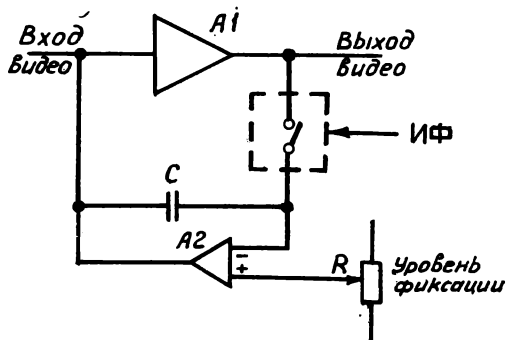


Рис. 8. Схема фиксации уровня черного

Рассмотрим некоторые особенности схем регулируемых усилителей, введенных с целью улучшения параметров коммутации.

Микшерный усилитель может работать как коммутатор видеосигналов при подаче на его вход силуэтного сигнала от блока спецэффектов. При этом могут возникать паразитные выбросы, которые появляются на изображении в виде окантовок. Опытным путем было установлено, что эти выбросы не будут влиять на изображение, если их размах не превышает 50 мВ при длительности не более 50 нс (для видеосигнала размахом 0,7 В).

Для выполнения этого требования необходимо обеспечить идентичность форм регулировочных характеристик дифференциальных усилителей, при которых постоянство коэффициента передачи микшерного усилителя поддерживается с точностью не хуже 2%, и идентичность динамических свойств транзисторов дифференциальных усилителей.

Первое достигается с помощью цепочек статического и динамического баланса управления. Что касается динамических свойств транзисторов, под которыми мы понимаем параметры, влияющие на скорость переключения транзисторов, то их различие можно компенсировать введением в схемы регулируемых усилителей компенсирующих емкостей C_1 , C_2 . Эти емкости включаются параллельно переходам коллектор—база, как показано на рис. 5. Величины емкостей подбираются экспериментально при настройке усилителей.

Остальные узлы микшерного усилителя в меньшей степени влияют на параметры, определяющие качество его работы, но к ним также предъявляются повышенные требования в отношении стабильности коэффициента передачи и уровня черного.

Так например, входные каскады микшерных усилителей выполнены по схеме с единичным коэффициентом передачи с полевым транзистором на входе и гальванической обратной связью между транзисторами (рис. 7), что обеспечивает получение необходимой стабильности коэффициента передачи при воздействии различных дестабилизирующих факторов.

Схема фиксации уровня черного выполнена на операционном усилителе, включенном в цепи обратной связи эмиттерного повторителя (рис. 8). По сравнению с обычно применяемыми схемами фиксации с конденсатором в цепи сигнала данная схема фиксации содержит накопительный конденсатор в цепи обратной связи операционного усилителя, что обеспечивает необходимую стабильность уровня черного видеосигналов. Величина паразитных выбросов здесь также меньше, чем в обычно применяемых схемах.

Выводы

Проведенные исследования позволили реализовать микшерный усилитель и на его основе микшерно-коммутационное устройство сигналов R , G , B в котором относительное различие уровней видеосигналов R , G , B при микшировании менее 2%, а после прекращения микширования относительные различия коэффициентов передачи каналов R , G , B не превышают 0,5%.

Микшерный усилитель вполне автономен и как составной элемент может быть использован при конструировании микшерно-коммутационных устройств черно-белого и цветного телевидения различной сложности.

Микшерно-коммутационное устройство, включающее в себя разработанные микшерные усилители, установлено в передвижной репортажной станции цветного телевидения, разработанной во ВНИИТР.

Статья поступила
в редакцию
5 сентября 1977 г.

СПОСОБ КОРРЕКЦИИ НЕЛИНЕЙНОСТИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПО ГОРИЗОНТАЛИ

1. Введение

Метод формирования тока строчного отклонения с помощью каскада с симметричным ключом, нашедший повсеместное применение в генераторах строчной развертки (ГСР) телевизионных приемников и передающих камер, обладает существенным недостатком. Из-за наличия активного сопротивления в цепи формирования нарастание отклоняющего тока во время прямого хода развертки имеет экспоненциаль-

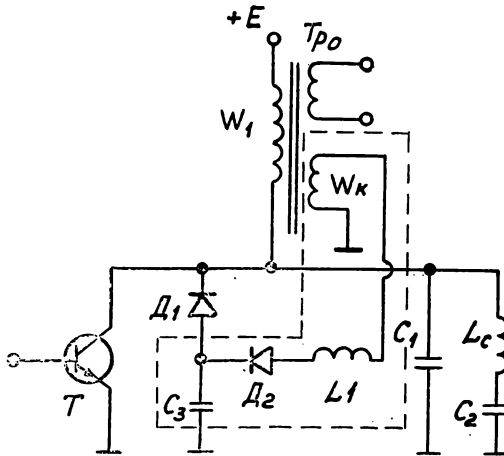


Рис. 1. Принципиальная схема выходного каскада генератора строчной развертки с цепью коррекции (обозначено пунктиром)

ный характер, что вызывает растяжение изображения по горизонтали в левой части раstra и сжатие его в правой части. Известно множество способов коррекции нелинейности такого типа [1]. Однако большинство из них сложны, неэкономичны, дороги, подвержены влиянию дестабилизирующих факторов. В работе [2] предложен новый способ, обладающий рядом преимуществ по сравнению с известными. Схема выходного каскада ГСР, в котором реализован этот способ, приведена на рис. 1. В ней цепь коррекции образована дополнительной обмоткой W_k строчного трансформатора, катушкой индуктивности L_1 , диодом D_2 и

конденсатором коррекции C_3 , включенным последовательно с демпферным диодом D_1 . Как видно, схема коррекции чрезвычайно проста. Представляет интерес произвести анализ процесса коррекции с ее помощью и разработать методику расчета.

2. Принцип работы устройства коррекции

Рассматриваемое устройство коррекции должно обеспечить определенное замедление скорости нарастания отклоняющего тока в начале прямого хода развертки с тем, чтобы скомпенсировать растяжение изображения из-за экспоненциальных искажений. Поскольку известно [3], что в начале прямого хода ток отклоняющих катушек в основном протекает через демпферный диод, то, следовательно, корректирующий элемент устройства необходимо включить в цепь демпферного диода. Роль этого элемента выполняет конденсатор C_3 .

Во время обратного хода развертки на корректирующей обмотке W_k действуют положительные импульсы напряжения, наведенные с первичной обмотки W_1 строчного трансформатора. Эти импульсы отпирают диод D_2 и заряжают конденсатор C_3 до напряжения U_k . Цепь, образованная демпферным диодом D_1 и конденсатором C_1 , не влияет на процесс заряда корректирующего конденсатора C_3 , так как напряжение U_k , до которого этот конденсатор заряжается, намного меньше амплитуды импульсов напряжения, действующих на катоде демпферного диода D_1 во время обратного хода, и последний остается закрытым. По окончании обратного хода (в начале прямого хода развертки) демпферный диод D_1 отпирается и через него к отклоняющим катушкам прикладывается напряжение, равное напряжению питания E за вычетом напряжения коррекции U_k . Поскольку напряжение, приложенное к катушкам, меньше напряжения питания, то это вызывает замедление скорости нарастания тока в катушках, что и требуется для коррекции нелинейности.

После отпираания диода D_1 в начале прямого хода конденсатор C_3 начинает разряжаться через него, строчные отклоняющие катушки L_c и разделительный конденсатор C_2 . В результате этого напряжение коррекции уменьшается, а напряжение, приложенное к отклоняющим катушкам, повышается согласно выражению

$$u_c(t) = E - u_k(t), \quad (1)$$

что вызывает увеличение скорости нарастания отклоняющего тока. Параметры цепи коррекции следует подобрать так, чтобы примерно к середине прямого хода развертки корректирующий конденсатор полностью разрядился ($u_k = 0$) и обеспечил максимальную скорость нарастания отклоняющего тока.

Принцип коррекции с помощью цепи, показанной на рис. 1, поясняют эквивалентные схемы и осциллограммы, приведенные на рис. 2. На рис. 2,а показана эквивалентная схема выходного каскада ГСР без цепи коррекции. Из-за присутствия в ней сопротивления R , складывающегося из сопротивления отклоняющих катушек, сопротивлений открытых демпферного диода и транзистора, внутреннего сопротивления источника питания, во время прямого хода T_n ток в катушках i_c изменяется по экспоненциальному закону и отличается от линейного, обозначенного на рис. 2,в пунктиром. Это происходит потому, что напряжение u_c на катушках не постоянно, а уменьшается от значения E из-за увеличивающегося падения напряжения на сопротивлении R . Характер изменения $u(t)$ в схеме рис. 2,а показан на рис. 2,г, на котором пунктиром обозначен уровень E .

Скорость нарастания отклоняющего тока будет постоянной при постоянном напряжении на катушках, т. е. $u_c = \text{const}$. В реальных ГСР желательно получить S-образный характер изменения тока во время прямого хода. Для обеспечения такого изменения напряжение на катушках должно изменяться так, чтобы в начале и конце прямого хода быть несколько меньше, чем в его средней части. Такое изменение напряжения u_c показано штрихпунктирной кривой на рис. 2,г.

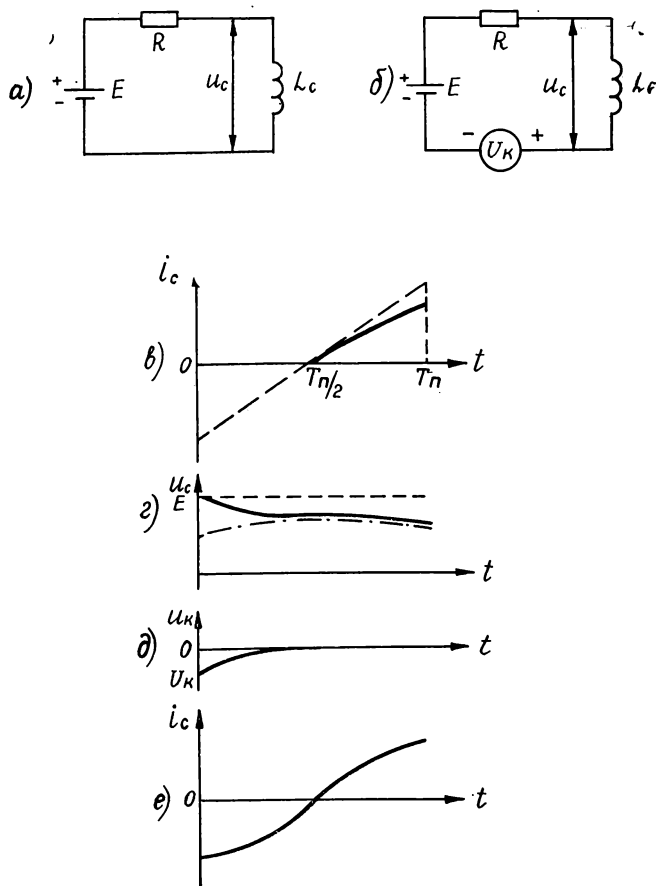


Рис. 2. Эквивалентные схемы выходного каскада генератора строчной развертки без цепи коррекции (а), с цепью коррекции (б) и пояснительные графики

Нужное изменение напряжения u_c можно получить в каскаде с цепью коррекции, показанном на рис. 1. Эквивалентная схема такого каскада приведена на рис. 2,б. Она отличается от эквивалентной схемы каскада без коррекции (рис. 2,а) наличием источника корректирующего напряжения U_k , включенного противоположно основному источнику питания E . Напряжение коррекции должно изменяться согласно осциллограмме, показанной на рис. 2,д. Тогда, вычитаясь из напряжения E , оно обеспечит необходимое изменение напряжения u_c , обозначенное на рис. 2,г штрихпунктирной линией. При этом отклоняющий ток будет иметь нужный S-образный характер нарастания (рис. 2,е). Та-

ким образом, задача корректирующей цепи рис. 1 состоит в получении требуемого изменения напряжения коррекции $u_k(t)$ в первой части прямого хода развертки.

3. Анализ корректирующей цепи

Исследуем прежде всего процесс разряда корректирующего конденсатора C_3 в течение первой части прямого хода развертки. Процесс разряда в этот период удобно анализировать с помощью эквивалентной схемы выходного каскада, показанной на рис. 3. Из рис. 2 следу-

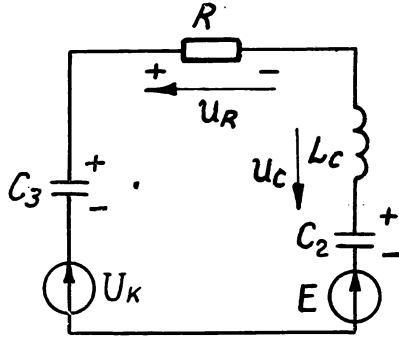


Рис. 3. Эквивалентная схема разряда конденсатора C_3

ет, что напряжение коррекции на конденсаторе C_3 в начале прямого хода должно быть равным максимальному падению напряжения на сопротивлении R , имеющему место в конце прямого хода, т. е. должно выполняться равенство:

$$U_k = I_m R, \quad (2)$$

являющееся условием коррекции искажений линейности (I_m — амплитуда отклоняющего тока).

Изменение отклоняющего тока в схеме рис. 3 можно представить синусоидой в следующем виде

$$i_c(t) = D \sin(\omega t + \varphi), \quad (3)$$

график которой приведен на рис. 4.

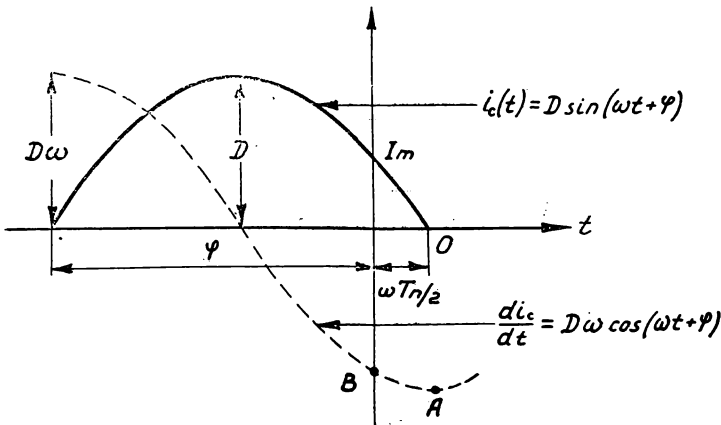


Рис. 4. Графики отклоняющего тока $i_c(t)$ и скорости его изменения di_c/dt во время разряда конденсатора C_3

В начале прямого хода при $t=0$ ток в отклоняющих катушках равен $-I_m$, т. е.

$$-I_m = D \sin \varphi. \quad (4)$$

При сравнительно небольших экспоненциальных искажениях отклоняющего тока с достаточной точностью можно считать, что в середине прямого хода, т. е. при $t=T_n/2$ отклоняющий ток равен нулю (см. рис. 2). Учитывая это, из (3) получим

$$\omega = \frac{\pi - \varphi}{T_n/2}. \quad (5)$$

Выражения (4) и (5) определяют взаимосвязь параметров синусоиды (3) с параметрами отклоняющего тока (см. рис. 4).

Для определения степени нелинейности отклоняющего тока важно знать характер зависимости скорости изменения тока от времени развертки. С этой целью продифференцируем выражение (3) и получим

$$\frac{di_c(t)}{dt} = D \omega \cos(\omega t + \varphi). \quad (6)$$

График выражения (6), без учета знака D , отмечен пунктирной линией на рис. 4. Согласно этому графику степень искажения линейности отклоняющего тока определяется различием скоростей его изменения в точках A и B . Определим коэффициент искажений линейности как

$$\beta = \frac{\left| \frac{di_c}{dt} \right|_A - \left| \frac{di_c}{dt} \right|_B}{\left| \frac{di_c}{dt} \right|_A} = \frac{|\cos(\omega T_n/2 + \varphi)| - |\cos \varphi|}{|\cos(\omega T_n/2 + \varphi)|}. \quad (7)$$

При выводе формулы (7) учтено выражение (6) и то, что $\cos(\omega t + \varphi)$ в точках A и B (рис. 4) отрицателен.

Поскольку при $t=T_n/2$, $i_c(T_n/2) = 0$, то согласно (3)

$$\omega T_n/2 + \varphi = \pi; \quad |\cos(\omega T_n/2 + \varphi)| = 1. \quad (8)$$

Поэтому выражение (7) принимает следующий вид:

$$\beta = 1 - |\cos \varphi|. \quad (9)$$

Это выражение определяет величину φ при заданном коэффициенте искажения

$$\varphi = \arccos(\beta - 1), \quad (10)$$

что после подстановки в (5) дает

$$\omega = \frac{\pi - \arccos(\beta - 1)}{T_n/2}. \quad (11)$$

Поскольку в (4) присутствует $\sin \varphi$, то на основании (9) находим

$$\sin \varphi = \sqrt{2\beta - \beta^2} \approx \sqrt{2\beta}. \quad (12)$$

Приближенное равенство (12) справедливо при значениях коэффициента $\beta = (1 \div 5)\%$, что обычно имеет место на практике. Подставляя (12) в (4) получим

$$D = -\frac{I_m}{\sqrt{2\beta}}. \quad (13)$$

Изменение напряжения на конденсаторе C_3 в рассмотренном интервале времени, т. е. во время первой половины прямого хода, определяется интегрированием выражения (3) по времени

$$u_{C_3}(t) = \frac{1}{C_3} \int i_c(t) \cdot dt = -\frac{D}{C_3} \cdot \frac{\cos(\omega t + \varphi)}{\omega} + G, \quad (14)$$

где G — постоянная интегрирования, которая определяется, исходя из начальных условий. В момент $t=0$, $u_{C_3} = U_K$, значит

$$G = U_K - \frac{I_m}{\omega C_3} \operatorname{ctg} \varphi. \quad (15)$$

К середине прямого хода строчной развертки конденсатор C_3 разрядится полностью. Подставляя в уравнение (14) значение $U_{C_3} = 0$ при $t = T_{\pi}/2$, с учетом (15) получим

$$0 = -\frac{D}{C_3} \frac{\cos(\omega T_{\pi}/2 + \varphi)}{\omega} + U_K - \frac{I_m}{\omega C_3} \operatorname{ctg} \varphi. \quad (16)$$

Учитывая второе равенство (8), после несложных преобразований нетрудно получить следующее выражение, которое определяет значение емкости конденсатора C_3

$$C_3 = \frac{I_m}{U_K} \cdot \frac{\operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2}}{\omega}, \quad (17)$$

где U_K , φ , ω определяются выражениями (2), (10) и (11) соответственно.

Полученные выше соотношения найдены из рассмотрения процесса разряда конденсатора C_3 во время прямого хода развертки. Во время обратного хода этот конденсатор заряжается. Параметры цепи заряда (индуктивность катушки L_1 и число витков корректирующей обмотки строчного трансформатора W_K) должны быть подобраны так, чтобы обеспечить необходимую величину напряжения U_K на конденсаторе C_3 , определяемую выражением (2). Эквивалентная схема цепи заряда корректирующего конденсатора во время обратного хода приведена на рис. 5. На входе цепи действуют синусоидальные импульсы напряжения длительностью T_0 и амплитудой $U_{K.m}$ поступающие с корректирующей обмотки строчного трансформатора. Они описываются выражением

$$u_{K0}(t) = U_{K.m} \cdot \sin \omega_0 t \quad (18)$$

в интервале времени $0 \leq t \leq T_0$; $\omega_0 = \frac{\pi}{T_0}$.

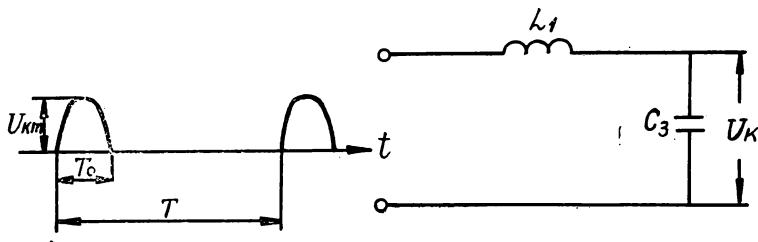


Рис. 5. Эквивалентная схема заряда конденсатора C_3

Для анализа цепи заряда (рис. 5) воспользуемся методом интеграла Дюамеля. Запишем выражение для тока заряда в следующем виде

$$i_3(t) = \int_0^t u'_{K0}(t) \cdot h(t-x) dx, \quad (19)$$

где

$$h(t) = \frac{1}{\rho} \cdot \sin \omega_3 t \quad (20)$$

переходная токовая функция зарядной цепи; $\rho = \sqrt{L_1/C_3}$; $\omega_3 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_3}}$ — угловая частота процесса заряда корректирующего конденсатора.

В выражении (19) учтено, что входной сигнал отсутствует за пределами интервала времени $t < 0$ и $t > T_0$.

Подставляя в (19) выражения (18) и (20) и производя интегрирование, после преобразований с учетом известных соотношений

$$\begin{aligned} \cos \omega_0 x &= \frac{1}{2} (e^{j \omega_0 x} + e^{-j \omega_0 x}), \\ \sin \omega_3 (t - x) &= \frac{1}{2j} [e^{j \omega_3 (t - x)} - e^{-j \omega_3 (t - x)}] \end{aligned}$$

получим

$$i_3(t) = \frac{U_{к.м}}{\rho} \cdot \frac{\omega_0 \omega_3}{\omega_0^2 - \omega_3^2} (\cos \omega_3 t - \cos \omega_0 t). \quad (21)$$

Характер изменения напряжения на C_3 в процессе его заряда найдем путем интегрирования (21)

$$u_{к0}(t) = \frac{1}{C_3} \int_0^t i_3(t) dt = \frac{U_{к.м}}{\rho C_3} \cdot \frac{\omega_0 \sin \omega_3 t - \omega_3 \sin \omega_0 t}{\omega_0^2 - \omega_3^2}. \quad (22)$$

С целью повышения эффективности действия корректирующей цепи целесообразно обеспечить резонансный режим заряда конденсатора C_3 , который будет иметь место при выполнении равенства

$$\omega_0 = \omega_3 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_3}}. \quad (23)$$

Отсюда необходимое значение индуктивности L_1 находим по формуле

$$L_1 = \frac{T_0^2}{\pi^2 \cdot C_3}. \quad (24)$$

В этом случае после устранения неопределенности по правилу Лопиталя выражения (21), (22) примут следующий вид:

$$i_3(t) = \frac{U_{к.м}}{2\rho} \omega_0 t \cdot \sin \omega_0 t, \quad (25)$$

$$u_{к0}(t) = \frac{U_{к.м}}{2} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cos \omega_0 t). \quad (26)$$

На рис. 6 показаны графики, построенные в нормированном виде в соответствии с этими выражениями. При этом

$$i_{3.н}(t) = i_3(t) \cdot \frac{L_1}{U_{к.м}}, \quad (27)$$

$$u_{к.н}(t) = u_{к0}(t) / U_{к.м}. \quad (28)$$

Максимальное значение тока заряда $I_{3.макс}$ достигается в момент времени $t_{I_{3.макс}}$, когда выполняется равенство

$$\omega_0 t_{I_{3.макс}} + \operatorname{tg}(\omega_0 t_{I_{3.макс}}) = 0, \quad (29)$$

полученное путем нахождения первой производной выражения (25) по времени и приравнивания ее нулю.

Как видно из графика $i_{3н}(t)$ рис. 6, максимальное значение тока заряда $I_{3.макс}$ достигается в момент времени $t_{I_{3.макс}} \approx \frac{3,25 T_0}{5}$. Подставляя это значение в (25), получим выражение для расчета $I_{3.макс}$, т. е.

$$I_{3.макс} = 4,05 \cdot 10^{-6} \frac{U_{к.м}}{L_1} . \quad (30)$$

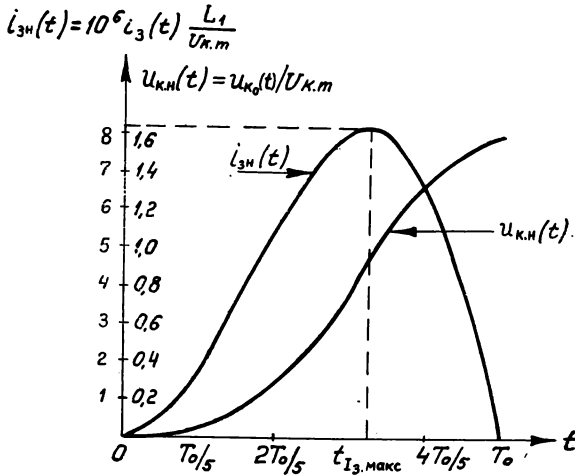


Рис. 6. Нормированные графики тока $i_{3н}(t)$ и напряжения $u_{кн}(t)$ на конденсаторе C_3 во время обратного хода

К концу обратного хода ($t=T_0$) конденсатор C_3 должен зарядиться до напряжения $U_{к.}$, величина которого рассчитывается по (2). С учетом этого из (26) получим формулу для расчета значения $U_{к.м}$

$$U_{к.м} = \frac{2 U_{к.}}{\pi} , \quad (31)$$

Известно [4], что амплитуда импульсов напряжения на первичной обмотке W_1 строчного трансформатора рассчитывается по формуле

$$U_{м.1} = E \left[1 + \frac{\pi}{2} (q - 1) \right] , \quad (32)$$

где $q = T/T_0$ (T — период строчной развертки). Зная эту амплитуду, нетрудно найти необходимый коэффициент трансформации (и впоследствии число витков корректирующей обмотки $W_к$):

$$n_{тр} = \frac{W_1}{W_к} = \frac{U_{м.1}}{U_{к.м}} = \frac{\pi E}{2 U_{к.}} \left[1 + \frac{\pi}{2} (q - 1) \right] . \quad (33)$$

Диод D_2 должен выдерживать импульсы тока и напряжения с запасом по сравнению со значениями, определенными выражениями (30) и (2).

4. Пример практического расчета корректирующей цепи

При инженерном расчете корректирующей цепи заданными являются индуктивность отклоняющих катушек L_c , амплитуда отклоняющего тока I_m , напряжение питания выходного каскада E , длительность периода строчной развертки T , длительность прямого хода T_n и длитель-

ность обратного хода T_0 строчной развертки. Для телевизионного стандарта $T=64$ мкс; примем $T_n=50$ мкс, $T_0=14$ мкс.

Пример расчета произведем для значения индуктивности строчных отклоняющих катушек $L_c=74$ мкГ. Такая величина индуктивности соответствует портативным телевизорам. При этом $I_m=3,42$ А, $E=12$ В.

1. Примем для получения высокой линейности отклоняющего тока коэффициент нелинейности $\beta=1\%$.

2. По формуле (2) определяем необходимое напряжение коррекции U_k :

$$U_k = I_m R = 3,42 \cdot 1,5 \approx 5,1 \text{ В}$$

(сопротивление потерь в схеме R примерно равняется 1,5 Ом).

3. Емкость конденсатора C_3 определяем с помощью выражения (17):

$$C_3 = \frac{I_m}{U_k} \cdot \frac{\text{ctg} \frac{\varphi}{2}}{\omega} = \frac{(3,42)^2}{5,1} \cdot \frac{0,071}{5,66 \cdot 10^3} = 8,6 \text{ мкФ.}$$

4. Величину индуктивности L_1 определяем по формуле (24):

$$L_1 = \frac{(T_0)^2}{\pi^2 C_3} = \frac{(14 \cdot 10^{-6})^2}{(3,14)^2 \cdot 8,6 \cdot 10^{-6}} \approx 2,3 \text{ мкГ.}$$

5. Амплитуда напряжения, поступающего с корректирующей обмотки W_k строчного трансформатора, определяется с помощью выражения (31):

$$U_{k.m} = \frac{2U_k}{\pi} = \frac{2 \cdot 5,1}{3,14} = 3,25 \text{ В.}$$

6. Максимальное значение тока заряда конденсатора C_3 во время обратного хода определяется выражением (30):

$$I_{z. \text{ макс}} = 4,05 \cdot 10^{-6} \frac{U_{k.m}}{L_1} = 4,05 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{3,25}{2,3 \cdot 10^{-6}} = 5,7 \text{ А.}$$

7. По формуле (32)

$$U_{m.1} = E \left[1 + \frac{\pi}{2} (g - 1) \right] = 12 \left[1 + \frac{3,14}{2} \left(\frac{64}{14} - 1 \right) \right] = 79 \text{ В.}$$

8. Пользуясь выражением (33) и числом витков первичной обмотки строчного трансформатора $W_1=50$, определяем число витков корректирующей обмотки

$$W_k = W_1 \cdot \frac{U_{k.m}}{U_{m.1}} = 50 \cdot \frac{3,25}{79} \approx 2,1.$$

Для компенсации падения напряжения на активном сопротивлении цепи заряда число витков корректирующей обмотки следует выбрать несколько больше рассчитанного по формуле (33) значения. Таким образом, примем W_k равным 3 виткам.

9. При выборе диода D_2 необходимо учитывать рассчитанные значения U_k и $I_{z. \text{ макс}}$ с запасом. С целью понижения влияния прямого сопротивления диода на величину напряжения коррекции желательно применять достаточно мощные диоды. Для понижения потерь на переключение рекомендуется выбрать высокочастотный диод. Поэтому в качестве D_2 выбираем диод такого же типа, что и демпферный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бриллиантов Д. П., Фридлянд И. В. Способы коррекции нелинейности телевизионной развертки. — «Техника кино и телевидения», 1976, № 1, с. 42—47.
2. Aldrich Floyd E., Fischman Martin. Horizontal linearity correction circuit. Пат. США, кл. 315—27TD, (H 01 J 29/70), № 3795835, заявл. 8.09.72, опубл. 5.03.74.
3. Бриллиантов Д. П. Анализ совместной работы демпферного диода и транзистора в генераторе строчной развертки. — «Электросвязь», 1974, № 1, с. 16—19.
4. Бриллиантов Д. П. Расчет и проектирование портативных транзисторных телевизоров. М., «Связь», 1971.

Статья поступила
в редакцию
23 декабря 1977 г.

КОНТРОЛЬ ИСКРИВЛЕНИЯ МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ В ВИДЕОМАГНИТОФОНАХ С НАКЛОННО-СТРОЧНОЙ ЗАПИСЬЮ

В настоящее время все большее распространение как для бытовых, так и для профессиональных целей находят видеоманитофоны с наклонно-строчной записью сигнала. В этих видеоманитофонах, где магнитные головки устанавливаются на вращающемся диске или барабане и магнитные строчки записываются под небольшим углом, возможно искривление ленты (отклонение траектории ее движения от поступательного движения по барабану), поскольку на ленту действует ряд возмущающих факторов: трение головок о ленту, трение воздуха, увлекаемого вращающимся барабаном или диском с магнитными головками, трение ленты о неподвижные части барабана. На практике необходимо знать степень этого искривления для того, чтобы уметь корректировать его, например, при юстировке лентопротяжных механизмов для получения взаимозаменяемости видеофонограмм.

Традиционный способ измерения изгиба ленты основан на ее «проявлении» в суспензии порошка карбонильного железа в бензине, спирте или гептане и визуализации магнитных строчек. Поскольку степень искривления ленты на барабане однозначно связана со степенью искривления строчки на выпрямленной ленте, после этого проявления (визуализации) строчки подвергаются измерениям под микроскопом. При этом измеряют шаг между строчками на различных участках ленты. В зависимости от метода выбора измеряемого участка или от метода обработки цифровых данных выбираются конечные формулы для расчета степени искривления строчек [1, 2]. Такого рода измерения очень трудоемки — требуется приготовление «проявителя», работа с инструментальным микроскопом, проведение нескольких десятков замеров, значительное количество вычислений. А главное, эти методы неоперативны, поскольку измерение одной записи может длиться несколько часов.

Целью настоящей работы явилось получение такого метода контроля искривления ленты и измерения степени этого искривления, который был бы достаточно точен, оперативен и пригоден для условий серийного производства.

Для достижения поставленной цели в данной работе используется так называемая «симметричная» видеофонограмма, в которой сигнал управления для САР СЛ записан в центре или симметрично по краям

ленты. Предлагаемый метод заключается в том, что записанный на ленте ЧМ сигнал воспроизводится при движении ленты от конца записи к ее началу, для чего подающую и приемную катушки меняют местами, а ленту переворачивают на 180° . При этом контроль степени искривления строчки осуществляется по форме огибающей воспроизведенного ЧМ сигнала на экране осциллографа. (В бытовых видеомагнитофонах, где сигнал звукового сопровождения пишется симметрично по краям ленты, на время юстировки управляющий сигнал может записываться звуковыми головками).

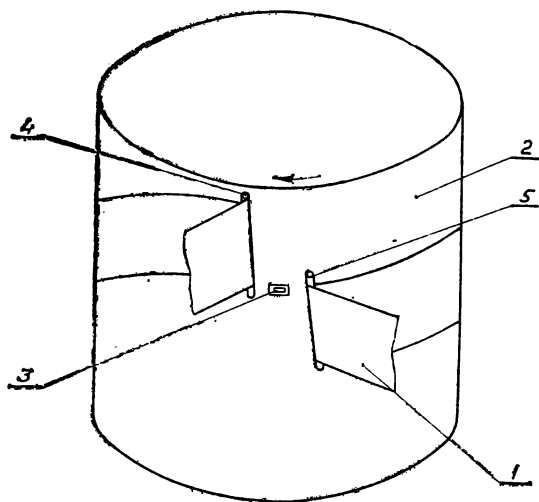


Рис. 1. Вращающийся барабан с головками:
1 — магнитная лента; 2 — барабан; 3 — головка;
4, 5 — обводные стойки

Рассмотрим предлагаемый метод подробнее [3]. В видеомагнитофоне с наклонно-строчной записью магнитная лента охватывает барабан с вращающейся головкой, образуя на нем виток спирали (рис. 1). Угол подъема спирали задается определенным расположением в пространстве двух обводных стоек. Этими же стойками может корректироваться в дальнейшем траектория движения ленты по барабану. На рис. 2

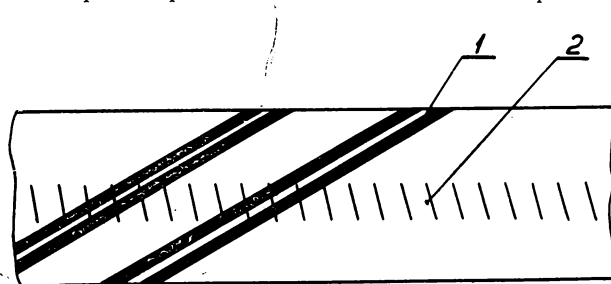


Рис. 2. Магнитная лента с записанными на ней строчками (1) и управляющими импульсами (2)

дан вид со стороны магнитного слоя на отрезок ленты, охватывающий барабан. Видно, что строчки расположены под наклоном к длине ленты, а управляющий сигнал пишется в середине ленты, образуя симметричную сигналограмму (это идеальная картинка, когда лента не искривлена).

При работе аппарата под воздействием возмущающих сил лента искривляется; как это показано пунктирной линией на развертке барабана (рис. 3). Поскольку возмущающие силы — трение и удары магнитных головок о ленту — действуют только в одну сторону, можно утверждать (и это подтверждено экспериментами на видеоманитофонах серии «Кадр-100»), что изгиб ленты всегда одного знака, т. е. строчка искривлена только в одну сторону относительно прямой линии, соединяющей ее крайние точки.

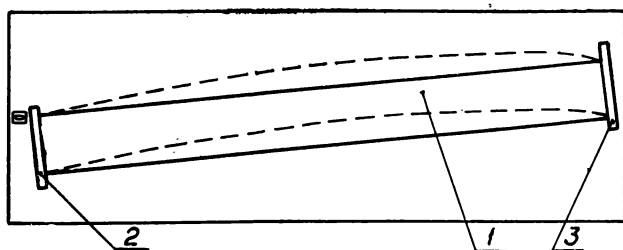


Рис. 3. Развертка барабана:
1 — магнитная лента; 2, 3 — обводные стойки

На рис. 4,а показана изогнутая лента, на которой записывается прямолинейно строчка АВ. Если остановить движение барабана с головками, то лента выпрямится, а упомянутая строчка АВ соответственно изогнется (рис. 4,б). Теперь повернем ленту в плоскости чертежа на 180°.

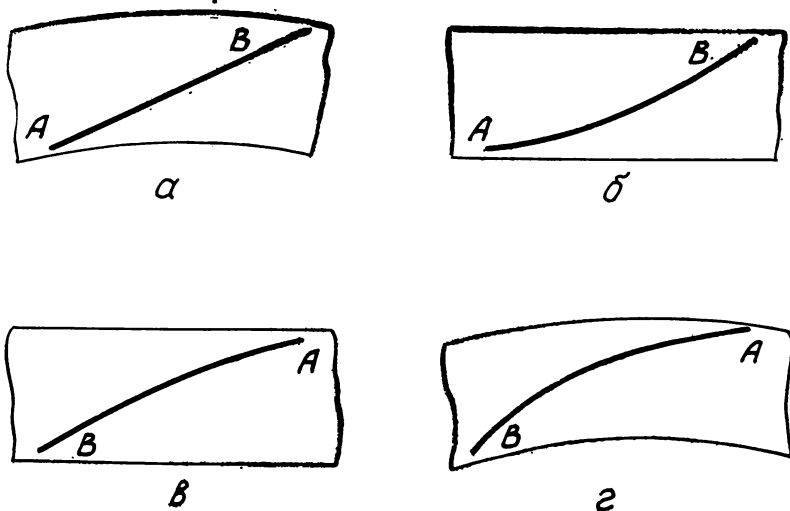


Рис. 4. Схема искривления магнитной ленты и строчки:
а — лента изогнута, записана прямая строчка; б. — лента выпрямлена, строчка изогнута; в — лента перевернута; г — перевернутая лента изогнута, ранее записанная строчка изогнута вдвойне

Строчка на прямой ленте займет положение ВА (рис. 4,в). Напомним, что такой поворот на аппарате может быть совершен только путем смены местами приемной и подающей катушек. Заправим ленту на барабан. После начала вращения барабана лента вновь изогнется еще раз на такую же величину. Иными словами, в результате поворота ленты на 180° при смене местами подающей и приемной катушек запись будет проигрываться от конца к началу, а строчка будет изогнута вдвойне (рис. 4,г).

Рассмотрим теперь процесс воспроизведения, когда по изогнутой ленте с вдвойне изогнутыми строчками записи воспроизводящая головка проходит по прямой траектории и пересекает эти строчки (рис. 5,а).

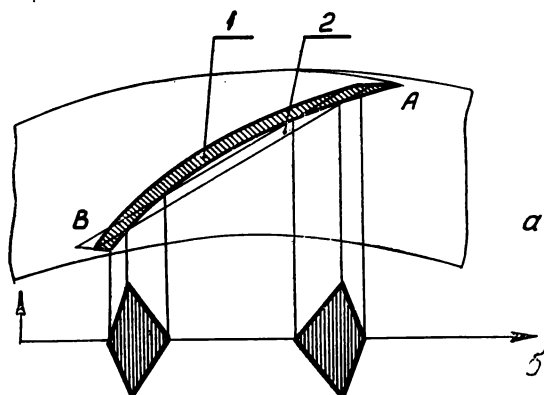


Рис. 5. Образование огибающей воспроизводимого сигнала при пересечении головкой изогнутой строчки:

1 — строчка; 2 — траектория головки

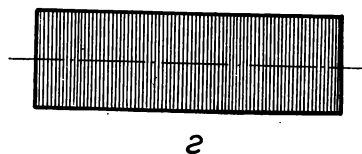
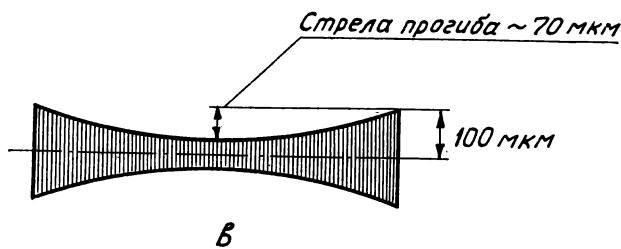
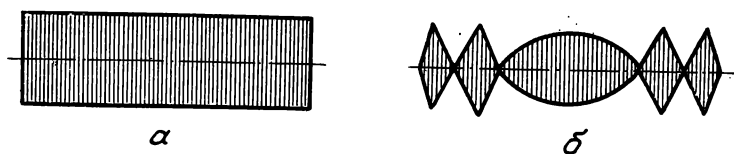


Рис. 6. Примеры фигур на экране осциллографа, образованных огибающей ЧМ-сигнала:

а — воспроизведение огибающей ЧМ-сигнала при нормальном проигрывании ленты (от начала записи к ее концу); б — проигрывание перевернутой ленты от конца к началу (пересекаются три строчки записи); в — проигрывание перевернутой ленты (траектория головки не совпадает с серединой строчки записи на величину около 70 мкм); г — проигрывание перевернутой ленты, выпрямленной при регулировке обводных стоек

Если головка проходит середину строчки, она воспроизводит видеосигнал с максимальной амплитудой. По мере приближения головки к краю строчки амплитуда сигнала будет уменьшаться, и при прохождении головки между строчками, воспроизводимый сигнал уменьшится до уровня шума. Взаимосвязь между траекторией головки, формой строчки и величиной воспроизводимого сигнала показана на рис. 5,б. Очевидно, подсчитав на экране осциллографа количество максимумов в воспроизводимом сигнале, можно определить количество пересекаемых головкой строчек, а отсюда и степень искривления ленты. Таким образом, изображение на экране осциллографа оперативно и весьма точно позволяет получить данные для юстировки видеомагнитофона.

На рис. 6 изображены полученные на практике конфигурации огибающей ЧМ сигнала при разной степени искривления строчек.

По количеству пересекаемых головкой воспроизведения строчек (количество максимумов на экране) и по шагу записи можно подсчитать стрелу действительного прогиба ленты на барабане по формуле:

$$A = \frac{(M-1)H}{4},$$

где A — стрела прогиба ленты, мкм;

M — количество максимумов на экране осциллографа;

H — шаг записи, мкм.

На практике при работе с видеомагнитофонами «Кадр-103» до начала юстировки лента изгибалась примерно на 1,5 строчки (стрела прогиба ~ 350 мкм). Это искривление ленты устранялось путем корректировки положения обводных стоек.

В случае небольшого изгиба строчки, когда амплитуда ЧМ сигнала не уменьшается до уровня шума (рис. 6,в), по относительному ее снижению можно определить величину несовпадения середины строчки записи и траектории головки воспроизведения по формуле:

$$A = \frac{\Pi \cdot (1-B)}{2},$$

где Π — ширина строчки, мкм;

B — степень уменьшения амплитуды видеосигнала.

Погрешность подобного метода может быть доведена до $\pm 5\%$.

Выводы

Использование предлагаемого метода контроля искривления магнитной ленты в видеомагнитофонах с наклонно-строчной записью позволяет осуществлять этот контроль визуально по изображению на экране осциллографа и оперативно определять степень искривления ленты. Резкое снижение потерь времени при этом и простота метода делают его наиболее удобным для юстировки лентопротяжного тракта видеомагнитофона при серийном производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вада Ю. Прямолинейность строчки в видеомагнитофонах с наклонно-строчной записью. — «Radio and Electronic Engineer», 1974, v. 44, N 6.
2. Хирота А. Кассетные видеомагнитофоны: их проблемы и будущее. — «Дэнси тэмбо», 1970, т. 7, № 10.
3. Карминский В. А. и др. Способ контроля изгиба магнитной ленты в видеомагнитофоне. Авт. св. СССР, № 591953; Оpubл. в Б. И., 1978, № 5.

Статья поступила
в редакцию
11 января 1978 г.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МОДЕЛЬ МИ

Модель, предложенная Ми [1] для описания процесса магнитной записи, весьма наглядна, но основывается на чрезмерной идеализации носителя и поэтому мало пригодна для расчетов. Предлагаются изменения модели, которые при сохранении простоты и наглядности позволяют получить количественные результаты. При рассмотрении этих моделей предполагается запись коротких волн, свойственная видеозаписи и цифровой магнитной записи.

Введены следующие допущения:

— поле записывающей головки определяется уравнениями Карл-квиста [2]. Процесс записи зависит только от продольной составляющей поля;

— толщина рабочего слоя носителя превышает половину длины волны записи.

1. Носитель записи

Реальная характеристика $J(H)$ носителя аппроксимируется отрезками прямых (рис. 1). Такая полигональная аппроксимация позволяет получить две другие характеристики. Первая из них — «характеристика перехода» (рис. 2,а) — определяет остаточную намагниченность предварительно размагниченного носителя J_r после однократного воздействия на него поля перехода H :

$$J_r = \begin{cases} 0 & \text{при } H < H_N \\ a_J H + b_J & \text{при } H_N \leq H \leq H_S \\ J_{rS} & \text{при } H > H_S \end{cases} \quad (1)$$

где

$$a_J = \frac{J_{rS} H_C - J_{rS} H_S - J_S H_C}{2H_S (H_C - H_S)},$$

$$b_J = - \frac{J_{rS} H_C - J_{rS} H_S + J_S H_C}{2(H_S - H_C)},$$

$$H_N = - H_S \frac{J_{rS} H_S - J_{rS} H_C + J_S H_C}{J_{rS} H_C - J_{rS} H_S - J_S H_C}.$$

Вторая — «характеристика возврата» (рис. 2,б) — определяет поле возврата H_B , обеспечивающее размагничивание до нуля носителя, ранее намагниченного полем H :

$$H_B = \begin{cases} 0 & \text{при } H < H_N \\ a_B H - b_B & \text{при } H_N \leq H \leq H_S \\ H_{BS} & \text{при } H > H_S, \end{cases} \quad (2)$$

где

$$a_B = -\frac{1}{2},$$

$$b_B = -\frac{1}{2} H_N = \frac{1}{2} H_S \frac{J_{rS} H_C - J_{rS} H_S + J_S H_C}{J_{rS} H_C - J_{rS} H_S - J_S H_C}.$$

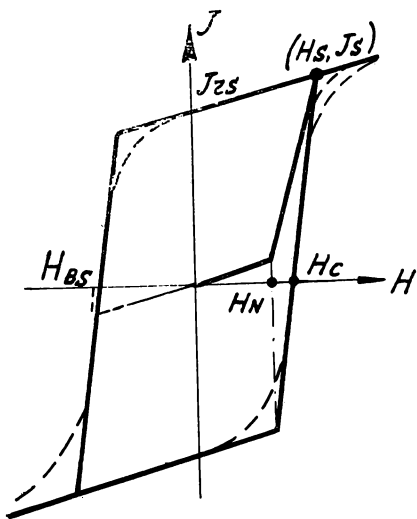


Рис. 1. Полигональная аппроксимация петли гистерезиса

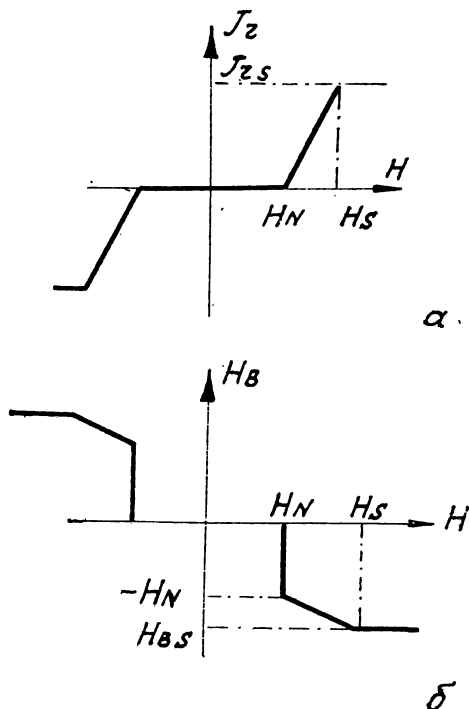


Рис. 2. Характеристики носителя: а — характеристика перехода; б — характеристика возврата

При воздействии на носитель n полупериодов знакопеременного убывающего поля остаточная намагниченность носителя на основании выражений (1) и (2) равна:

$$J_{rn} = a_J H_1 + \frac{a_J}{a_B} \left[b_B \frac{1 + (-1)^n}{2} + \sum_{k=2}^n (-1)^k H_k \right] + b_J \frac{1 + (-1)^n}{2}, \quad (3)$$

где H_1 и H_k — первое и последующие пиковые значения поля.

Последнее выражение справедливо при $|H| \leq |H_S|$, причем сумма обрывается при $|H_k| < |H_N|$.

В зависимости от свойств носителя и скорости убывания поля остаточная намагниченность может приобретать тот или иной знак, а также равняться нулю.

2. Поле записи

Из известного выражения Карлквиста для линии равного значения продольной составляющей статического поля магнитной головки [2, 3]

$$\left(\frac{X}{\delta}\right)^2 + \left(\frac{Y}{\delta} - \alpha\right)^2 = a^2 + 1,$$

$$\alpha = \operatorname{ctg} \frac{\pi H_x}{H_0},$$

где δ — половина ширины рабочего зазора головки;

H_0 — поле внутри рабочего зазора;

H_x — некоторое значение продольной составляющей поля;

X, Y — система координат, связанная с рабочим зазором головки, можно получить уравнения линий равного значения продольной составляющей динамического поля при записи переменного сигнала на движущийся носитель. Пусть напряженность поля в зазоре головки равна $H_0(t)$, а скорость носителя $v = \frac{dx}{dt}$. Тогда динамическое поле описывается выражениями:

$$\left(\frac{X}{\delta}\right)^2 + \left(\frac{Y}{\delta} - \alpha_1\right)^2 = a_1^2 + 1,$$

$$\alpha_1 = \operatorname{ctg} \frac{\pi H_x}{H_0(x)}, \quad (4)$$

$$X = x + vt.$$

Здесь x — координата, связанная с носителем.

Выражения (4) представляют собой в координатах x, y семейство a линий равного значения продольной составляющей поля (рис. 3). Огибающая b этого семейства охватывает область, на границах которой значение продольной составляющей поля равно H_x . Форма огибающей зависит от формы записываемого сигнала.

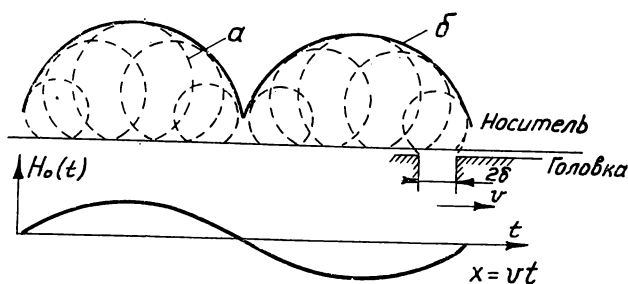


Рис. 3. К определению динамического поля записи

В случае гармонического сигнала, когда $H_0(x) = H_1 \sin \frac{2\pi x}{\lambda_0 \delta}$, где $\lambda_0 = \frac{\lambda}{\delta}$, огибающая поля для одного полупериода хорошо аппроксимируется частью окружности:

$$\left(\frac{x}{\delta}\right)^2 + \left(\frac{y}{\delta} - y_1\right)^2 = R_1^2, \quad (5)$$

где

$$y_1 = \frac{(\sqrt{\alpha_0^2 + 1} + \alpha_0)^2 - \left(\frac{\lambda_0 + 2}{4}\right)^2}{2(\sqrt{\alpha_0^2 + 1} + \alpha_0)},$$

$$R_1 = \frac{(\sqrt{\alpha_0^2 + 1} + \alpha_0)^2 + \left(\frac{\lambda_0 + 2}{4}\right)^2}{2(\sqrt{\alpha_0^2 + 1} + \alpha_0)},$$

$$\alpha_0 = \operatorname{ctg} \frac{\pi H_x}{H_1},$$

R_1 и y_1 — радиус окружности и ордината ее центра, нормированные к δ .

3. Воздействие динамического поля записи на носитель

При записи гармонических сигналов огибающие динамического поля представляют собой в пространстве последовательность поверхностей цилиндров (5), сдвинутых относительно друг друга по оси x на расстояние $\frac{\lambda}{2}$. Значения продольной составляющей поля на соседних поверхностях противоположны по знаку.

Пусть поле, достаточное для намагничивания носителя до J_r , т. е. поле перехода, равно H_p . Тогда в течение действия первого полупериода сигнала в пределах, ограниченных поверхностью (5), для которой выполняется равенство $H_x = H_p$, носитель намагнитится, т. е. образуется цилиндрическая намагниченная зона с намагниченностью на границах равной, согласно (1), J_r . Назовем ее зоной перехода. В течение следующего полупериода поле головки создает следующую зону перехода, смещенную относительно предыдущей на расстояние $\frac{\lambda}{2}$. Намагниченность новой зоны противоположна по знаку первой.

Одновременно с зоной перехода существует поверхность и зона возврата, определяемая полем возврата (2), где происходит размагничивание до нуля ранее намагниченного носителя. Для вычисления поверхности возврата достаточно в выражении (5) заменить H_x на H_B и сместить начало координат на величину $\frac{\lambda}{2}$ вдоль оси x .

В целом дорожка записи представляет собой последовательность намагниченных зон рабочего слоя, ограниченных поверхностями пере-

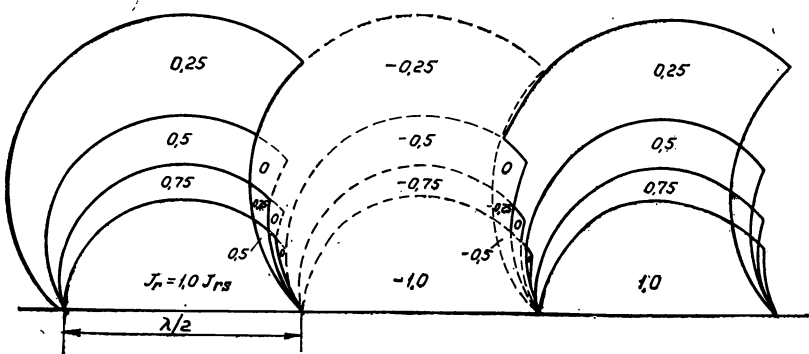


Рис. 4. Распределение остаточной намагниченности в дорожке записи (первый вариант модели)

хода и возврата. Поверхности перехода и возврата могут пересекаться или не пересекаться в зависимости от длины волны, значений полей перехода и возврата, а также формы записываемого сигнала. Для получения полной картины распределения остаточной намагниченности достаточно совместно решить уравнения (1), (2) или (3) с уравнениями поверхностей перехода и возврата. Одно из решений изображено графически на рис. 4. Для наглядности зоны с различными значениями намагниченности разделены линиями. Внутри каждой из зон, за исключением зоны, где $J_r = J_{rS}$ намагниченность также неравномерна.

Полученный первый вариант модели записи в отличие от модели Ми позволяет более точно учесть свойства носителя и количественно оценить распределение остаточной намагниченности в рабочем слое. В то же время модель сохраняет наглядность в геометрическом представлении процесса записи.

4. Поле дорожки записи

Разделим рабочий слой на микрообъемы, размеры которых по координатам x и y меньше δ , а по координате z равны ширине дорожки записи. Заменяем каждый из микрообъемов вытянутым витком с током. Пренебрегая несущественными краевыми эффектами, заменим вытянутый виток двухпроводной линией и, используя понятие векторного магнитного потенциала, определим поле в дальней зоне. Составляющие поля от каждого микрообъема равны:

$$\Delta B_x = \frac{\mu J_r \Delta x \Delta y}{2\pi} \cdot \frac{x^2 - y^2}{(x^2 + y^2)^2}, \quad (6)$$

$$\Delta B_y = \frac{\mu J_r \Delta x \Delta y}{2\pi} \cdot \frac{2xy}{(x^2 + y^2)^2}.$$

Учитывая малость сечений ($\Delta x \times \Delta y$) выделенных микрообъемов, можно перейти к дифференциалу и получить поле B_{xD} от намагниченного макрообъема, ограниченного областью D при ширине дорожки записи, равной единице, в виде интеграла по этой области. Продольная составляющая внешнего поля в этом случае равна

$$B_{xD} = \frac{\mu}{2\pi} \iint_D J_r \frac{x^2 - y^2}{(x^2 + y^2)^2} dx dy.$$

Поле от одной полувоины записи можно представить в виде:

$$B_{x1} = \frac{\mu}{2\pi} \sum_{H_N}^{H_S} J_{rH} \int_a^{l_y} dy \int_{l_1}^{l_2} \frac{x^2 - y^2}{(x^2 + y^2)^2} dx, \quad (7)$$

где a — неконтакт, нормированный к δ ;

l_y — наиболее удаленная от поверхности головки точка намагниченного рабочего слоя;

l_1, l_2 — соответственно линии перехода и возврата;

J_{rH} — остаточная намагниченность, определяемая действием динамического поля согласно (3), при начальном значении поля H ;

H_N — минимальное поле перехода;

H_S — максимальное поле перехода.

Поле всей дорожки записи определяется путем суммирования полей B_{xk} отдельных полувоин:

$$B_{x2} = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} (-1)^{k+1} B_{xk}. \quad (8)$$

5. «Эффективная» дорожка записи

Описанная методика расчета поля дорожки записи трудоемка из-за учета неравномерной остаточной намагниченности рабочего слоя. Более удобно заменить реальную дорожку записи ее «эффективным» аналогом с тремя дискретными значениями намагниченности, создающим точно такое же внешнее поле, что и реальная дорожка.

Свойства носителя с «эффективной» дорожкой записи отличаются от свойств ранее рассмотренного носителя. Расчеты показали, что для обеспечения упомянутого равенства полей необходимо, чтобы поле перехода $H_{п\text{эфф}} = \frac{H_S + H_N}{2}$, остаточная намагниченность $J_{r\text{эфф}} = \frac{J_{rS}}{2}$, а поле возврата определялось из выражения (2).

Полученная «эффективная» дорожка записи представляет собой последовательность объемов рабочего слоя, ограниченных поверхностями перехода и возврата, намагниченных до $\pm J_{r\text{эфф}}$. Оставшаяся часть носителя не намагничена. Рис. 5 иллюстрирует вторую модель процесса записи. Петля гистерезиса носителя представляет собой в этом случае два смещенных прямоугольника.

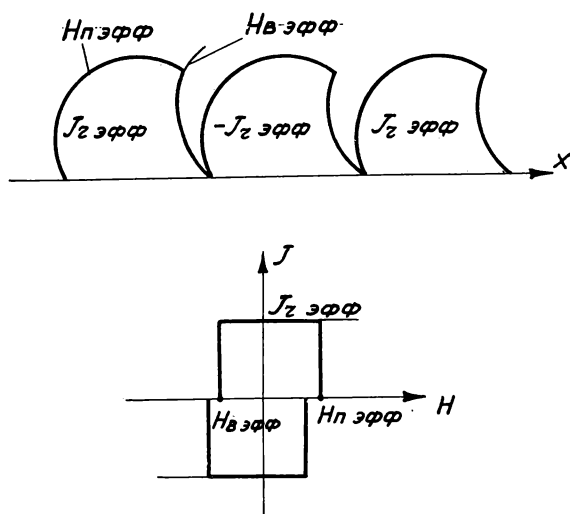


Рис. 5. Распределение остаточной намагниченности в эффективной дорожке записи и характеристика носителя (второй вариант модели)

Расчет внешнего поля для одного полупериода записи производится по более простой, по сравнению с (7), формуле:

$$B_{xD\text{эфф}} = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{J_{rS}}{2} \int_a^y dy \int_{l_1}^{l_2} \frac{x^2 - y^2}{(x^2 + y^2)^2} dx. \quad (9)$$

На рис. 6 показаны диаграммы Прейсаха реального носителя записи (а) и носителей, используемых Ми (б) и автором в первой (в) и второй (г) моделях.

6. Результаты расчета и эксперимента

Расчет внешнего поля дорожек записи был произведен на ЭВМ «Минск-22» для случаев записи 7 и 9 полупериодов различных длин волн (от 2 до 16 мкм) на магнитных лентах различных типов. Для расчета использованы выражения (1), (2), (3), (5), (7), (8), (9). Резуль-

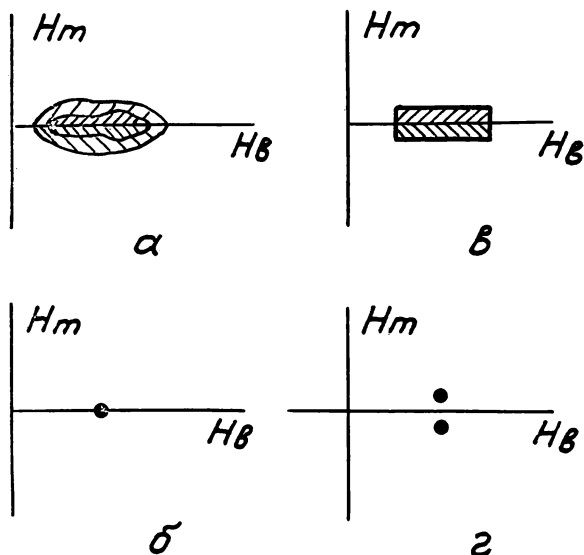


Рис. 6. Диаграммы Прейсаха различных носителей:
a — реальный носитель; *b* — носитель Ми; *v* — полигональная аппроксимация; *z* — носитель с эффективной дорожкой записи

таты, полученные в (8) при замене выражения (7) выражением (9), т. е. при переходе от первой модели ко второй, совпали до третьего-четвертого знаков.

Расчет э. д. с. воспроизведения был проведен для случая проводниковой головки, которая была заменена рамкой конечных размеров из бесконечно тонкого провода. При этом щелевые и эквивалентные им потери исключались из рассмотрения. Магнитный поток через рамку и э. д. с. воспроизведения вычислены по обычным формулам.

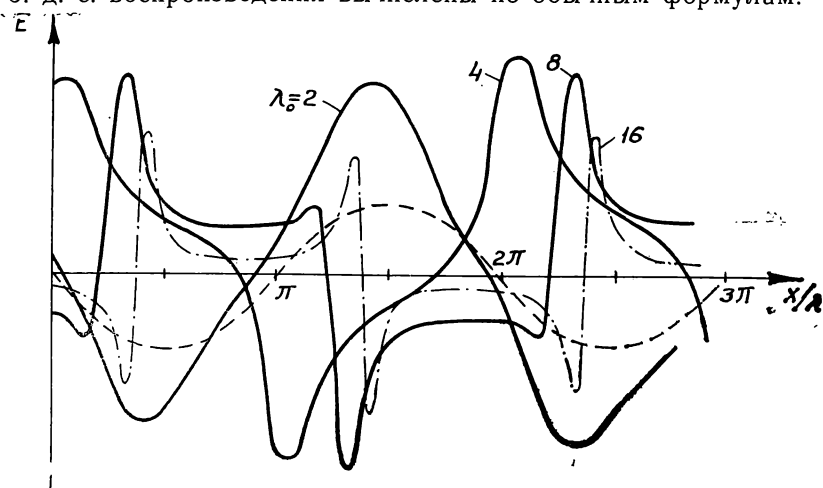


Рис. 7. Э. д. с. воспроизведения при различных длинах волн

На рис. 7 в безразмерных координатах показана зависимость формы и фазы э. д. с. воспроизведения от длины волны. Обращает на себя внимание значительное искажение формы э. д. с. по сравнению с формой поля записи в середине рабочего зазора записывающей головки (пунктирная линия). Несимметрия воспроизводимых сигналов отно-

сительно экстремальных значений и тенденция смещения фазы в сторону опережения поля записи с уменьшением длины волны объясняется стирающим действием головки записи.

На рис. 8 показано изменение формы и фазы э. д. с. воспроизведения в зависимости от значения поля записи. С увеличением напряженности поля максимальное значение э. д. с. вначале возрастает, а затем по мере усиления стирающего действия поля записи убывает. Одновременно фаза э. д. с. все больше опережает фазу поля записи.

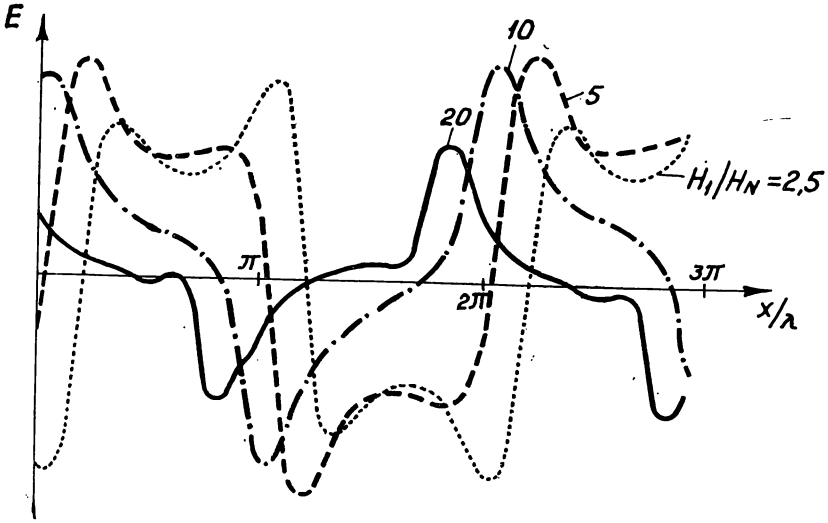


Рис. 8. Э. д. с. воспроизведения при различных значениях поля записи

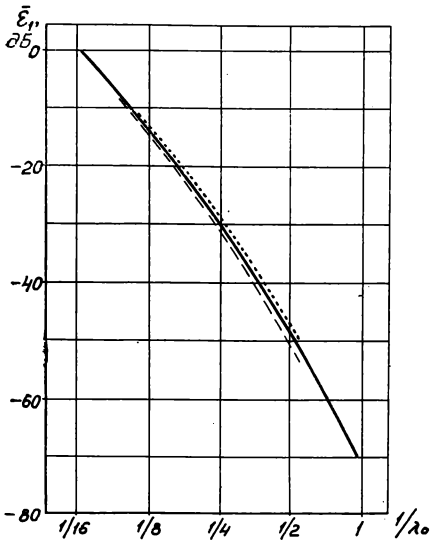


Рис. 9. Амплитудно-волновые характеристики канала записи-воспроизведения

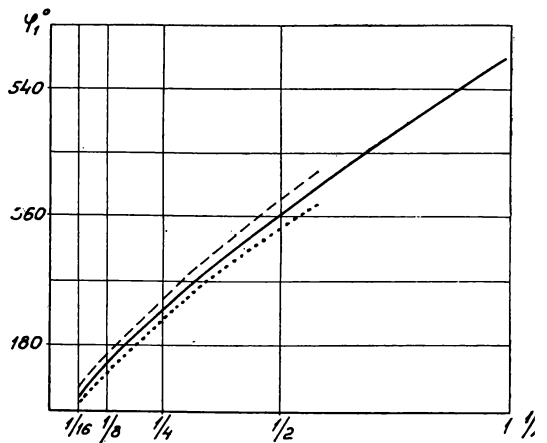


Рис. 10. Фазово-волновые характеристики канала записи-воспроизведения

На рис. 9 и 10 приведены графики амплитудно-волновой и фазо-волновой характеристик канала записи-воспроизведения в области малых длин волн для различных магнитных лент. Расчет производился с использованием численного гармонического анализа по схеме Рунге.

Из графиков следует, что характеристики приблизительно одинаковы в случаях слабо ориентированной ленты ТЛЦ (пунктирная линия), хорошо ориентированной ленты ННУ-7127201219 (сплошная линия) и идеального носителя Ми (точечная линия).

На рис. 11 приведены амплитудная (а) и фазово-амплитудная (б) характеристики канала записи-воспроизведения, рассчитанные для $\lambda=4\delta$. На графике обозначены точки, полученные экспериментально на видеоманитофоне «Кадр-10».

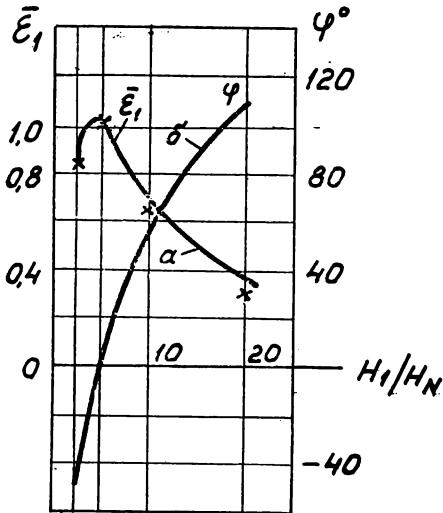


Рис. 11. Амплитудные характеристики канала записи-воспроизведения: а — амплитудно-амплитудная характеристика; б — фазово-амплитудная характеристика

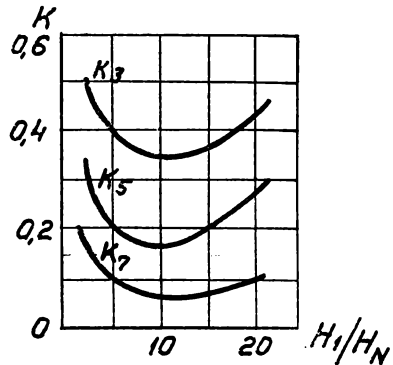


Рис. 12. Зависимость гармонических искажений от поля записи

На рис. 12 изображены графики зависимости коэффициентов гармоник канала записи-воспроизведения от значения напряженности поля записи. Из рис. 11 и 12 следует, что минимальные гармонические искажения достигаются при поле записи, превышающем оптимальное по отдаче значение.

Выводы

Предложенные две модели записи наглядны и пригодны для количественного анализа процесса записи в области коротких волн, без подмагничивания, на носителе с относительно толстым рабочим слоем.

Для расчета внешнего поля дорожки записи целесообразно использовать «эффективную» дорожку записи и соответствующую ей вторую модель процесса записи.

При записи коротковолновых сигналов, симметричных относительно их экстремумов, форма э. д. с. воспроизведения не симметрична.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ми Ч. Физика магнитной записи. Пер. с англ. Под общ. ред. В. Г. Королькова. М., «Энергия», 1967.
2. Карлквист О. Расчет магнитного поля в ферромагнитном слое магнитного барабана. — В кн.: Магнитная запись электрических сигналов. По материалам иностр. периодич. печати. Пер. А. И. Вичеса. М., «Энергия», 1967.
3. Ивасяки. Магнитная видеозапись при малых длинах волн. — В кн.: Теория и техника магнитной записи. Пер. с нем., англ., ян. Под ред. В. Г. Королькова. М., «Мир», 1968.

Статья поступила
в редакцию
22 декабря 1976 г.

*А. С. ЭЙСУРОВИЧ, О. А. ЛОСЕВА,
Г. И. АХОНИНА, Н. Г. КУДРЯВЦЕВА*

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ФЕРРИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Известно, что для изготовления элементов магнитной записи, и особенно видеозаписи, за рубежом разрабатываются специальные марки оксидных ферромагнетиков, обладающих определенным комплексом электромагнитных и физико-механических свойств. В этом направлении в отечественной технике также ведутся исследовательские и конструкторские работы, позволяющие оснастить аппаратуру магнитной записи необходимыми узлами. Обычно используются две системы оксидных материалов: никель-цинковые и марганец-цинковые ферриты.

Во ВНИИТРе проводятся исследования, преследующие своей целью усовершенствование разработанной ранее специальной марки никель-цинкового феррита, а именно повышение величины индукции насыщения путем варьирования состава в сторону увеличения содержания окислов железа и изменения соотношения окислов никеля и цинка. Полученные материалы находят применение при изготовлении ферритовых элементов различного назначения.

В настоящей работе сделана попытка создать новую композицию, имеющую заданный уровень свойств и сочетающую ценные особенности обеих систем. Для легирования никель-цинкового феррита была выбрана окись марганца, которая вводилась в виде основного карбоната марганца, полученного химическим соосаждением исходных компонентов. Предварительные опыты показали, что при обычной керамической технологии введение в состав никель-цинкового феррита окислов марганца в количестве 0,4% практически не влияет на свойства ферритов. Повышение содержания окислов марганца до 0,6% приводит к значительному ухудшению параметров. Очевидно, это связано с частичным окислением закиси марганца до окислов более высокой валентности. Известно, что присутствие трехвалентных ионов марганца ведет к ухудшению магнитных свойств феррита вследствие деформации кристаллической решетки.

Как отмечалось выше, охлаждение марганец-цинкового феррита должно проводиться в инертной атмосфере или среде с определенным парциальным давлением кислорода. Для предотвращения окисления после спекания феррит можно также быстро охладить на воздухе. В дальнейшей серии опытов синтезировались никель-цинковые ферриты, в которые вводились окислы марганца. Образцы охлаждались по-

сле спекания вместе с печью, а также закаливались на воздухе. Следует отметить, что способ закалки дает возможность получить феррит с повышенной проницаемостью и высокой величиной индукции насыщения. Однако вследствие возникновения напряжений при закалке электрические потери в ферритах возрастают. В связи с этим в состав вводился ион лития, повышающий частотные характеристики феррита. Кроме того, использовались добавки окиси висмута отдельно и комплексно. Предполагалось, что окись висмута будет способствовать снижению температуры термической обработки, интенсификации процесса спекания и тем самым обуславливать образование плотной текстуры феррита.

Полученные результаты экспериментов по созданию ферритов сложного состава приведены в табл. 1.

Таблица 1

Концентрационные зависимости магнитных параметров ферритов

| Номер состава | Содержание добавки, % | | Условия охлаждения | Температура спекания, °С | | | |
|---------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|----------------|---------------------|
| | MnO | Bi ₂ O ₃ | | 1150 | | 1270 | |
| | | | | μ _н | B _s , Гс | μ _н | B _s , Гс |
| 1 | — | — | Медленное | 810 | 2890 | — | — |
| 2 | — | 3 | " | 1020 | 2070 | — | — |
| 3 | 5 | — | " | 320 | 3000 | — | — |
| 4 | 5 | 3 | " | 820 | 3156 | — | — |
| 5 | 10 | — | Закалка | 186 | 2750 | — | — |
| 6 | 10 | 3 | " | 556 | 4300 | — | — |
| 7 | 15 | — | " | — | — | 400 | 4430 |
| 8 | 15 | 3 | " | — | — | 490 | 4180 |

Положительное действие окислов марганца, как видно из табл. 1, проявляется при введении их порядка 15%. В случае комплексной добавки в сочетании с окисью висмута получены образцы с высокими магнитными параметрами при температуре спекания ниже, чем для феррита без окиси висмута.

Данные серии опытов по получению ферритов, содержащих окислы марганца 5 — 15%, лития 1% и висмута 3%, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние комплексных добавок на свойства магнитно-мягких ферритов

| Номер состава | Содержание добавки, % | | | Условия охлаждения | Температура спекания, °С | | | | | |
|---------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|
| | MnO | Li ₂ O | Bi ₂ O ₃ | | 1150 | | 1270 | | 1350 | |
| | | | | | μ _н | B _s , Гс | μ _н | B _s , Гс | μ _н | B _s , Гс |
| 1 | — | — | — | медленное | 810 | 2890 | — | — | — | — |
| 9 | 5 | 1 | — | " | 330 | 3270 | — | — | — | — |
| 10 | 5 | 1 | 3 | закалка | 680 | 3370 | — | — | 910 | 3250 |
| 11 | 10 | 1 | — | " | 200 | 4150 | — | — | 370 | 4300 |
| 12 | 10 | 1 | 3 | " | 480 | 3730 | — | — | 580 | 3690 |
| 13 | 15 | 1 | — | " | — | — | 400 | 4050 | — | — |
| 14 | 15 | 1 | 3 | " | — | — | 400 | 4430 | — | — |

Результаты, представленные в табл. 2, показывают, что лучшие свойства ферритов, спеченных при температуре 1270°С с последующей закалкой на воздухе, достигались при введении в их состав 15% MnO, 1% Li₂O и 3% Bi₂O₃.

Таким образом, получены никель-цинковые ферриты, содержащие окислы марганца, лития и висмута, с начальной проницаемостью, порядка 550 и индукцией насыщения 4300 Гс, что значительно превышает аналогичную величину для этого состава без добавок, находящуюся на уровне 2800 Гс. Величины удельного электрического сопротивления и коэрцитивной силы при этом существенно не изменяются.

Использование исследованных композиций, по-видимому, позволит изготовить магнитную головку, которая может найти практическое применение для бесконтактного стирания. В настоящее время разрабатываются ферритовые композиции и технология их термической обработки, позволяющие повысить качество универсальных ферритовых головок.

Выводы

1. Исследованы условия улучшения характеристик ферритов путем варьирования технологических параметров и направленного изменения химического состава.
2. Установлена перспективность комплексного использования флюсовой технологии и легирования ферритов.
3. Показана возможность получения никель-цинковых ферритов с начальной проницаемостью 400—550 и индукцией насыщения 4300—4430 Гс.

Статья поступила
в редакцию
31 марта 1978 г.

А. М. ВЫСОТА, Л. Н. КЛАРК, И. М. ТЕРЯЕВА,
И. И. ЭЛИАСБЕРГ

К ИЗУЧЕНИЮ СВОЙСТВ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ДИСПЕРСИЙ

В структурообразовании ферромагнитных дисперсий (ФМД) активное участие принимают магнитный материал, связующее вещество, растворители, а также модифицирующие добавки [1].

Структурообразование в ФМД еще мало изучено [2]. В данной статье предпринята попытка изучения влияния некоторых факторов, в частности природы магнитного материала, на структурообразование в ФМД.

На примере ФМД, состоящих из гамма-оксида железа (тип 12) и гамма-оксида железа, модифицированного кобальтом (тип 14) [3], поливинилформальэтилаля и поверхностно-активного вещества (алкилполигликолевого эфира ортофосфорной кислоты в среде дихлорэтана), изучались их реологические, диэлектрические и магнитные свойства [4]. Характеристика компонентов ФМД приводится в таблице.

| Показатели | Компоненты ФМД | | | | |
|---|-----------------------------|--|-------|----------------------|------------|
| | Гамма-окись железа (тип 12) | Кобальтированная гамма-окись железа (тип 14) | ПАВ | Связующие | Дихлорэтан |
| Плотность, г/см ³ | 4,77 | 4,80 | 1,48 | 1,22 | 1,26 |
| Вязкость по Кепплеру, спз | — | — | 246,5 | 10% раствор 435,0 | 0,84 |
| Характеристическая вязкость, 100 мм/г | — | — | — | 0,32 | — |
| Размер частиц, мкм | 0,8 | 0,8 | — | — | — |
| Коэрцитивная сила, кА/м | 24 | 36 | — | — | — |
| Удельная поверхность, м ² /г | 16,0 | 18,9 | — | — | — |

ФМД готовились в лабораторных мельницах емкостью 1 л. Содержание дисперсной фазы сохранялось постоянным в пределах 8% об. Диспергатор вводился в количестве 2,0% от веса магнитного материала.

Время диспергирования для всех образцов было постоянным и составляло 44 часа.

Плотность образцов замеряли с помощью весов Мора—Вестфалья; характеристическую вязкость определяли путем экстраполяции к нулевой концентрации значений приведенной вязкости, замеренных с помощью капиллярного вискозиметра ВПЖ-2 ($\alpha=0,56$). Реологические измерения проводили с помощью ротационного вискозиметра «Реотест-2».

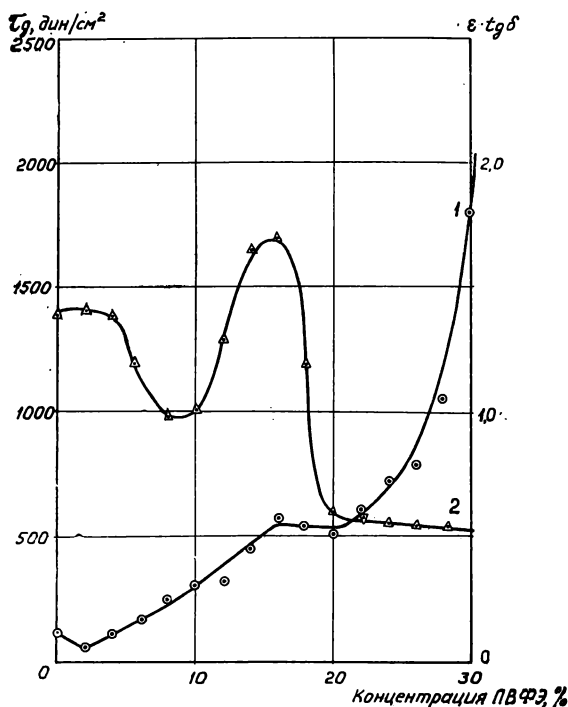


Рис. 1. Зависимость предельного напряжения сдвига τ_g (кривая 1) и диэлектрических свойств $\epsilon \cdot \operatorname{tg} \delta$ (кривая 2) ФМД от концентрации поливинилформальдегида (магнитный материал — гамма-окись железа)

Для определения предельного напряжения сдвига τ_g , являющегося мерой прочности исследуемой системы, строилась зависимость градиент скорости — напряжение сдвига. Диэлектрическую проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь ФМД оценивали на диэлектрометре ОН-301. Магнитные показатели ФМД измеряли* в знакопеременном поле с помощью феррографа по методике, аналогичной методике, описанной в работе [5].

В ферромагнитных дисперсиях, представляющих собой растворы полимеров, наполненные магнитным материалом, как и в других похожих системах [6], концентрация связующего при постоянном содержании магнитного материала, так же как и магнитный материал, в значительной степени определяют структуру последних. Причем, в основе взаимодействия между связующим и поверхностью магнитного материала лежат адсорбционные процессы, которые являются функцией структурообразования.

На рис. 1 представлена зависимость прочности структуры и диэлектрических свойств (произведение диэлектрической проницаемости

* В работе принимал участие А. Г. Серяков.

ε и тангенса угла диэлектрических потерь $\tau_g \delta$) от концентрации связующего в ФМД. Кривые имеют сложный вид, лишь несколько напоминающий концентрационную зависимость вязкости для растворов полимеров и наполненных растворов полимеров.

Как видно из рис. 1, ФМД, содержащая 2% связующего, имеет пониженную прочность структуры, что указывает на стабилизирующую роль связующего по отношению к частицам магнитного материала. При

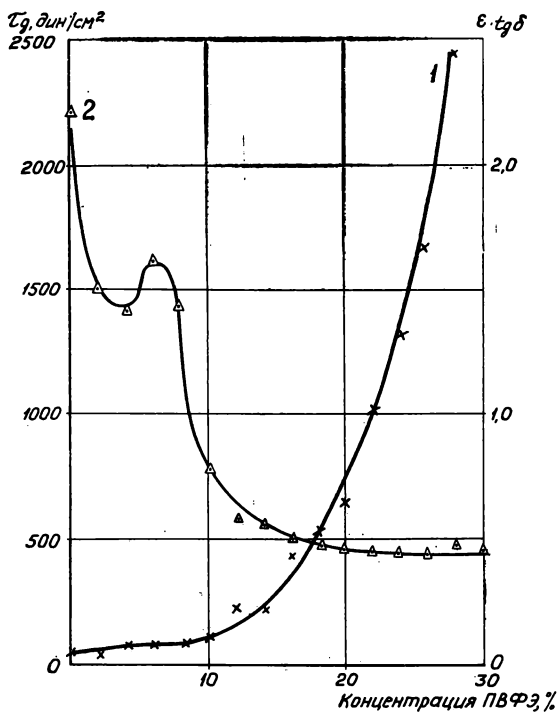


Рис. 2. Зависимость предельного напряжения сдвига τ_g (кривая 1) и диэлектрических свойств $\varepsilon \cdot \text{tg} \delta$ (кривая 2) ФМД от концентрации поливинилформальэтилаля (магнитный материал — кобальтированная гамма-окись железа)

увеличении содержания связующего до 16% и от 20 до 30% возрастает и прочность структуры ФМД. Обращает на себя внимание отрезок кривой при концентрации 16—20%. Здесь не наблюдается прироста прочности ФМД, несмотря на значительное увеличение содержания связующего.

Подобное можно объяснить активными адсорбционными процессами, происходящими на поверхности частиц магнитного материала, причем, учитывая довольно значительную концентрацию связующего, можно предположить, что активную роль в этих процессах играют не отдельные макромолекулы, а их ассоциаты.

Диэлектрические свойства в основном коррелируют со структурообразованием в ФМД. Так, участку стабилизации 16—20% отвечают рост, а затем активное снижение диэлектрических свойств. На рис. 2 изображены прочностные и диэлектрические свойства ФМД на основе кобальтированной гамма-окиси железа в зависимости от концентрации связующего. Видно, что с увеличением содержания связующего во всем исследованном интервале концентраций возрастает и прочность ФМД.

Лишь на участке от 4 до 6% прироста прочности нет, и система, по-видимому, приходит в активное состояние, способствующее переходу макромолекул (или их агрегатов) связующего в полисольватные оболочечные частицы магнитного материала. При этих концентрациях активно изменяются и диэлектрические свойства.

При сравнении кривых прочности (рис. 1 и 2) можно заметить, что тип магнитного материала сильно сказывается на реологических свой-

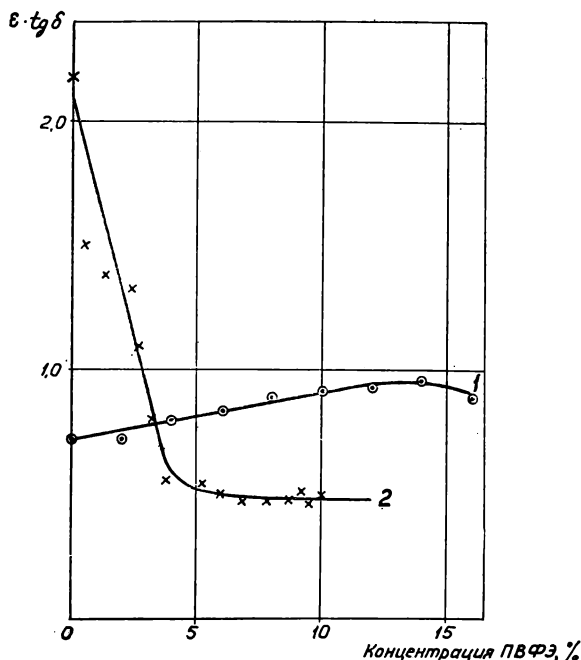


Рис. 3. Зависимость диэлектрических свойств от концентрации поливинилформальэтилаля в дихлорэтано:

1 — растворы связующего; 2 — растворы связующего, наполненные 8% об. кобальтированной гамма-оксида железа

ствах ФМД. Так, до 18% связующего прочность ферромагнитных дисперсий на основе кобальтированной гамма-оксида железа ниже, а после 18% — значительно выше, чем прочность ФМД на основе гамма-оксида железа. Такое поведение можно объяснить не столько различием магнитных материалов по их удельной поверхности, показатели которой достаточно близки, сколько природой поверхности магнитного материала. По-видимому, наличие в частицах магнитного материала до 5,0% кобальта делает их поверхность химически более инертной, что сказывается на адсорбции связующего. Не исключено также влияние магнитных свойств, которые для исследуемых материалов отличаются друг от друга.

На рис. 3 представлена зависимость прочностных свойств растворов поливинилформальэтилаля и растворов, содержащих 8% об. кобальтированной гамма-оксида железа, от концентрации связующего в дихлорэтано. С увеличением концентрации связующего до 10% прочность растворов линейно возрастает, а затем до 15% снижается. Присутствие в растворах связующего магнитного материала координально меняет ход зависимости. При содержании связующего до 6% прочностные свойства снижаются в несколько раз, а затем остаются одинаковыми на весьма низком уровне.

Из анализа двух кривых (рис. 3) можно сделать вывод, что магнитный материал по отношению к растворам связующего играет весьма активную роль, что сказывается на значительном изменении прочностных свойств наполненных растворов поливинилформальдегида. Эта активность проявляется при концентрации связующего до 5—6%. Эти выводы вполне совпадают с данными рис. 2. Так, при концентрации связующего по отношению к магнитному материалу до 18% наблюдается умеренный, а выше этой концентрации — значительный прирост прочности ФМД. Замеры магнитных свойств ФМД на основе кобальтированной гамма-оксида железа показали незначительную зависимость между магнитными свойствами и концентрацией связующего. Так, коэффициент прямоугольности петли гистерезиса увеличивается всего от 0,55 до 0,65. Это свидетельствует о том, что в ФМД частицы магнитного материала, по-видимому, находятся в агрегатах. Магнитный слой на основе исследованных ФМД будет ориентироваться плохо.

Поэтому применение поливинилформальдегида в ФМД с кобальтированной гамма-окисью железа будет целесообразным в случае его использования в композиции с пластификатором и более активным к магнитному материалу связующим.

Настоящая работа может оказаться полезной при разработке рецептур ферромагнитных дисперсий для магнитных лент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авилов П. В. Изготовление магнитных лент для кинематографии. М., «Искусство», 1973, с. 55.
2. Тимофеев Е. Н., Шелегеда Л. А., Брагинский Г. Н. — «Труды ЛИКИ», 1972, вып. 19, с. 187.
3. Элиасберг И. И. и др. Высокоэнергетические порошки для магнитных лент. — «Техника кино и телевидения», 1975, № 4.
4. Бибик Е. Е. Эффекты взаимодействия частиц в дисперсиях ферромагнетиков. Докт. дис. Л., 1971. (Ленинградский технологический институт им. Ленсовета).
5. Кононова З. К., Яблоко Б. Т., Солиенко В. О. — «Лакокрасочные материалы и их применение», 1969, № 5.
6. Структура и свойства поверхностных слоев полимеров. Под ред. Ю. С. Липатова. Киев, «Наукова думка», 1972, с. 281.

Статья поступила
в редакцию
24 января 1978 г.

*Т. М. ГОЛОБОВА, Г. Б. ПАНТЕР,
Е. П. ТРИФОНОВА, И. И. ЭЛИАСБЕРГ*

ВЫБОР СПОСОБА МОДИФИКАЦИИ КОБАЛЬТОМ ОКИСЛА ЖЕЛЕЗА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАГНИТНЫХ ЛЕНТ

Расширение области применения магнитной записи и создание парка новых видеомагнитофонов вызывают необходимость разработки лент с высокой разрешающей способностью.

Известно [1], что такие ленты должны обладать коэрцитивной силой не менее 50 кА/м; это достигается применением порошков двуокиси хрома и γ -оксида железа, модифицированного кобальтом. При записи высоких частот ленты на кобальтированных порошках имеют примерно такую же отдачу, как и ленты на CrO_2 при значительно меньшей абразивности. Поэтому за рубежом выпуск этих лент значительно расширяется [2]. Во ВНИИТРе совместно с производственным объединением «Свема» и Шосткинским филиалом ГосНИИхимфотопроект проводится разработка высокоэнергетического магнитного порошка γ -оксида железа, модифицированного кобальтом [3].

Значительное влияние на свойства полученного порошка оказывает способ введения иона Co^{++} в кристаллическую решетку оксида железа.

Известны [4, 5, 6] различные способы модификации оксида железа кобальтом:

1. Соосаждение соединений кобальта и железа.
2. Осаждение гидроксидов кобальта на поверхность оксида или гидрата оксида железа.
3. Адсорбция ионов кобальта на поверхности оксида или гидрата оксида железа.

Порошок, полученный первым способом, состоит из однослойных частиц феррита кобальта, в то время как в других двух случаях получаются двухслойные частицы, ядро которых состоит из гамма-оксида железа, а наружная оболочка — из нестехиометрического феррита кобальта. Коэрцитивная сила и термостабильность такого порошка выше, чем у однослойного [7].

В настоящей работе сравниваются способы осаждения и адсорбции соединений кобальта на поверхности игольчатых частиц оксида или гидрата оксида железа. В обоих случаях при последующей термообработке на поверхности частиц оксида железа образуется нестехиометрический феррит кобальта. Порошки модифицированного кобальтом

γ -оксида железа термообрабатывались в инертной атмосфере, а модифицированного α -FeOОН — в восстановительной и окислительной атмосфере.

При создании слоя феррита кобальта следует стремиться к образованию равномерной «капсулы» без выступов и неровностей с толщиной оболочки в несколько Å . Любые дефекты поверхности ухудшат способ-

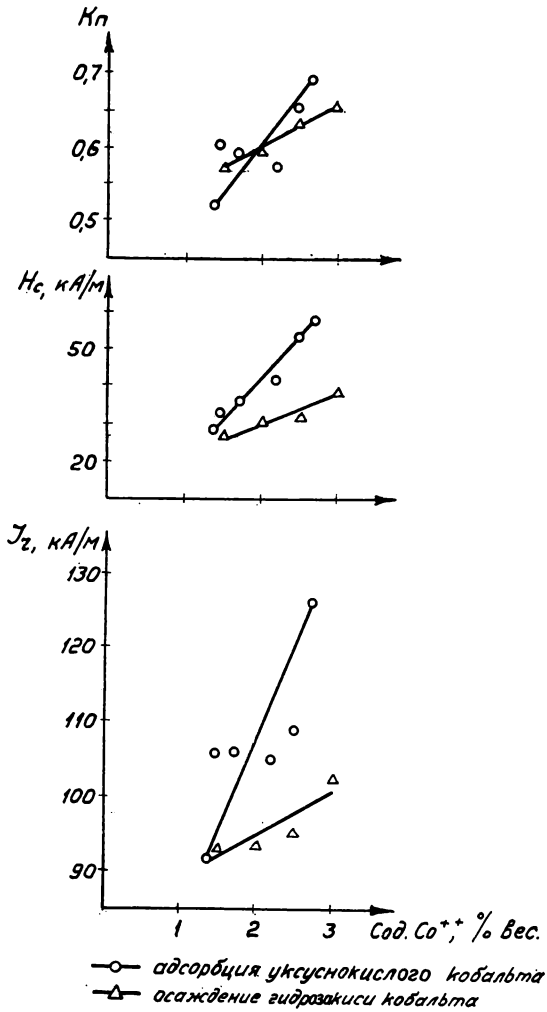


Рис. 1. Влияние содержания кобальта на магнитные свойства порошка

ность частиц к ориентации. Равномерность поверхностного слоя зависит от распределения кобальта.

Сравнение магнитных характеристик «адсорбционных» и «осажденных» порошков с одинаковым содержанием кобальта (рис. 1) свидетельствует о преимуществе метода адсорбции. Более высокие магнитные характеристики в этом случае являются следствием того, что диффузия кобальта в кристаллическую решетку поверхностного слоя оксида железа проходит легче, чем в процессе осаждения, а ферритизация полнее. Распределение ионов Co^{++} «адсорбционных» порошков, очевидно, также более равномерное.

Параметром, характеризующим равномерность распределения кобальта, является величина коэффициента неоднородности порошка по полям перемангничивания (табл. 1).

Таблица 1

Величина коэффициента неоднородности порошка по полям перемангничивания в лабораторных образцах магнитных лент

| Тип порошка | Содержание Co^{++} (в % вес.) | Способ кобальтирования | β |
|------------------------------|------------------------------------|------------------------|---------|
| $\gamma-Fe_2O_3$ (тип 12) | — | без кобальта | 1 |
| $\gamma-Fe_2O_3$ (тип 12)+Co | 2,5 | осаждение | 0,8 |
| $\gamma-Fe_2O_3$ (тип 12)+Co | 2,2 | адсорбция | 0,63 |

Как следует из данных табл. 1, процесс кобальтирования выравнивает неоднородность порошков, причем «адсорбционные» порошки более однородны.

На основании приведенных данных адсорбционному методу введения иона Co^{++} в порошок окисла железа было отдано предпочтение.

По результатам предварительных опытов [8] были установлены требования, предъявляемые к адсорбенту — соединению кобальта:

1. Разложение в процессе ферритизации при умеренных температурах (до $500^\circ C$).

2. Образование газообразных конечных продуктов разложения аниона, способных удаляться из зоны реакции в токе инертного газа.

3. Взаимодействие продуктов разложения в момент выделения с исходным окислом железа при одновременной активации его поверхности.

Этим требованиям отвечает уксуснокислый кобальт, выбранный нами для исследования процесса адсорбции.

Процесс адсорбции в поверхностном слое количественно описывается уравнением Гиббса:

$$\Gamma = - \frac{c}{RT} \left(\frac{d\sigma}{dc} \right)_T,$$

где Γ — избыток растворенного вещества в поверхностном слое;
 c — концентрация вещества в растворе;

$\left(\frac{d\sigma}{dc} \right)_T$ — изменение поверхностного напряжения раствора в зависимости от концентрации.

Адсорбция растворенного вещества на поверхности твердого тела является процессом, протекающим самопроизвольно при уменьшении изобарного потенциала поверхности. Очевидно, что при прочих одинаковых условиях для данного адсорбирующего тела и адсорбируемого вещества количество последнего будет возрастать по мере увеличения адсорбирующей поверхности.

Для увеличения адсорбирующей поверхности было предложено проводить предварительную термообработку порошка перед суспендированием его в растворе соли. При этом наряду с удалением поверхностной влаги из порошка происходит также диффузия дислокаций и дефектов, являющихся центрами адсорбции, к поверхности частиц порошка. В связи с этим при повышении температуры предварительной термообработки в изученном интервале увеличивается количество адсорбированного кобальта. Этим можно объяснить улучшение магнитных свойств порошка (рис. 2). По результатам этих опытов был выбран режим предварительной термообработки.

Процесс адсорбции изучался при температурах 7, 20, $50^\circ C$ и концентрации раствора 125 г/л. На рис. 3 приведена зависимость содержания кобальта от температуры процесса адсорбции. Как видно из данных рис. 3, при понижении температуры до $7^\circ C$ количество адсорби-

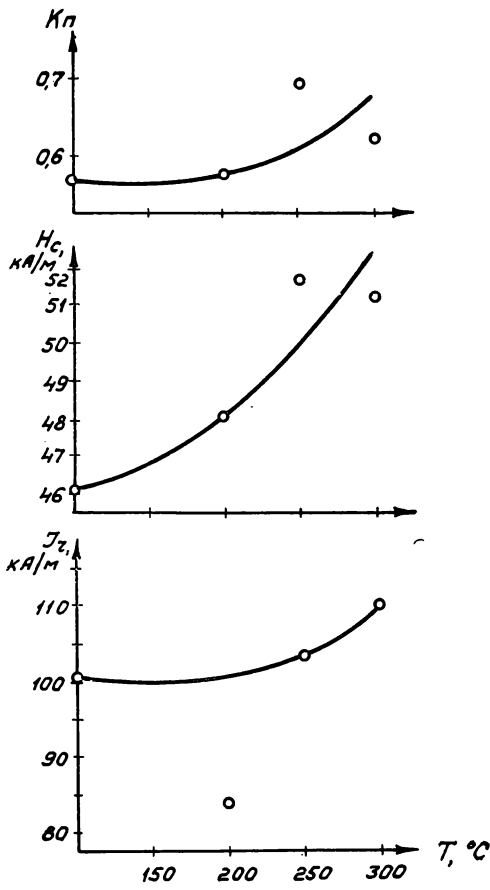


Рис. 2. Влияние температуры предварительной термообработки на магнитные характеристики

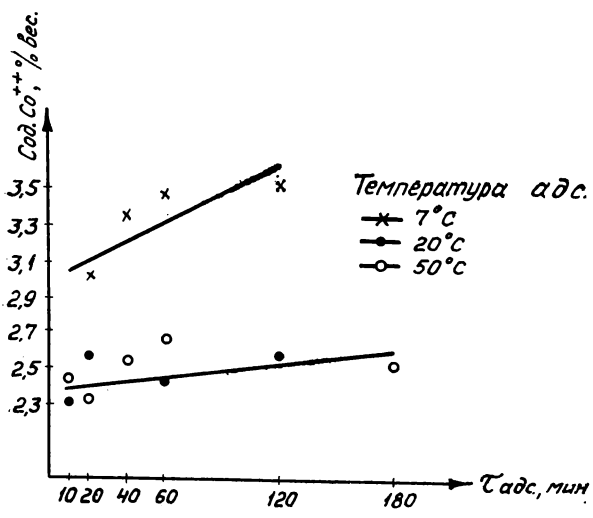


Рис. 3. Влияние температуры адсорбции на содержание кобальта

рованного кобальта увеличивается, что хорошо согласуется с уравнением Гиббса для разбавленных растворов. В интервале 20—50°C адсорбция кобальта практически не меняется.

При проведении процесса адсорбции существенным являются данные о соотношении между твердой и жидкой фазой (рис. 4).

При концентрации твердой фазы 175 г/л количество адсорбированного кобальта составляет примерно 2,2% вес., что обеспечивает достаточно высокие магнитные параметры. При дальнейшем увеличении

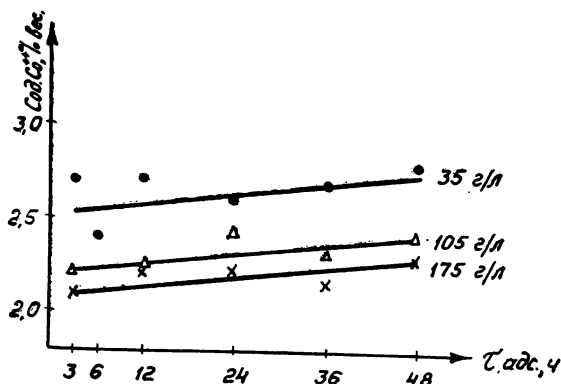


Рис. 4. Влияние времени адсорбции и количества твердой фазы на содержание кобальта

концентрации твердой фазы, суспензия становится вязкой, что затрудняет перемешивание и не может быть рекомендовано для производственных условий. Поэтому дальнейшие опыты проводились при концентрации порошка окисла железа 175 г/л. Из данных рис. 3 и 4 следует, что адсорбция практически заканчивается в течение первых часов. Поэтому увеличение времени адсорбции свыше трех часов не целесообразно. Количество адсорбированного кобальта определяется также концентрацией соли кобальта в этом растворе. Уравнение изотермы адсорбции имеет следующий вид [9]:

$$a = k \cdot \frac{b \cdot c}{1 + b \cdot c},$$

где a — количество адсорбированного вещества;

c — концентрация вещества в растворе;

k и b — экспериментально определяемые коэффициенты, постоянные для данной изотермы.

На рис. 5 приведена изотерма адсорбции при повышении концентрации уксуснокислого кобальта от 50 до 100 г/л. Дальнейшие опыты проводились при концентрации раствора 70 г/л.

Для подтверждения правильности выбранного способа и режима введения кобальта были изготовлены лабораторные образцы лент на порошках, полученных методами осаждения и адсорбции кобальта. Лакки на порошках, приготовленных методом адсорбции, диспергировались быстрее и были менее тиксотропными, чем на порошках, полученных методом осаждения. Поверхность рабочего слоя этих лент также была лучше.

В табл. 2 приведены магнитные свойства лабораторных образцов лент в сравнении с зарубежными лентами и лентой ТЛЦ.

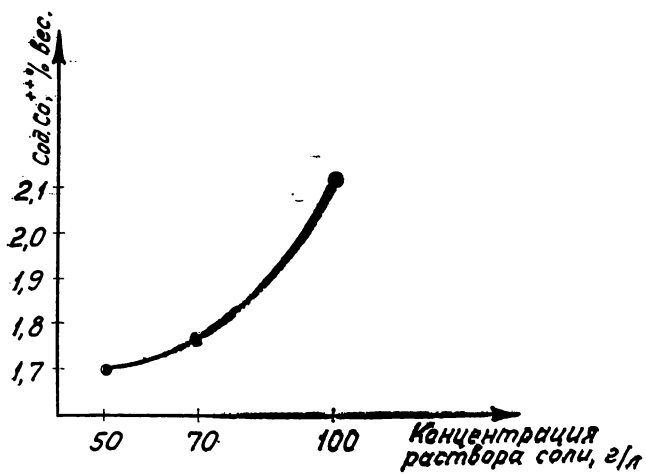


Рис. 5. Изотерма адсорбции

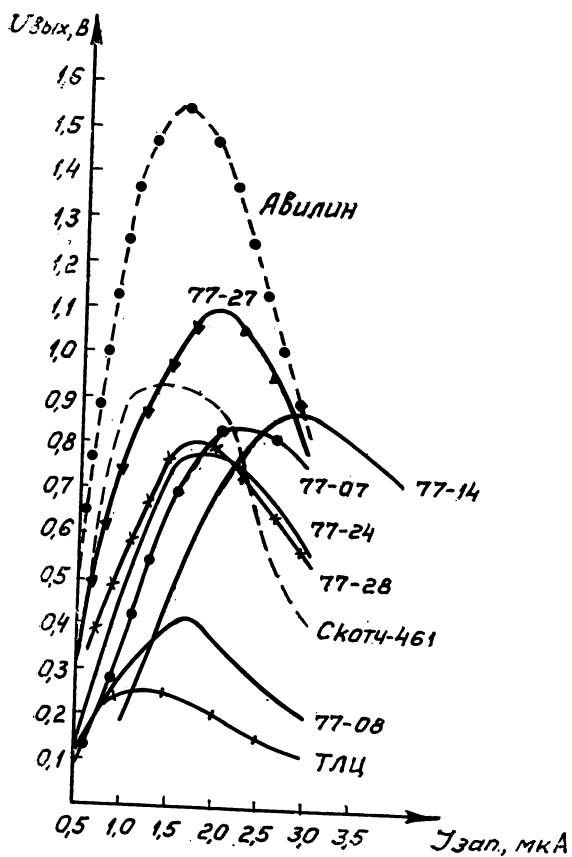


Рис. 6. Амплитудные характеристики лент

Магнитные свойства образцов лент

| Тип ленты | Толщина рабочего слоя, мкм | Магнитные свойства | | | | Способ кобальтирования |
|-----------------|----------------------------|--------------------|--------------|-------|-----------------|------------------------|
| | | H_c , кА/м | B_r , кА/м | K_p | α_s , дБ | |
| Скотч-461 (США) | 6 | 48,0 | 97,6 | 0,81 | 1,2 | Не известен |
| Авилин (Япония) | 7 | 44,0 | 83,4 | 0,78 | 4,0 | " |
| ТЛЦ (СССР) | 11 | 25,4 | 73,6 | 0,71 | 3,4 | Без кобальта |
| 77-07 | 9 | 55,3 | 98,0 | 0,75 | 2,7 | Адсорбция |
| 77-14 | 11 | 66,5 | 71,6 | 0,77 | 1,08 | " |
| 77-24 | 10 | 54,5 | 82,5 | 0,73 | 2,2 | " |
| 77-27 | 6 | 54,5 | 83,5 | 0,71 | 1,3 | " |
| 77-28 | 8 | 49,5 | 91,5 | 0,70 | 2,0 | " |
| 77-08 | 8 | 42,5 | 72,5 | 0,76 | 0,45 | Осаждение |

Из данных таблицы следует, что образец 77-08 на порошке, полученном методом осаждения, имеет меньшие значения коэрцитивной силы и остаточной намагниченности, чем образец 77-28 на адсорбционном порошке с тем же содержанием кобальта (2% вес.). Степень ориентации порошка в последней ленте также выше.

Исследование рабочих характеристик магнитных лент проводили на измерительном стенде при скорости движения ленты 38,1 см/с на частоте 80 кГц.

При рассмотрении амплитудных характеристик, приведенных на рис. 6, и данных табл. 2 можно сделать следующие выводы:

1. Отдача ленты 77-28 на порошке, приготовленном методом адсорбции, выше, чем у ленты 77-08 на порошке, приготовленном методом осаждения (при равном содержании кобальта), очевидно, в связи с более высокими коэрцитивной силой и степенью ориентации порошка в первой ленте.

2. Чем тоньше магнитное покрытие ленты (образцы 77-27, 77-07, 77-24), тем выше ее отдача на высокой частоте (длина волны 5 мкм).

3. Отдача лучшей лабораторной ленты 77-27 выше, чем у ленты «Скотч-461», что можно объяснить более высокой коэрцитивной силой ленты 77-27, и ниже, чем у ленты «Авилин», что, очевидно, связано с более высокой степенью ориентации порошка ленты «Авилин».

Изучение свойств лент подтверждает правильность выбора метода адсорбции при изготовлении высокоэнергетического магнитного порошка.

Выводы

1. Разработан режим модификации кобальтом окисла железа путем адсорбции последнего из раствора уксуснокислого кобальта, обеспечивающий активацию поверхности окисла, удаление продуктов разложения и оптимальные условия ферритизации.

2. При сравнении свойств порошков, полученных методом адсорбции и осаждения кобальта, установлено, что при одном и том же содержании кобальта «адсорбционные» порошки обладают лучшими магнитными свойствами и более высокой ориентационной способностью, чем «осажденные».

3. По амплитудным характеристикам лабораторные образцы лент на кобальтированном адсорбционном порошке уступают японской лен-

те «Авилин» и превосходят ленту «Скотч-461» (США). Дальнейшее усовершенствование кобальтированного порошка и ленты на нем должно проводиться в направлении повышения степени ориентации порошка в рабочем слое и снижения толщины слоя, а также подбора рецептуры магнитного лака, обеспечивающего необходимые эксплуатационные свойства лент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морисиэ Масаси. Материалы и характеристики магнитной ленты для видеозаписи. — «Дэнси гидзюцу», 1977, т. 19, № 5, с. 11—14.
2. «Jap. Electr. Ind.», 1977, N 2, p. 14. (Рекламное сообщение).
3. Элиасберг И. И., Пантер Г. Б., Комар В. Г. и др. Высокоэнергетические порошки для магнитных лент. — «Техника кино и телевидения», 1975, № 4, с. 64—67.
4. Haller Willis D., Colline Raymond. Method of making magnetic particles and recording tape. Пат. США, кл. 117—238, (B 44 d 1/18), № 3573980, заявл. 19.02.68, опубл. 6.04.71.
5. Kubota Yuichi, Umeki Shinji, Tokuoka Yasumichi. Magnetic powder. (TDK Electronics Co., Ltd). Пат. США, кл. 427—403, (H 01 F 1/36), № 4010310, заявл. 21.07.75, опубл. 1.03.77, приор. 20.03.73, № 4831486, Япония.
6. Нобуока Соитиро, Окасоу Акира. Method of producing recording magnetic material. (Когё гидзюцу интё). Япон. пат., кл. 62 В74, (H 01 f), № 48—15759, заявл. 15.03.69, опубл. 17.05.73.
7. Исследование путей усовершенствования носителей записи для телевидения и радиовещания. Отчет/ВНИИТР; Руководитель темы И. И. Элиасберг. — № X-99-73. — М., 1973.
8. Исследование и разработка перспективных материалов для магнитных лент. Отчет/ВНИИТР; Руководитель темы И. И. Элиасберг. — № X-105-75. — М., 1975.
9. Герасимов Л. И., Древинг В. П. и др. Курс физической химии. М., «Химия», 1969.

Статья поступила
в редакцию
24 февраля 1978 г.

*Б. Я. КАЗНАЧЕЙ, Л. В. МИНЕЕВА,
О. А. БЕРХ, Н. И. КОНОВА*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ МАГНИТНЫХ ЛЕНТ С РАБОЧИМ СЛОЕМ CoNiP

Электроосажденный сплав CoNiP обладает высокой (до 96 кА/м) коэрцитивной силой и высокой коррозионной стойкостью, поэтому представляет особый интерес в качестве рабочего слоя магнитных лент. Электролит для осаждения сплава имеет широкий (3—4) диапазон pH и высокий (>85%) выход по току. Оптимальные магнитные характеристики получаются при высоких (до 10 А/дм²) плотностях тока, что позволяет интенсифицировать процесс получения лент.

Все эти обстоятельства делают сплав CoNiP одним из наиболее перспективных в качестве рабочего слоя носителей магнитной записи.

Пока этот сплав использовали для покрытия барабанов и дисков, достаточно было обеспечить воспроизводимость магнитных характеристик от изделия к изделию, причем незначительный разброс результатов не был критичен.

При переходе к изготовлению металлизированных лент на непроводящей основе разброс магнитных характеристик по длине ленты оказался недопустимым, и возникла задача выяснения условий воспроизводимости результатов и однородности магнитных характеристик по длине ленты при длительном непрерывном процессе их получения.

Получение ленты осуществлялось на установке [1] электроосаждением сплава CoNiP на основу из лавсана, предварительно покрытую адгезионным слоем [2]. Проводящий слой наносили химическим меднением [3]. Состав электролита для осаждения сплава CoNiP (в г/л): кобальт хлористый 120, никель хлористый 120, аммоний хлористый 100, натрий гипофосфит 9, анод — сплав Co 70%, Ni 30%.

Для оценки влияния качества поверхности основы на магнитные характеристики покрытия последние осаждали на лавсан с различными адгезионными слоями.

Магнитные свойства покрытий измеряли на осциллографической установке при максимальном поле 112 кА/м.

Шероховатость поверхности измеряли на профилографе-профилометре завода «Калибр». В качестве параметра было выбрано Ra — среднеарифметическое отклонение профиля, т. е. среднее значение расстояний точек измеренного профиля до его средней линии (ГОСТ 2789—73).

Магнитные характеристики покрытия CoNiP определяются составом электролита, его рН и температурой, плотностью тока и т. д.

При непрерывном осаждении сплава состав электролита может претерпевать изменения, что, в свою очередь, может явиться причиной различия магнитных свойств ленты по ее длине. Поэтому раньше всего необходимо было выяснить каковы эти изменения и разработать способ корректирования электролита.

В табл. 1 представлены результаты опытов, проведенных при температуре 45—50°C, D_k 1 А/дм² и рН 3—4. Отношение покрываемой поверхности ленты к объему раствора составляло $4,4 \cdot 10^{-3}$ м²/л. Изменение объема электролита за счет испарения (50 мл/ч) компенсировали добавлением дистиллированной воды.

Данные табл. 1 указывают на отсутствие корреляции между составом электролита и магнитными свойствами покрытия.

При незначительных по существу отклонениях состава электролита и условий осаждения магнитные характеристики лент даже в начале опытов значительно различаются между собой.

Проработка электролита также, по-видимому, не оказывает существенного влияния на магнитные характеристики. Так, магнитные свойства покрытий, полученных из свежеприготовленных электролитов и электролитов, откорректированных по результатам анализа один раз и дважды, изменяются в одних и тех же пределах.

Необходимо подчеркнуть, что каков бы ни был исходный состав электролита и магнитные характеристики в начале опыта, в конце опыта все магнитные свойства имеют более низкие значения, чем в начале, независимо от того, как изменяется содержание солей в электролите.

Это ухудшение свойств и по своим масштабам не соответствует в целом незначительному изменению состава электролита. Можно было бы предположить, что вредное влияние оказывает нерегулируемое накопление в электролите фосфитов, но в опытах 26, 28 и 29, где содержание фосфитов в исходном электролите соответственно равно 1,06, 0,78 и 0,45 г/л, получены самые высокие значения H_c и K_p .

Из данных табл. 1 видно, что расход гипофосфита даже за время самого длительного опыта 26 (9,5 ч) не превышает 2 г/л, что не может вызвать существенных изменений магнитных характеристик покрытия. Тем не менее следует периодически осуществлять корректирование электролита гипофосфитом по результатам анализа.

Ухудшение магнитных характеристик, вероятно, следует связать с изменением свойств проводящего слоя меди. В табл. 2 приводятся данные, подтверждающие это предположение.

Из таблицы видно, что при сопротивлении проводящего слоя более 1,0 Ом/□ резко ухудшаются все магнитные характеристики ленты. Аналогичная картина наблюдается также при получении лент с рабочим слоем из сплава CoW. Причины этого явления и способы улучшения проводимости слоя меди рассмотрены в работе [4].

Во время проведения опытов было обнаружено, что на основах с адгезионным слоем различного происхождения (лабораторный полив во ВНИИТРе, полив производственного объединения «Свема», поливы разных лет), при прочих равных условиях, получаются покрытия с различными магнитными характеристиками. Причиной неидентичности адгезионных слоев могут быть колебания в качестве сырья, использованного для приготовления адгезионного лака, изменение концентрации отдельных компонентов, времени перетира и значений других технологических параметров.

Таблица 1

Состав электролита и магнитные характеристики сплава CoNiP

| Номер опыта | Время работы, ч | Состояние электролита | Состав электролита, г/л | | | | Магнитные характеристики | | |
|-------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|
| | | | CoCl ₂ ·6H ₂ O | NiCl ₂ ·6H ₂ O | NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O | NaH ₂ PO ₃ | H _c , кА/м | J _r , кА/м | K _п |
| 24 | 3,8 | Свежеприготовленный | 122,3/124,1 | 122,8/126,3 | 9,35/8,71 | 0,00/0,45 | 56,8/42,8 | 640/252 | 0,53/0,36 |
| 31 | 4,3 | | 122,0/121,0 | 113,0/114,8 | —/10,1 | 0,00/10,1 | 56,4/49,8 | 312/184 | 0,60/0,60 |
| 32 | 3,3 | | 117,2/115,8 | 119,0/121,0 | 9,25/8,75 | 0,00/0,22 | 54,0/47,2 | 376/200 | 0,62/0,49 |
| 25 | 6,0 | После одной корректировки | 121,0/123,8 | 119,9/126,0 | 9,68/9,21 | 0,67/1,23 | 45,6/35,2 | 240/176 | 0,40/0,25 |
| 27 | 4,0 | | 120,5/123,8 | 120,5/123,5 | 9,25/9,00 | 0,45/0,57 | 56,8/48,0 | 484/336 | 0,55/0,48 |
| 33 | 3,8 | | 120,5/117,2 | 117,0/115,0 | 9,00/8,92 | 0,37/0,56 | 57,6/52,0 | 156/104 | 0,50/0,36 |
| 22 | 4,0 | После двух корректировок | 120,0/118,0 | 119,6/121,0 | 10,0/9,44 | 0,06/0,50 | 56,4/51,6 | 680/632 | 0,65/0,72 |
| 23 | 4,0 | | 118,0/116,0 | 121,0/122,0 | 9,44/8,87 | 0,50/0,79 | 51,2/45,6 | 575/256 | 0,60/0,47 |
| 26 | 9,5 | | 119,0/111,0 | 118,0/115,5 | 9,00/7,10 | 1,06/1,80 | 42,8/39,2 | 168/170 | 0,30/0,27 |
| 28 | 4,0 | | 119,8/122,4 | 119,5/121,0 | 9,12/8,93 | 0,78/1,30 | 59,2/56,0 | 548/616 | 0,64/0,71 |
| 29 | 4,0 | | 120,4/120,4 | 119,8/126,5 | 9,00/8,81 | 0,45/0,65 | 56,8/54,4 | 560/400 | 0,66/0,56 |

Примечание. В числителе показатель в начале опыта, в знаменателе—в конце опыта.

Зависимость магнитных характеристик сплава CoNiP от электрического сопротивления проводящего слоя меди

| Номер опыта | Толщина слоя меди, мкм | Электрическое сопротивление меди, Ом/□ | Магнитные характеристики | | | | |
|-------------|------------------------|--|--------------------------|-----------------------|----------------|------|-------|
| | | | H _c , кА/м | J _r , кА/м | K _p | β | |
| 11 | нач. | 0,19 | 0,24 | 62 | 630 | 0,93 | 0,30 |
| | кон. | 0,16 | 0,24 | 62 | 480 | 0,92 | 0,20 |
| 21 | нач. | 0,20 | 0,24 | 62 | 630 | 0,92 | 0,26 |
| | кон. | 0,15 | 0,32 | 62 | 560 | 0,91 | 0,30 |
| 18 | нач. | 0,20 | 0,45 | 51 | 350 | 0,71 | >1,00 |
| | кон. | 0,15 | >1,00 | 25 | 175 | 0,50 | >1,00 |
| 25-А | нач. | 0,20 | 0,42 | 39 | 145 | 0,50 | >1,00 |
| | кон. | 0,24 | >1,00 | 19 | 125 | 0,50 | >1,00 |

Примечание: Условия осаждения сплава: D_k 1,2 А/дм², температура 45°С, рН 3—4. Время осаждения 2 мин. 30 с.

Эти факторы могут приводить к качественным различиям поверхности адгезионных слоев — величины и однородности распределения частиц наполнителя, количества, распределения и ориентировки гидрофильных групп заполимеризованного связующего, что, в свою очередь, может влиять на распределение и величину активных центров, на которых происходит рост кристаллов меди, а следовательно, на структурные особенности проводящего слоя меди и электроосажденного сплава.

К сожалению, количественная оценка качества адгезионного слоя пока неосуществлена, и единственным критерием, которым мы могли воспользоваться, оказалась шероховатость поверхности. Были сделаны микрофотографии поверхности, но они помогли оценить слой только визуально как мелко- или крупнозернистый, однородный или неоднородный.

В табл. 3 приводятся результаты опытов по исследованию влияния шероховатости адгезионного слоя на магнитные характеристики лент. Из таблицы следует, что с увеличением шероховатости адгезионного слоя растет неоднородность магнитного покрытия, характеризуемая параметром β, и уменьшается степень ориентации кристаллитов, на что указывает уменьшение коэффициента прямоугольности K_p.

Как известно, чем тоньше рабочий слой носителя, тем большая плотность записи может быть достигнута, а увеличение толщины слоя способствует увеличению отдачи. С другой стороны, увеличение толщины металлического покрытия ухудшает эластичность ленты и контакт лента—головка. Поэтому оптимальная толщина покрытия должна быть компромиссной.

Следовало также выяснить, как меняются магнитные характеристики покрытия по толщине.

Результаты опытов по исследованию влияния толщины покрытия сплава CoNiP на его магнитные характеристики приведены в табл. 4.

Таблица 3:

Влияние шероховатости адгезионного слоя на магнитные характеристики сплава CoNiP (толщина покрытия 0,5—0,69 мкм)

| Номер опыта | Шероховатость адгезионного слоя Ra, мкм | Электрическое сопротивление, Ом/□ | Магнитные характеристики | | | |
|-------------|---|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|-------|
| | | | H _c , кА/м | J _r , кА/м | K _п | β |
| 11 | 0,029 | 0,24 | 62 | 630 | 0,93 | 0,30 |
| 21 | 0,037 | 0,24 | 62 | 630 | 0,92 | 0,26 |
| 29-A | 0,037 | 0,36 | 65 | 600 | 0,87 | 0,24 |
| 17 | 0,060 | 0,33 | 45 | 330 | 0,77 | >1,00 |
| 18 | 0,060 | 0,48 | 52 | 350 | 0,71 | >1,00 |
| 71 | 0,140 | 0,24 | 60 | 670 | 0,75 | 0,68 |
| 26-A | 0,260 | 0,20 | 33 | 100 | 0,50 | >1,00 |
| 32-A | 0,260 | 0,19 | 45 | 260 | 0,50 | >1,00 |
| 31-A | 0,290 | 0,18 | 39 | 150 | 0,60 | >1,00 |
| 25-A | 0,420 | 0,42 | 39 | 140 | 0,50 | >1,00 |

Таблица 4

Влияние D_k и толщины покрытия сплава CoNiP на его магнитные характеристики

| Номер опыта | D _k , А/дм ² | Толщина сплава, мкм | Магнитные характеристики | | |
|-------------|------------------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|
| | | | H _c , кА/м | J _r , кА/м | K _п |
| 75 | 1,0 | 0,12 | 21 | 145 | 0,20 |
| 72 | 1,0 | 0,19 | 30 | 145 | 0,30 |
| 76 | 1,0 | 0,30 | 46 | 230 | 0,67 |
| 73 | 1,0 | 0,38 | 64 | 550 | 0,65 |
| 41 | 1,5 | 0,12 | 29 | 370 | 0,50 |
| 74 | 1,5 | 0,17 | 45 | 310 | 0,60 |
| 30 | 1,5 | 0,22 | 45 | 280 | 0,85 |
| 71 | 1,5 | 0,32 | 64 | 380 | 0,70 |
| 79 | 1,5 | 0,48 | 64 | 460 | 0,64 |
| 77 | 1,5 | 0,61 | 64 | 450 | 0,50 |
| 22 | 1,5 | 0,64 | 60 | 570 | 0,76 |

Сплав осаждали на лавсановую основу с одним и тем же адгезионным слоем и проводящим медным покрытием толщиной 0,2 мкм. Условия осаждения: температура — комнатная, рН 3,5—4,0.

Из табл. 4 видно, что с увеличением толщины увеличиваются и коэрцитивная сила и остаточная намагниченность покрытия. Оптимальная толщина покрытия, по-видимому, находится в пределах 0,4—0,6 мкм. Дальнейшее увеличение толщины из соображений, приведенных выше, нежелательно.

Выводы

В результате проведенной работы установлено:

1. Ухудшение магнитных характеристик покрытия по длине ленты коррелируется с изменением свойств проводящего слоя меди.

2. Качество поверхности адгезионного слоя, в частности его шероховатости, влияет на однородность магнитного покрытия и степень ориентировки кристаллитов.

3. Оптимальная толщина покрытия CoNiP находится в пределах 0,4—0,6 мкм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долин Б. Б., Казначей Б. Я., Маркин А. М. и др. Разработка способа изготовления и исследование характеристик металлизированных магнитных лент. — В сб.: Вопросы магнитной записи электрических сигналов. Вып. 2. М., «Связь», 1973, с. 190—195.
2. Казначей Б. Я., Теряева И. М., Шувалова М. А., Элиасберг И. И. Способ создания шероховатости на диэлектрике. Авт. св. СССР, № 170653; Оpubл. в Б. И., 1965, № 9.
3. Балашова Н. Н., Головня К. И., Дятлова Н. М., Казначей Б. Я., Ластовский Р. И., Минеева Л. В., Шувалова М. А. Раствор для химического меднения. Авт. св. СССР, № 211991; Оpubл. в Б. И., 1968, № 8.
4. Конова Н. И., Берх О. А., Якобсон Н. К., Ковалева О. В. К вопросу о нанесении проводящего слоя меди при получении металлизированных магнитных лент. — «Труды ВНИИТР», 1978, вып. 10(29).

Статья поступила
в редакцию
23 февраля 1978 г.

*Б. Я. КАЗНАЧЕЙ, Л. В. МИНЕЕВА,
Н. И. КОНОВА, О. А. БЕРХ*

СЕЛЕКТИВНАЯ СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ ОСНОВЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МАГНИТНЫХ ЛЕНТ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ РАБОЧИМ СЛОЕМ

При изготовлении магнитных лент с металлическим рабочим слоем на полимерной пленочной основе путем электроосаждения магнитно-твердых сплавов на основу предварительно необходимо нанести проводящий слой.

Для обеспечения осаждения рабочего слоя избирательно только на одну поверхность применяются следующие приемы:

а) проводящий слой наносят испарением в вакууме на одну сторону основы, рабочий слой получают электроосаждением [1];

б) проводящий слой наносят на обе стороны ленты и при электроосаждении с помощью контактного устройства ток подводят только к рабочей поверхности [2, 3];

в) две основы склеивают по краям, затем наносят проводящий и рабочий металлические слои на обе стороны, по окончании осаждения срезают кромки и, разделяя основы, получают две ленты с магнитным слоем, нанесенным только на одну сторону [4].

Нами для обеспечения осаждения рабочего слоя избирательно на рабочую поверхность предложено предварительно наносить на одну поверхность основы адгезионный слой, представляющий собой лаковую пленку с наполнителем [5].

Подготовка лавсановой основы, с нанесенным на нее адгезионным слоем, к электроосаждению осуществляется последовательной обработкой в растворах обезжиривания, сенсбилизации, активирования и химического меднения.

Сенсбилизация в растворе двуххлористого олова и активирование в растворе хлористого палладия проводятся с целью нанесения на рабочую поверхность каталитически активного слоя палладия. Адсорбция ионов олова, восстанавливающих ионы палладия до металлического палладия, к гладкой гидрофобной поверхности лавсана намного ниже, чем к шероховатой гидрофильной поверхности адгезионного слоя, но все же имеет место. В связи с тем, что обе стороны основы обрабатываются в растворах SnCl_2 и PdCl_2 , тыловая сторона основы частично меднится в ванне химического меднения. Эти участки химически осажденной меди не имеют прочного сцепления с основой и поэтому, во-

первых, попадают в раствор химического меднения, способствуя его самопроизвольному разложению, а во-вторых, попадая под заслонки, забивают щели, через которые лента проходит в ванны промывки и электроосаждения. Это вызывает повреждения — царапины на проводящем слое меди, избыточные натяжения, заклинивания и даже обрывы основы.

Для того чтобы нерабочая сторона основы не меднилась, приходилось устанавливать после ванн поролоновые щетки. Они располагались выше уровня щелей, сквозь которые движется лента, и снимали частично активный слой с тыловой стороны ленты. Трение основы о щетки увеличивало натяжение ленты и приводило к повреждениям рабочего слоя, так как лента задевала верхнюю границу щелей (заслонок).

Для получения многометровых образцов лент необходимо было устранить эти недостатки и найти способ активировать только рабочую сторону ленты.

Вначале была сделана попытка вообще исключить обработку ленты в растворе двухлористого олова. После обезжиривания и промывки лента попадала непосредственно в ванну с раствором хлористого палладия. Для иницирования восстановления палладия рабочая сторона основы приводилась в контакт с металлическим (медным) роликом.

При таком способе обработки в ванне химического меднения покрывалась только рабочая сторона основы, однако в растворе хлористого палладия появлялся черный осадок гидрокиси палладия, а на медном ролике контактно выделялся металлический палладий, вследствие чего дорогостоящий раствор драгоценного металла быстро уходил из строя.

Нами были предложены и опробованы способы селективной обработки только рабочей поверхности основы раствором SnCl_2 :

- 1) поливом рабочей поверхности из фильеры;
- 2) обработкой фитилем из фетра или сукна, один конец которого закрепляется в щели фильеры, а другой плотно прилегает к рабочей стороне движущейся ленты.

В том и другом случаях раствор SnCl_2 подается в фильеру из питателя-дозатора.

В первом случае очень трудно отрегулировать подачу раствора, не обладающего достаточной вязкостью. Уровень в фильере не держался, и раствор либо затекал на тыловую сторону ленты, либо недостаточно полно ее смачивал. Чтобы избежать затеков на тыловую сторону ленты и получить равномерное смачивание рабочей поверхности раствором SnCl_2 , в щели фильеры был закреплен фетровый фитиль, который впитывал излишки раствора. Ширина фитиля была равна ширине ленты, длина — примерно половине длины ванны, с тем чтобы лента успевала высохнуть до перехода в следующую ванну.

При этом способе обработки расход раствора уменьшается в 25 раз по сравнению с обработкой в ванне, причем в течение всего времени обеспечивается поступление свежего раствора. При обработке лицевой поверхности основы фитилем нерабочая поверхность не смачивается SnCl_2 и не меднится.

Благодаря этому удается осуществить непрерывный процесс получения ленты без выхода растворов из строя, повреждения проводящего слоя и обрывов лент.

Обработка рабочей стороны ленты путем натирания с помощью фитиля свежестопаяющим раствором SnCl_2 дает возможность интенсифицировать процесс электроосаждения магнитных сплавов (увеличивается толщина и уменьшается электрическое сопротивление медного покрытия).

Использование предлагаемого способа позволяет усовершенствовать технологию изготовления металлизированных магнитных лент при получении многометровых образцов, увеличить срок службы раствора химического меднения и улучшить качество рабочего слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Doust J. F., Pilpel N. Improvements in Apparatus for Producing Plated Magnetic Tape. Англ. пат., кл. С7В, № 1257622, заявл. 28.02.69, опубл. 22.12.71.
2. Judge J. S. Salt Solution Contact Activator and Scriber for Electroplating on a Continious Film and Method of Using the Same. Пат. США, кл. 204—28, № 3261770, заявл. 29.06.62, опубл. 19.07.66.
3. Amago J. M., Greene K. F. Method and Apparatus for the High Speed Production of Magnetic Films. Пат. США, кл. 204—15, № 3362893, заявл. 27.04.64, опубл. 9.01.68.
4. Ионэгава Масамицу. Method of Making Magnetic Medium. Япон. пат., кл. 102 E 11, № 43—23891, заявл. 8.12.66, опубл. 15.10.68.
5. Казначей Б. Я., Теряева И. М., Шувалова М. А., Элиасберг И. И. Способ создания шероховатости на диэлектрике. Авт. св. СССР, № 170653; Опубл. в Б. И., 1965, № 9.

Статья поступила
в редакцию
29 августа 1977 г.

К ВОПРОСУ О НАНЕСЕНИИ ПРОВОДЯЩЕГО СЛОЯ МЕДИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ МАГНИТНЫХ ЛЕНТ

При получении методом электроосаждения длинных образцов металлизированных лент было выявлено изменение магнитных параметров по длине лент.

Образцы лент получали на специальной установке [1] путем нанесения на лавсановую основу с адгезионным слоем проводящего слоя меди химическим меднением [2] и электроосаждения рабочего слоя из сплава CoW. Состав раствора химического меднения (в г/л): $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 70, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 170, NaOH 50, CH_2O (40%) 12—15 мл/л, диэтилдитиокарбамат натрия 3 мл/л. Состав электролита для осаждения сплава CoW (в г/л): $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 130, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 130, H_3BO_3 30, $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 9—10. Скорость движения основы 200 мм/мин. Отношение покрываемой поверхности к объему раствора химического меднения $1,2 \cdot 10^{-2}$ м²/л, к объему электролита $4,4 \times 10^{-3}$ м²/л.

Результаты опытов приведены в табл. 1 и на рис. 1. Из приведенных данных видно, что коэрцитивная сила рабочего слоя от начала лент к концу уменьшается в 1,5—3,5 раза, в то время как изменение состава электролита в процессе работы не превышает 10%.

В работе [3] отмечалась тенденция ухудшения магнитных характеристик рабочего слоя CoNiP от начала лент к концу независимо от исходного состава электролита и изменений его концентрации в течение опыта, которые были не так значительны, чтобы ими можно было объяснить резкое изменение свойств по длине.

Ухудшение магнитных характеристик покрытий, по-видимому, обусловлено изменением структуры сплава, так как состав покрытий практически постоянен (табл. 1). Структура электролитически осажденных тонких магнитных пленок во многом определяется структурой подслоя. Размер, расположение кристаллитов и доменная структура электролитически осажденных магнитных пленок могут изменяться в зависимости от размеров и расположения кристаллитов подслоя [4]. Из табл. 1 видно, что ухудшение магнитных свойств рабочего слоя CoW от начала лент к концу соответствует увеличению электрического и удельного электрического сопротивления проводящего слоя меди.

Влияние состава электролита на толщину, электрическое, удельное электрическое сопротивление проводящего слоя меди, магнитные характеристики и состав сплава CoW

| Номер опыта | Время работы, ч | Состав электролита, г/л | | Толщина меди, мкм | Сопротивление меди, Ом/□ | Удельное сопротивление меди, $\times 10^{-6}$ Ом·см | Магнитные характеристики | | | | | Состав сплава, % | |
|-------------|-----------------|--------------------------------------|--|-------------------|--------------------------|---|--------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|---------|------------------|----|
| | | CoSO ₄ ·7H ₂ O | Na ₂ WO ₄ ·2H ₂ O | | | | H _c , кА/м | J _r , кА/м | J _s , кА/м | K _п | β | Co | W |
| 7-76 | нач. | 127,5 | 9,00 | 0,20 | 0,20 | 4,0 | 27 | 500 | 660 | 0,75 | 0,37 | 83 | 17 |
| | кон. | 128,3 | 8,70 | 0,23 | 0,26 | 6,0 | 19 | 510 | 680 | 0,75 | 0,40 | 81 | 19 |
| 8-76 | нач. | 129,1 | 8,66 | 0,33 | 0,15 | 4,2 | 26 | 750 | 880 | 0,83 | 0,33 | 83 | 17 |
| | кон. | 130,0 | 8,30 | 0,30 | 0,27 | 8,1 | 13 | 900 | 1720 | 0,65 | 0,60 | 83 | 17 |
| 11-76 | нач. | 133,0 | 9,60 | 0,40 | 0,14 | 5,6 | 22 | 700 | 840 | 0,83 | 0,35 | 86 | 14 |
| | кон. | 144,0 | 8,81 | 0,23 | 1,00 | 23,0 | 6 | 820 | 1140 | 0,72 | 0,40 | 85 | 15 |

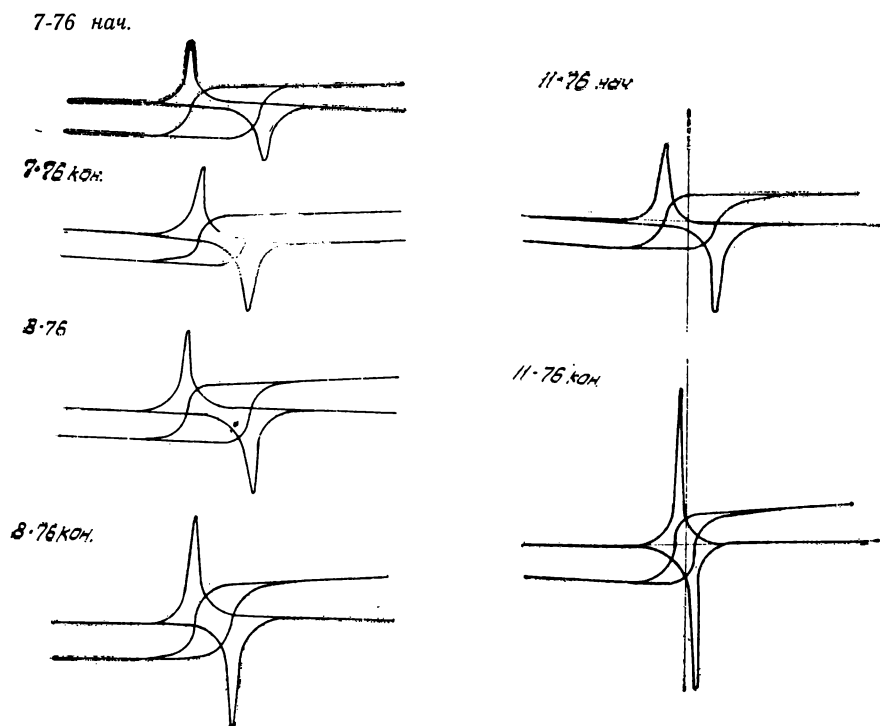


Рис. 1. Петли гистерезиса и дифференциальные кривые сплава CoW в начале и в конце лент

Эти величины определяются толщиной слоя химически осажденной меди, его структурой и наличием примесей.

При длительной работе ванны химического меднения толщина слоя химически восстановленной меди уменьшается, меняется цвет, а следовательно, структура медного покрытия, растет его электрическое и удельное электрическое сопротивление.

Причиной этого может быть уменьшение содержания основных компонентов в растворе химического меднения в процессе работы и в результате его самопроизвольного разложения во времени, а также неконтролируемое накапливание продуктов реакции в растворе.

Для выяснения влияния отдельных факторов на изменение толщины и сопротивления проводящего слоя меди, а также для разработки способа корректирования раствора во время работы нами были проведены следующие серии опытов осаждения слоя меди:

- 1) без корректирования раствора;
- 2) с корректированием только формалином в количестве 2 мл/л·ч;
- 3) с корректированием формалином и раствором состава (в г/л): $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 90, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 170, NaOH 50, диэтилдитиокарбамат натрия 3 мл/л, — приготовленным с учетом расходования сернокислый меди в процессе работы.

Содержание NaOH в растворе для корректирования не выше, чем в растворе химического меднения, так как при введении больших количеств NaOH содержание свободной щелочи не увеличивается, а наблюдается выпадение меди в объеме раствора в виде купратов [5]. Корректирование осуществляли введением 130 мл/л·ч корректировочного раствора. Такой же объем отработанного раствора предварительно удаляли из ванны.

Результаты опытов приведены в табл. 2. Корректирование формалином, как видно из табл. 2, не обеспечивает постоянства толщины и сопротивления медного покрытия по длине ленты. При корректировании раствора химического меднения по способу 3 удается поддерживать постоянным содержание сернокислой меди и формалина, толщину проводящего слоя меди, однако электрическое и удельное электрическое

Таблица 2

Влияние корректирования на состав раствора химического меднения, толщину и сопротивление проводящего слоя

| Способ корректирования | Время работы, ч | Концентрация основных компонентов, г/л | | | Толщина медного слоя, мкм | Сопротивление меди, Ом/□ | Удельное сопротивление меди, $\times 10^{-6}$ Ом·см |
|------------------------|-----------------|--|------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|---|
| | | формалин | сернокислая медь | свободная щелочь | | | |
| 1 | нач. | 12,3 | 71,6 | 35,6 | 0,27 | 0,14 | 3,5 |
| | кон. | 7,5 | 50,9 | 26,6 | 0,23 | 0,25 | 5,4 |
| 2 | нач. | 14,6 | 71,4 | 33,5 | 0,34 | 0,14 | 4,7 |
| | кон. | 14,2 | 59,1 | 26,0 | 0,29 | 0,48 | 7,5 |
| 3 | нач. | 12,0 | 67,0 | 33,4 | 0,20 | 0,23 | 4,6 |
| | кон. | 1,3 | 66,0 | 29,0 | 0,20 | 0,26 | 5,2 |

Примечание. Концентрация $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ в процессе работы не изменяется.

Толщина и сопротивление проводящего слоя меди при химическом меднении с электрохимическим подращиванием и без него в зависимости от скорости движения основы

| Номер опыта | Скорость движения основы, мм/мин | Время работы, ч | Условия осаждения* | | Толщина медного слоя, мкм | | Сопротивление медного слоя, Ом/□ | |
|-------------|----------------------------------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|----------------------------------|-------|
| | | | Д _к 1 А/дм ² | Д _к 2 А/дм ² | начало | конец | начало | конец |
| 1 | 200 | 1 | — | — | 0,33 | — | — | — |
| 2 | 300 | 1 | — | — | 0,17 | — | — | — |
| 3 | 300 | 1 | 0,5 | — | 0,33 | — | — | — |
| 4 | 300 | 5 | 0,5 | 1,0 | 0,54 | 0,52 | 0,04 | 0,04 |
| 5 | 570 | 1 | 0,2 | 0,6 | 0,30 | — | — | — |
| 6 | 600 | 3 | 0,2 | 0,65 | 0,24 | 0,25 | 0,22 | 0,20 |
| 7 | 640 | <1 | 0,2 | 0,6 | 0,20 | — | — | — |
| 8 | 680 | 3 | 0,2 | 0,6 | 0,18 | 0,19 | 0,24 | 0,28 |

* Д_к 1—предельная плотность тока в ванне химического меднения;
Д_к 2—плотность тока в дополнительной ванне электроосаждения меди.

сопротивление слоя меди возрастает от начала опыта к концу. Это можно объяснить тем, что в растворе химического меднения происходят неконтролируемые процессы самопроизвольного разложения и накопление продуктов побочных реакций, которые включаются в осадок и вызывают изменение структуры и увеличение удельного сопротивления слоя меди.

С целью поддержания проводимости слоя меди на одном и том же уровне от начала лент к концу был предложен метод электрохимического подращивания слоя меди. Электрохимическое подращивание проводили в растворе химического меднения при предельной плотности тока, определяемой проводимостью слоя меди, полученного химическим меднением, а также в отдельной ванне из раствора аналогичного состава, но без восстановителя. Результаты опытов представлены в табл. 3.

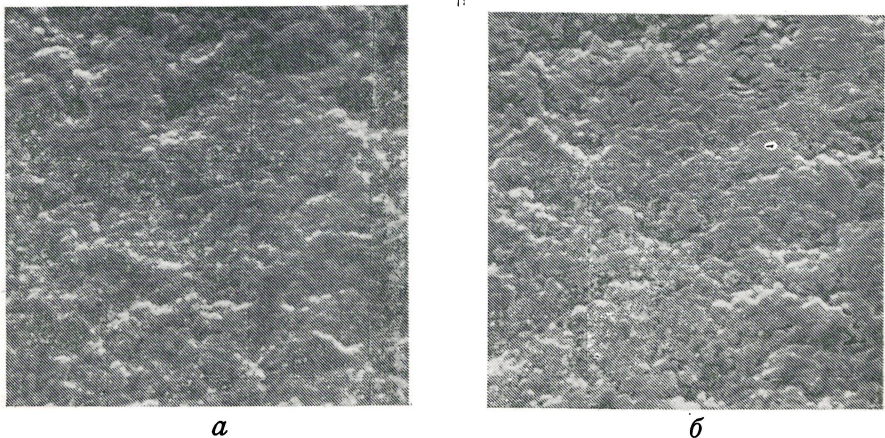


Рис. 2. Влияние скорости движения и электрохимического подращивания на структуру проводящего слоя меди $\times 2300$
а — скорость 300 мм/мин, химически восстановленная медь (толщина слоя 0,2 мкм); б — скорость 600 мм/мин, химически восстановленная медь + электроосажденная в двух ваннах (толщина слоя 0,25 мкм)

Из данных табл. 3 видно, что электрохимическое подращивание слоя меди обеспечивает постоянство сопротивления проводящего слоя по длине ленты.

Увеличение скорости движения основы с 200 до 300 мм/мин вызывает резкое уменьшение толщины слоя химически восстановленной меди (опыты 1 и 2). Электрохимическое подращивание позволяет получать проводящий слой меди толщиной $\sim 0,2$ мкм при увеличении скорости до 600—700 мм/мин. Это дает возможность значительно повысить производительность установки при получении длинных образцов металлизированных лент.

На рис. 2 представлена структура поверхности химически и электрохимически осажденной меди. Исследования проводили на растровом электронном микроскопе HSM-2A (Япония). Электрохимическое подращивание и увеличение скорости движения основы, как видно из рис. 2, не ухудшают структуру проводящего слоя меди.

Выводы

1. Установлено, что при получении длинных образцов металлизированных лент толщина и проводимость слоя меди уменьшается по мере выработки раствора химического меднения; это уменьшение приводит к ухудшению магнитных параметров покрытий.

2. Разработан метод корректирования раствора химического меднения и оптимальный состав корректировочного раствора, позволяющий поддерживать в процессе работы концентрацию раствора и толщину медного слоя на одном уровне.

3. Установлено, что корректирование раствора не обеспечивает полностью постоянства удельного сопротивления проводящего слоя меди от начала к концу ленты, в связи с чем предложен способ дополнительного электрохимического подращивания меди, позволяющий увеличить толщину слоя, уменьшить ее сопротивление и увеличить производительность процесса без ухудшения структуры проводящего слоя меди.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долин Б. Б., Казначей Б. Я., Маркин А. М. и др. Разработка способа изготовления и исследование характеристик металлизированных магнитных лент. — В сб.: Вопросы магнитной записи электрических сигналов. Вып. 2. М., «Связь», 1973.

2. Казначей Б. Я., Минеева Л. В., Шувалова М. А. и др. Раствор для химического меднения. Авт. св. СССР, № 211991; Оpubл. в Б. И., 1968, № 8.

3. Усовершенствование технологии изготовления металлизированной ленты типа ЭОЛ. Отчет/ВНИИТР; Руководитель темы Б. Я. Казначей. — № X-110-76. — М., 1976.

4. Ильюшенко Л. Ф. Электролитически осажденные магнитные пленки. Минск, «Наука и техника», 1972.

5. Soubestre E. B. Electroless copper plating. — «Proc. Amer. Electropl. Soc.», 1959, 46, p. 264—276.

Статья поступила
в редакцию
21 июня 1977 г.

А. В. НИКОНОВ

**О СОВМЕСТНОМ ВЛИЯНИИ
ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПРЕССИИ СИГНАЛОВ
И РЕВЕРБЕРАЦИИ СТУДИИ
НА РАЗБОРЧИВОСТЬ РЕЧИ**

*Памяти
Вадима Максимилиановича
Лебедева.*

Известно, что при динамической компрессии речевых сигналов увеличивается их относительная средняя мощность и соответственно средняя глубина модуляции передатчиков. При этом в радиовещании и телевидении, где принято выдерживать одинаковыми квазипиковые уровни сигналов, увеличивается средняя громкость звучания речи и за счет этого несколько улучшается соотношение громкости речевых и музыкальных фрагментов. Поэтому в СССР и за рубежом речевые компрессоры находят широкое применение.

До последнего времени считалось, что поскольку при динамической компрессии речевых сигналов увеличивается их средняя громкость, то, следовательно, однозначно увеличивается и разборчивость речи, независимо от акустических свойств студии, из которой ведется вещание. Однако, так как при компрессировании затухание сигнала происходит в тракте не так быстро, как в обычных условиях, то получается как бы увеличение времени реверберации, а это в некоторых случаях может привести к снижению разборчивости речи.

В качестве иллюстрации к изложенному на рис. 1 приведены расчетные графики, соответствующие затуханию сигналов в студии с временем реверберации $T_0=0,5$ с и в измерительном тракте, содержащем компрессор с временем восстановления $t_b=0,3$ с и величиной сжатия $D=12$ дБ. График 1 соответствует случаю включения в измерительном тракте линейного усилителя (в положении 1 переключателя П на рис. 2), т. е. обычному методу измерения времени реверберации, а график 2 — случаю, когда в измерительный тракт вместо линейного усилителя включен компрессор. Так как затухание энергии в студии происходит по экспоненциальному закону, то в логарифмическом масштабе график 1 получается в виде прямой линии. Если время ревер-

берации студии составляет $T_0=0,5$ с, то, следовательно, скорость уменьшения уровня составляет

$$a = \frac{\Delta N}{T_0} = \frac{60}{0,5} = 120 \text{ дБ/с.}$$

Таким образом, за 0,3 с происходит уменьшение уровня сигнала на 36 дБ.

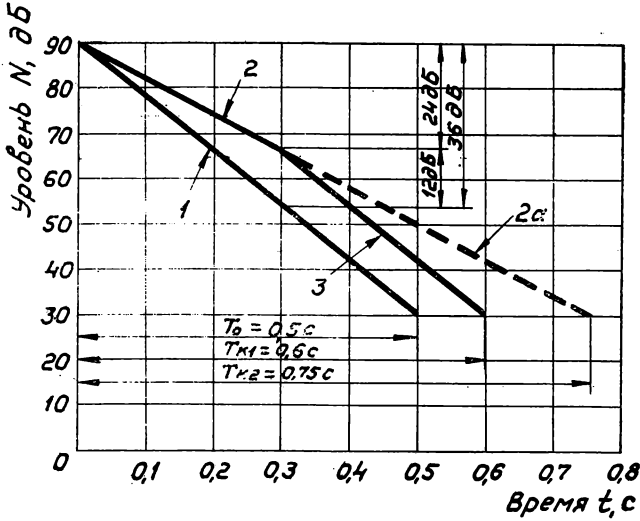


Рис. 1. Графики затухания сигнала

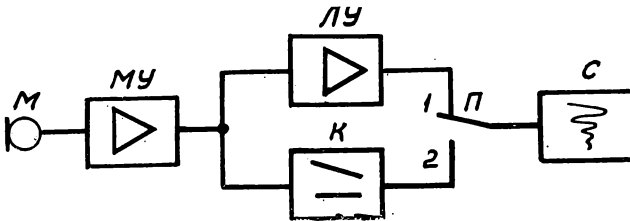


Рис. 2. Структурная схема установки для измерения времени реверберации:
 М — микрофон; МУ и ЛУ — микрофонный и линейный усилители; К — компрессор; С — самописец

Во втором случае, т. е. при включении в измерительный тракт компрессора, в первое время (в течение 0,3 с) за счет увеличения его коэффициента передачи в процессе восстановления затухание сигнала в измеряемом тракте будет происходить медленнее. При времени восстановления 0,3 с это соответствует скорости изменения уровня сигнала

$$b = \frac{D}{t_b} = \frac{12}{0,3} = 40 \text{ дБ/с.}$$

Таким образом, в течение первых 0,3 с уменьшение уровня сигнала в измерительном тракте будет происходить не со скоростью 120 дБ/с, как в студии, а со скоростью

$$c = a - b = 120 - 40 = 80 \text{ дБ/с.}$$

Затухание уровня за то же время составит соответственно 24 дБ. В последующее время компрессор уже не оказывает влияния на скорость

изменения сигнала, поэтому дальнейший процесс затухания характеризуется прямой 3 (для простоты действие шумоподавителя в компрессоре не учитываем).

Таким образом, оказывается, что в этом случае время реверберации студии как бы увеличивается с $T_0=0,5$ с до $T_{к1}=0,6$ с, а если излома характеристики не учитывать и продолжить начальный участок характеристики 2 в виде прямой 2а, то время реверберации окажется еще больше: $T_{к2}=0,75$ с.

Поскольку на самом деле время реверберации студии не зависит от измерительного тракта и остается равным 0,5 с, то получающиеся значения $T_{к1}$ и $T_{к2}$ назовем «кажущимся» временем реверберации.

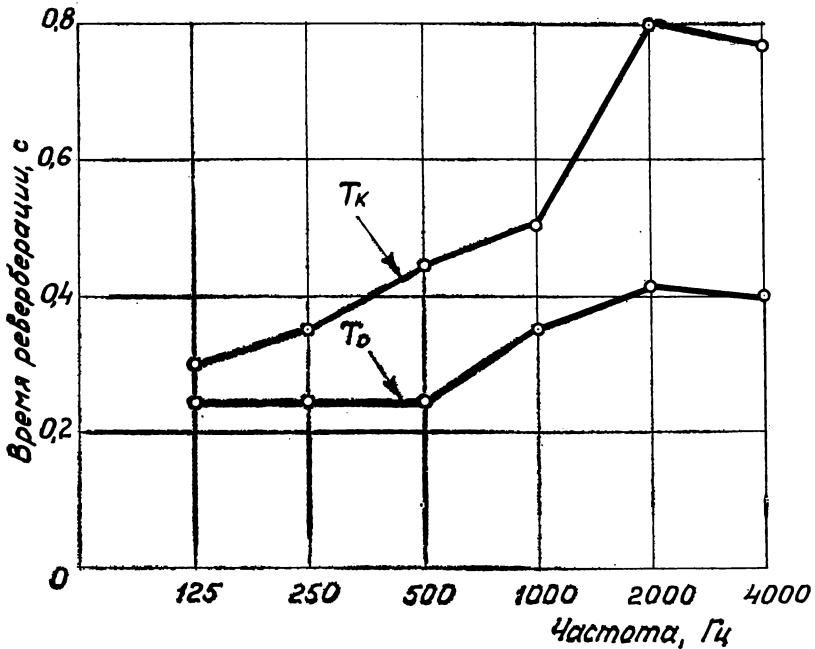


Рис. 3. Частотная характеристика времени реверберации студии T_0 и кажущегося времени реверберации T_k

Результаты аналитических расчетов были проверены экспериментально. С этой целью было проведено измерение времени реверберации нескольких студий на третьоктавных полосах белого шума с помощью установки, структурная схема которой приведена на рис. 2. Результаты измерения приведены на рис. 3. Из графиков видно, что кажущееся время реверберации действительно несколько увеличивается. При этом видно, что если на низких частотах увеличение не превышает 10—15%, то на средних и высоких частотах оно достигает 80%.

Для экспериментального исследования совместного влияния динамической компрессии сигналов и реверберации студии на разборчивость речевых сигналов были проведены артикуляционные испытания. Для данных испытаний в одной из речевых студий ГДРЗ с временем реверберации на средних частотах $T_0=0,4$ с были записаны фонограммы артикуляционных слоговых таблиц № 9—19 в соответствии с ГОСТ 7153—68. Затем были проведены артикуляционные испытания при уровне прослушивания 80 дБ. В итоге были получены следующие результаты:

— в хороших условиях прослушивания при уровнях акустических шумов порядка 30 дБ (отношение сигнал/помеха около 50 дБ) сло-го-

вая разборчивость речи примерно одинакова при включенном компрессоре и без обработки и составляет 94—96%;

— в условиях больших шумов (отношение сигнал/помеха порядка 15—20 дБ) слоговая разборчивость при включенном компрессоре примерно на 20% выше разборчивости необработанного сигнала*.

Исследования были проведены при одном значении времени восстановления компрессора и в одной студии. Поэтому в плане дальнейших исследований представляет интерес выяснение следующих вопросов:

— влияние времени восстановления компрессора t_v на кажущееся время реверберации T_k и слоговую разборчивость речи S при различных значениях величины сжатия сигналов D (от 6 до 18 дБ) и времени реверберации студии T_0 (от 0,2 до 0,8 с);

— влияние величины сжатия сигналов D на T_k и S при различных значениях t_v (от 0,1 до 0,5 с) и T_0 (от 0,2 до 0,8 с);

— влияние времени реверберации T_0 на S при различных значениях t_v и D ;

— аналогичные исследования при двухполосной обработке сигналов;

— причины различной степени изменения T_k на низких, средних и высоких частотах;

— роль частотной обработки сигналов;

— рекомендации по оптимизации времени реверберации речевых студий.

* В данных исследованиях принимали участие А. С. Городников, В. Е. Деревянный, Э. Б. Кузнецов и Ю. В. Пелевин.

Статья поступила
в редакцию
20 апреля 1978 г.

О СООТНОШЕНИИ ГРОМКОСТИ ЗВУЧАНИЯ РЕЧЕВЫХ И МУЗЫКАЛЬНЫХ ФРАГМЕНТОВ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫХ И ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПЕРЕДАЧ

В настоящее время в адрес Гостелерадио СССР, Министерства связи, ГДРЗ, ТТЦ, различных газет поступает много жалоб от радиослушателей и телезрителей на неудовлетворительное положение с выдерживанием громкости звучания передач, особенно при чередовании речи и музыки. Проблема эта существует не только в СССР, но и за рубежом, практически во всех странах. Поэтому в странах Западной Европы и в США уже на протяжении многих лет ведутся исследования, направленные на решение вопроса громкостной балансировки передач [1—4].

Аналогичные исследовательские работы проводились в СССР и других странах-членах ОИРТ [5—12], на основе которых сформулированы некоторые предварительные рекомендации [13].

Вопрос об оптимизации регулирования громкости в радиовещании и телевидении является очень сложным. Сложность этой проблемы объясняется наличием многих факторов, влияющих на восприятие человеком громкости звуков в домашних условиях. Рассмотрим основные из этих факторов.

Прежде всего, основной причиной разной громкости звучания является большое разнообразие структуры сигналов радиовещательных и телевизионных передач: различный характер изменения уровней сигналов, большой или малый динамический диапазон и соответствующая величина пик-фактора, преобладание больших, средних или малых уровней, наличие различного энергетического спектра и т. д.

На рис. 1 приведены уровнеграммы речевого и музыкальных (эстрадного и симфонического) фрагментов при скорости движения бумаги 10 мм/с. При существующей технологии записи, определяемой требованиями ПТЭ [14], квазимаксимальные уровни каждого из фрагментов, независимо от их характера (энергетических параметров), должны соответствовать нормированному номинальному уровню (0 дБ). В этих условиях оказывается, что средний уровень речевых передач меньше, чем у танцевальной музыки, и поэтому речь звучит тише музыки, на что и указывают большинство радиослушателей и телезрителей.

Средний уровень симфонической музыки обычно несколько ниже, чем у речи. Однако разница получается небольшая, причем в отдельные отрезки времени (как это видно из рис. 1, в) средний уровень сим-

фонической музыки оказывается таким же, как у эстрадной музыки, а в другое время — намного меньше, чем у речи. Во всяком случае нареканий на разную громкость речи и симфонической музыки намного меньше.

Вторым важным фактором являются условия прослушивания при записи в студийных условиях и при воспроизведении в домашних условиях.

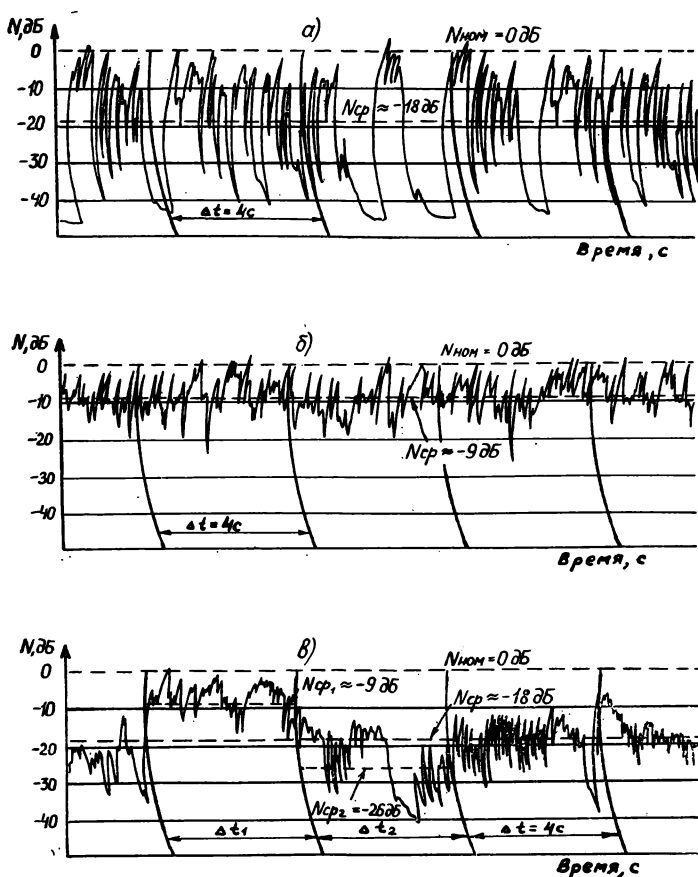


Рис. 1. Уровнеграммы фрагментов вещательных передач: а — речь; б — музыка эстрадная; в — музыка симфоническая

В студийных условиях звукорежиссеры производят записи при максимальных уровнях звучания порядка 92—96 дБ. При таких давлениях ухо человека примерно одинаково громко воспринимает воздействие сигналов на различных частотах (по кривой равной громкости «С»). В домашних же условиях прослушивание происходит чаще всего при уровнях 75—80 дБ, а в позднее вечернее время — при пониженных уровнях, порядка 50 дБ. При пониженных уровнях человек начинает воспринимать сигналы в соответствии с кривой равной громкости «А», т. е. с завалом низких и высоких частот.

На рис. 2,а приведены усредненные спектры речи и эстрадной музыки [15]. С учетом восприятия по кривой «А» эти спектры приобретают вид, приведенный на рис. 2,б. Отсюда видно, что речь, которая и в обычных условиях звучит тише музыки, в условиях воспроизведения при пониженных уровнях за счёт свойства слуха хуже слышат низкие

частоты получает как бы дополнительное ослабление по сравнению с музыкой. Этим объясняется тот факт, что большинство жалоб поступают от радиослушателей и телезрителей на неудовлетворительное соотношение громкости звучания речь—музыка именно в позднее вечернее время, при пониженных уровнях прослушивания. В этих условиях оказывается, что после того, как регулятором громкости радиоприемника выбирается приемлемая громкость музыки — невозможно разо-

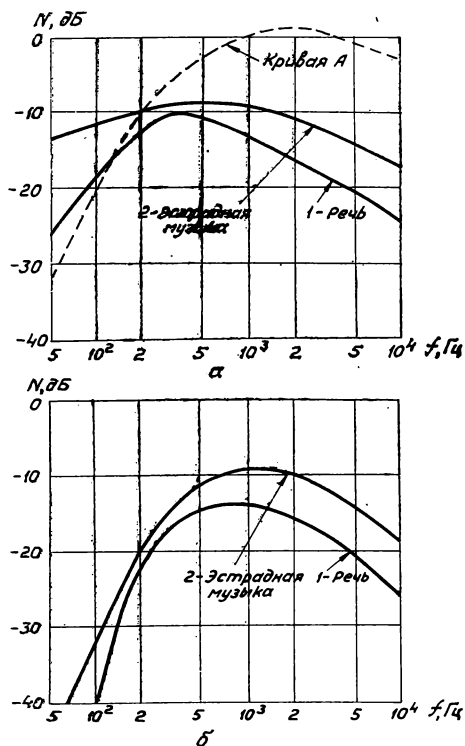


Рис. 2. Усредненные спектры речи и эстрадной музыки:
 а — натуральных звучаний; б — с учетом кривой А

брать речь, а после установки нужной громкости речи — музыка оглушает.

Третьей причиной является то, что у разных людей имеется различный слух и они по-разному воспринимают звучание передач. Более того, один и тот же человек по-разному воспринимает громкость звучания передач в зависимости от психофизического состояния, настроения, степени сосредоточенности, места и времени прослушивания и других факторов; влияние оказывают также возраст человека, его воспитание, образование, пол, общественное положение и т. д. Поэтому здесь задача состоит в том, чтобы прежде всего удовлетворить запросы некоторого «среднестатистического» человека, потому что для всех оптимума добиться невозможно.

Имеются также и другие факторы, влияющие на соотношение громкости звучания речи и музыки: контроль ведется по измерителям квазипиковых уровней; до сих пор не решен окончательно вопрос о динамических (временных) параметрах измерителей громкости; в каналах во многих случаях устанавливается большое количество различных преобразователей динамического диапазона и спектра звуковых сиг-

налов и т. д. Однако основными все же являются приведенные выше три фактора.

Для уточнения степени влияния условий прослушивания передач на соотношение громкости звучания речи и музыки во ВНИИТРе был проведен эксперимент при двух значениях акустических уровней: 80 и 60 дБ. Экспертам (32 человека) предлагалось прослушать попарно несколько фрагментов (длительность каждого 15—20 с). Каждая пара состояла из речевого и музыкального фрагментов. Квазипиковый уровень речевого фрагмента принимался за исходное номинальное значение (условный 0 дБ). Квазипиковый уровень музыкального фрагмента выбирался по отношению к квазипиковому уровню речевого фрагмента в различных парах от -6 до +4 дБ через 2 дБ. Перед экспертами ставилась задача определить, как звучит музыка по сравнению с речью: громче, тише или одинаково.

Обработка данных субъективно-статистической экспертизы заключалась в нахождении функции распределения $P(\Delta N)$, показывающей какова заметность превышения громкости музыки над громкостью речи при различных $\Delta N = N_{\text{муз}} - N_{\text{речи}}$. Результаты исследования приведены на рис. 3.

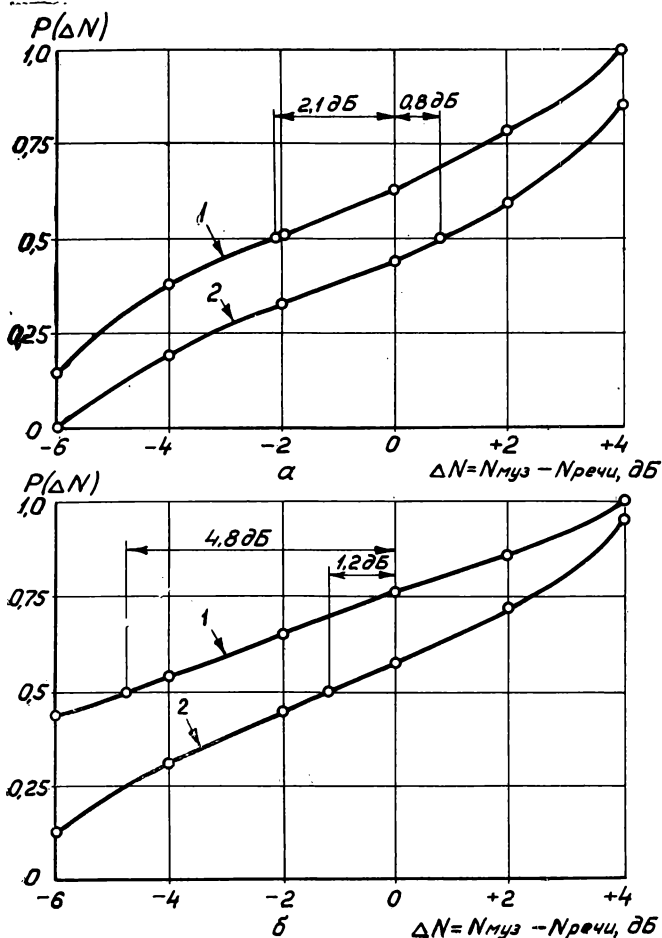


Рис. 3. Функции распределения соотношения громкости звучания речь-музыка при уровнях прослушивания 80 дБ (а) и 60 дБ (б): 1 — «эстрадная музыка—речь»; 2 — «симфоническая музыка—речь»

Из графиков рис. 3,а видно, что при уровне прослушивания 80 дБ фрагменты симфонической музыки оказываются «равногромкими» с речью, когда их квазипиковые уровни ($N_{\text{муз}}$) на 0,8 дБ превышают $N_{\text{речи}}$. Фрагменты эстрадной (танцевальной) музыки оказываются равногромкими с речью, когда их $N_{\text{муз}}$ на 2,1 дБ меньше, чем $N_{\text{речи}}$.

При уменьшении уровня прослушивания до 60 дБ картина становится иной. В этом случае (рис. 3,б) фрагменты кажутся равногромкими, когда у симфонической музыки на 1,2 дБ, а у эстрадной музыки на 4,8 дБ $N_{\text{муз}}$ меньше, чем $N_{\text{речи}}$.

Полученные экспериментально результаты показали, что при переходе от уровня прослушивания 80 дБ к уровню 60 дБ необходимо вводить дополнительную коррекцию в регулирование громкости речи по отношению к музыке примерно на 2,5—3 дБ.

Все радиослушатели и телезрители по своему отношению к громкости звучания музыки и речи разделяются на две группы. Первая группа считает, что речь звучит тише музыки и что громкость музыки следует несколько снизить по отношению к речи. Вторая группа относится к особым любителям и ценителям музыки и считает, что так как в естественных условиях музыка звучит гораздо громче, чем речь, то необходимо, чтобы на радио и телевидении тоже выполнялось это условие. Однако соотношение первых ко вторым составляет примерно 10:1 [2]. Поэтому при разработке практических рекомендаций исходят прежде всего из требований первой группы слушателей.

Известны следующие рекомендации по оптимизации соотношения громкости звучания речевых и музыкальных передач [16]:

- компрессирование речевых сигналов;

- снижение квазипиковых уровней наиболее «интенсивных» музыкальных фрагментов на 3—6 дБ;

- введение поправочных установочных регулировок квазипиковых уровней в соответствии с предварительно произведенной паспортизацией магнитных фонограмм;

- установка в радиодомах и на телецентрах автоматических регуляторов уровня, осуществляющих регулировку по громкости;

- применение управляемых от пилот-сигнала переключателей громкости в радиоприемниках и телевизорах;

- введение в радиоприемники и телевизоры автоматических регуляторов громкости;

- применение в радиоприемниках и телевизорах тон-коррекции в зависимости от положения ручного регулятора громкости.

Таким образом, видно, что решение проблемы должно производиться по двум направлениям:

- в месте формирования программ, т. е. в радиодомах и на телецентрах, где должно устанавливаться оптимальное соотношение громкости применительно к нормальным домашним условиям воспроизведения при уровнях около 80 дБ;

- в радиоприемниках и телевизорах, где должна производиться дополнительная регулировка соотношения громкости при переходе к пониженным уровням прослушивания.

В настоящее время можно реализовать сразу, без проведения дополнительных исследований, пожалуй, только два из указанных выше предложения, а именно:

- производить компрессирование речи;

- уровни музыкальных фрагментов в процессе вещания снижать до значений, при которых показания измерителя квазипиковых уровней будут составлять от —3 до —6 дБ по отношению к номинальному значению. Этот же принцип необходимо применять при монтаже передач.

В радиовещании такое снижение уровней эстрадной музыки приводит, на первый взгляд, как бы к некоторому снижению радиуса действия радиопередающей станции. Однако вполне очевидно, что если в зоне неуверенного приема невозможно разобрать речь, то никто на этой радиоволне не слушает и музыку, которая звучит хотя и несколько громче, но подвержена такому же большому воздействию шумов.

Этот принцип в первую очередь можно применить в телевидении, где, как правило, если уж можно принять с приемлемым качеством изображение, то звук обычно принимается еще лучше, и поэтому с этой точки зрения не существует проблемы сужения зоны уверенного приема.

Осуществить на практике дифференцированное выдерживание значений квазипиковых уровней музыки, например в соответствии с рекомендациями, изложенными в [13], можно в настоящее время только с помощью звукорежиссеров, которые будут производить дополнительную регулировку уровней непосредственно в процессе вещания.

В перспективе ручная регулировка должна быть заменена на автоматическую. С этой целью для радиодомов и телецентров необходимо разработать специальный автоматический регулятор уровня, который в отличие от большинства современных компрессоров и ограничителей «привязывался» бы не к квазипиковым уровням, а к некоторому среднему уровню и осуществлял регулировку по громкости. При этом в его состав одновременно должно входить устройство для защиты последующих элементов тракта от перемодуляции, т. е. ограничитель квазипиковых уровней инерционного типа.

Одно из таких устройств рассмотрено в работе [17]. Трудности его создания заключаются в том, что пока точно неизвестно, какой средний уровень выбрать в качестве «опорного» и какие временные (динамические) характеристики должен иметь такой авторегулятор. В этом направлении проводятся соответствующие исследования.

В некоторых радиоприемниках и телевизорах в настоящее время осуществляется тон-коррекция, заключающаяся в том, что при перемещении движка потенциометра регулятора громкости в нижнее положение, соответствующее пониженному уровню прослушивания, осуществляется подъем низких и высоких частот. Однако эта частотная коррекция, учитывающая свойства слуха, очевидно, недостаточна. Поэтому появилось предложение встраивать в радиоприемники и телевизоры авторегуляторы громкости [18]. Это предложение заслуживает внимания, тем более что при этом обеспечивается дополнительный выигрыш в отношении сигнал/шум.

Помимо жалоб радиослушателей и телезрителей на соотношение громкости при чередовании речь—музыка, много писем поступает также по поводу того, что это соотношение является неоптимальным и при их одновременном звучании, т. е. в том случае, когда речь несет основную информацию, а музыка является как бы фоном, музыкальным сопровождением. Решение этой проблемы целиком зависит от звукорежиссеров, которые иногда слишком увлекаются музыкальным фоном и производят запись при уровне музыки не на 10—15 дБ ниже уровня речи, а примерно при одинаковых уровнях. В результате речь невозможно разобрать, так как она очень сильно «забывается» музыкой.

Изучение проблемы громкости продолжается в настоящее время в рамках ВИ-85-П ОИРТ [19].

Выводы

1. Проблема оптимизации соотношения громкости речевых и музыкальных передач в радиовещании и телевидении является актуальной практически для всех стран мира.

2. Несмотря на большое количество исследований, проведенных за многие годы, проблема громкости не решена до сих пор из-за влияния многих объективных факторов: различной структуры звуковых сигналов, особенностей свойств слуха, условий прослушивания и т. д.

3. При записи и «живых» дикторских передачах несколько повысить средний уровень громкости речи можно с помощью компрессоров.

4. Улучшение соотношения громкости звучания речи и музыки должно быть осуществлено прежде всего в радиодомах и на телецентрах. Эту задачу в настоящее время можно решить только путем ручной регулировки уровней звукорежиссером непосредственно в процессе вещания с учетом рекомендаций по дифференциальному выдерживанию квазипиковых уровней. В перспективе ручная регулировка должна быть заменена на автоматическую, для чего необходимо провести исследования и разработать специальный автоматический регулятор уровня, в котором будет осуществлена «привязка» к некоторому среднему уровню и должна производиться регулировка по громкости.

5. При переходе от уровня прослушивания 80 дБ к уровню 60 дБ требуется вводить дополнительную коррекцию в соотношение квазипиковых уровней речи и музыки примерно на 2,5—3 дБ. Отсюда видно, что в радиоприемниках и телевизорах должна осуществляться дополнительная автоматическая регулировка громкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ilmonen K. Transmission of additional programme information signals for improving the broadcast listener satisfaction. Inc. broadcast Convent, London, 1972.

2. Belger E., Jakubowski H. Einprogrammgesfeuerter Musik-Sprach-Schalter. — «Rundfunktechn. Mitt.», 1968, 12, N 6.

3. Pönninghaus S. Automatic programme-continuity Control for the NDR's sound broadcasting service. — «EBU Review», Part A — Technica 1, 1977, N 122.

4. Mitlacher S. Über die Austerung von Sprach Musikübertragungen. — «Rundfunktechn. Mitt.», 1964, 8, N 1.

5. Резвякова З. Н. К вопросу оценки среднего уровня вещательной передачи — «Труды ВНИИРТ», 1966, вып. 4(14).

6. Мнение администрации СССР по ВИ-55-П. Техническая комиссия ОИРТ, ТК-П-951. Прага, 1973.

7. Вклад администрации ГДР по ВИ-55-П. Техническая комиссия ОИРТ, ТК-П-1022. Прага, 1975.

8. Мнение ГДР по ВИ-55-П. Техническая комиссия ОИРТ, ТК-П-1113. Прага, 1976.

9. Мнение чехословацкого радио по ВИ-55-П. Техническая комиссия ОИРТ, ТК-П-1110. Прага, 1976.

10. Мнение венгерского радио по ВИ-55-П. Техническая комиссия ОИРТ, ТК-П-1087. Прага, 1976.

11. Мнение администрации ПНР по ВИ-55-П. Техническая комиссия ОИРТ, ТК-П-1089. Прага, 1976.

12. Отчет администрации НРБ по ВИ-55-П. Техническая комиссия ОИРТ, ТК-П-1119. София, 1976.

13. О соотношениях громкости звучания музыка-речь при передачах в радиовещании и телевидении. Отчет № 28-П технической комиссии ОИРТ, ТК-П-1123/1. Прага, 1977.

14. Правила эксплуатации технических средств телевидения, радиовещания и телевизионного кинопроизводства. ПТЭ-72, часть II «Радиовещание». М., 1973. (ГКТР).

15. Фурдурев В. В. Стерефония и многоканальные звуковые системы. М., «Энергия», 1973.

16. Никонов А. В. О соотношении громкости звучания сигналов при чередовании речевых и музыкальных фрагментов. — «Реферативная информация. Радиовещание», 1977, вып. 2(21). (ВНИИТР).

17. Кузнецов Э. Б., Чепиков В. М. Способ улучшения соотношения громкости звучания речевых и музыкальных передач. Тезисы докладов на XXXII Всесоюзной научной сессии, посвященной Дню радио. М., 1977.

18. Toik A. Gedanken zur Frage der optimalen Aussteuerung und Dynamik von Rundfunksendungen. — «Radio Fernsehen elektronik», 1968, N 24.

19. Автоматическое регулирование уровней звуковых сигналов в радиовещании и телевидении с целью улучшения соотношения громкости звучания речь—музыка. Вопрос изучения № 85-П. Техническая комиссия ОИРТ, ТК-П-1155. Ваймар, 1977.

Статья поступила в редакцию

27 декабря 1977 г.

УДК 621.396.666:681.84.087.7

А. С. ГОРОДНИКОВ, Э. Б. КУЗНЕЦОВ, В. М. ЧЕПИКОВ

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ УРОВНЯ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Разработанный во ВНИИТРе автоматический регулятор уровня (АРУР) стереофонических сигналов типа С-62 предназначен для защиты от перегрузки последующих звеньев вещательного тракта. При разработке таких АРУР необходимо учитывать, что специфика обработки стереофонических вещательных сигналов (СВС) требует расширения и углубления традиционных представлений о принципах построения АРУР, включаемых в стереофонические вещательные тракты, по сравнению с АРУР монофонических сигналов.

При стереофонической передаче возрастает количество N электрических каналов, образующих вещательный тракт, по сравнению с монофонической передачей:

$$N = \begin{cases} 1 & \text{при моно} \\ 2, 3, 4 \dots & \text{при стерео} \end{cases} \quad (1)$$

Следовательно, возрастает и количество n АРУР, включаемых в каналы стереофонического тракта:

$$n = \begin{cases} 1 & \text{при моно} \\ 2, 3, 4 \dots & \text{при стерео} \end{cases} \quad (2)$$

Кроме того, для сохранения баланса стереофонической передачи необходимо, чтобы расхождение коэффициентов передачи, АЧХ и ФЧХ авторегуляторов, включенных в каналы стереотракта, не превышало допустимых величин. Далее, необходимо учитывать, что АРУР в процессе работы вносят специфические искажения, ухудшающие качество звучания вещательных передач [1]. Программы же стереофонического радиовещания составлены в основном из музыкальных и смешанных передач, критичных к дополнительной обработке АРУР.

Известно, что АРУР представляет собой систему автоматического регулирования (САР), задача которой заключается в изменении коэффициента передачи тракта в зависимости от уровня сигнала, передаваемого по этому тракту.

Пусть коэффициент передачи $K_i(t)$ АРУР, включенного в i -й канал стереофонического тракта, является функцией управляющего сиг-

нала E_y , который формируется в канале управления АРУР. Если порог срабатывания АРУР выбрать равным E_n , то его регулировочную характеристику можно представить в общем виде:

$$K_i(t) = F_i(E_{y_i} - E_n). \quad (3)$$

Для сохранения баланса стереофонической передачи необходимо, чтобы

$$K_1(t) = K_2(t) = \dots = K_{i=n}(t). \quad (4)$$

Объединив выражения (3) и (4), получим аналитическое выражение, определяющее структуру АРУР стереосигналов:

$$K_1(t) = K_2(t) = \dots = K_n(t) = F[E_{y_{\max}}(t) - E_n]. \quad (5)$$

Интерпретируя физический смысл выражения (5), можно сформулировать основные принципы построения АРУР для обработки СВС.

1. Регулировочные характеристики АРУР в каналах, образующих стереотракт, должны быть одинаковы.

2. Коэффициенты передачи АРУР во всех каналах стереотракта должны быть функцией одного и того же управляющего сигнала $E_{y_{\max}}$.

3. Порог срабатывания E_n должен быть одинаков для всех канальных АРУР стереотракта.

Принцип 1 означает, что регулируемые элементы (РЭ), например регулируемые усилители, стереофонических АРУР должны быть не просто однотипными, а иметь идентичные зависимости (3) изменения коэффициентов передачи от управляющего напряжения.

Принцип 2 можно выполнить только в случае, когда входы управления РЭ авторегуляторов уровня в стереофоническом тракте включены параллельно [2]. При этом коэффициент передачи $K_i(t)$ каждого из АРУР, включенных в каналы стереотракта, будет изменяться одновременно и одинаково в зависимости от $E_{y_{\max}}$.

Поясним принцип 2, используя эквивалентную схему каналов управления АРУР (рис. 1), образующих стереопару $N=n=2$.

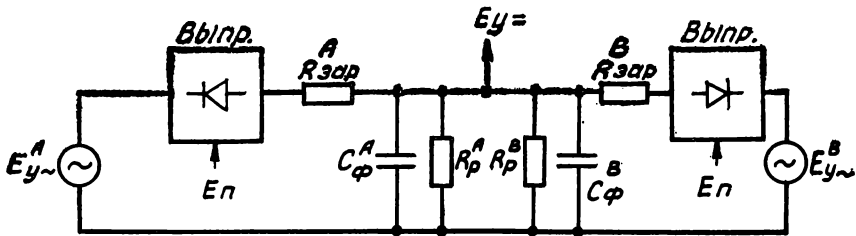


Рис. 1. Эквивалентная схема каналов управления АРУР в стерео-режиме

Если амплитудное значение переменного управляющего напряжения $E_{y~}$ в одном из каналов стереопары превышает порог срабатывания, определяемый соответствующим E_n , открывается каналный выпрямитель B , и в общий канал управления начинает поступать выпрямленное управляющее напряжение $E_{y=}$, которое одновременно прикладывается к обоим регулируемым элементам стереопары авторегуляторов. В случае, когда превышение уровня переменного управляющего сигнала над порогом срабатывания имеет место одновременно в обоих каналах, канал управления стереопары АРУР, в котором разность $(E_{y_{\max}} - E_n)$ будет меньше, отключается за счет большого сопротивления запертых диодов соответствующего выпрямителя B . Эквивалент-

ное время срабатывания стереопары АРУР, определяемое по схеме рис. 1, возрастает, так как постоянная времени заряда конденсатора C каждого канального фильтра увеличивается в 2 раза:

$$\tau_{\text{зар. (экр.)}} = R_{\text{зар}} (C_{\Phi}^A + C_{\Phi}^B), \quad (6)$$

если $C_{\Phi}^A = C_{\Phi}^B = C_{\Phi}$, то $\tau_{\text{зар. (экр.)}} = 2 R_{\text{зар}} C_{\Phi}$.

Постоянная времени разряда каждого из канальных АРУР в этом случае определяется выражением

$$\tau_{\text{р (экр.)}} = \frac{R_p^A \cdot R_p^B}{R_p^A \cdot R_p^B} (C_{\Phi}^A + C_{\Phi}^B). \quad (7)$$

В работе [3] показано, что процесс восстановления коэффициента передачи АРУР определяется не только постоянной времени разряда (7), но и формой характеристики восстановления (3). Например, в случае, когда регулируемые элементы АРУР стереосигналов выполнены на полевых транзисторах, процесс восстановления коэффициентов передачи в каналах стереотракта можно представить выражением

$$K_i(t) = F [E_y(t)] = \exp \left\{ -10 \left[2,095 - \left(1,55 + 0,4 e^{-\frac{t}{\tau_p}} \right) \right]^2 + 0,1 \right\} + 0,08,$$

где τ_p определяется по формуле (7). Если $R_{\Phi}^A = R_{\Phi}^B = R_{\Phi}$ и $C_{\Phi}^A = C_{\Phi}^B = C_{\Phi}$, то $\tau_{\text{р (экр.)}} = R_{\Phi} \cdot C_{\Phi}$.

Наличие в каналах управления АРУР стереосигналов пульсаций управляющего напряжения приводит к росту нелинейных искажений полезного сигнала [1]. Уровень пульсаций управляющего напряжения зависит от частоты выпрямленного напряжения и постоянной времени разряда конденсатора фильтра в канале управления. Для случая двухполупериодного выпрямления уровень пульсаций определяется выражением [4]:

$$N_{\text{пульс.}} = 8,68 \frac{T_c}{2 \tau_p} \text{ (дБ)},$$

где T_c — период сигнала.

Нетрудно определить, что при выпрямлении синусоидального напряжения с частотой 30 Гц и фильтрации его RC-цепью с постоянной времени 100 мс (что примерно соответствует времени восстановления 300 мс) уровень пульсаций будет составлять 1,5 дБ относительно постоянной составляющей выпрямленного напряжения.

При параллельном включении каналов управления стереопары АРУР пульсации управляющего напряжения могут вызывать нежелательную модуляцию коэффициента передачи как того канального авторегулятора, в котором уровень выходного сигнала превышает порог срабатывания, так и того, в котором уровень сигнала не превышает порога срабатывания. Кроме того, при параллельном соединении входов управления РЭ стереопары АРУР появляется электрическая связь, которая может привести к снижению переходного затухания между стереоканалами.

Еще один недостаток АРУР при работе в стереорежиме заключается во взаимном влиянии РЭ при их параллельном включении. Взаимное влияние РЭ заключается в изменении формы регулировочной характеристики каждого из параллельно включенных РЭ. Расхождение регулировочных характеристик параллельно включенных РЭ тем больше, чем больше отличаются регулировочные характеристики отдельных

РЭ. Характерно, что при различии коэффициентов передачи двух РЭ на 1 дБ (в одной и той же рабочей точке), коэффициенты передачи этих же РЭ, включенных параллельно, могут отличаться на 3—5 дБ (в той же рабочей точке).

Чтобы снизить взаимное влияние регулируемых элементов стереопары АРУР, работающих параллельно, необходимо тщательно отбирать РЭ, добиваясь полной идентичности их регулировочных характеристик. Практика отбора идентичных РЭ показала, что парные РЭ с одинаковыми регулировочными характеристиками составляют не более 20% в партии из 100 полевых транзисторов.

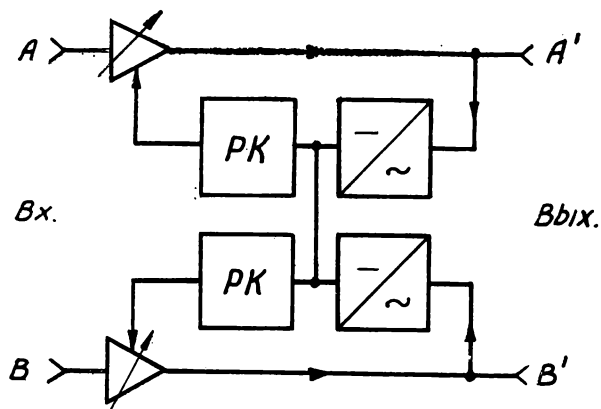


Рис. 2. АРУР стереосигналов с применением развязывающих каскадов

Перечисленные выше недостатки, возникающие при параллельном включении регулируемых элементов АРУР, работающих в стереорежиме, могут быть устранены. Для исключения взаимного влияния РЭ стереопары АРУР необходимо ввести в схему развязывающие каскады (РК), например фильтры или УПТ, как это показано на рис. 2. Одновременное и одинаковое изменение коэффициентов передачи АРУР в каналах стереотракта в этом случае достигается за счет параллельного включения каналов управления по выпрямленному напряжению.

Введение РК в схему АРУР стереосигналов позволяет сократить объем отбираемых из общего числа РЭ, пригодных для применения. Кроме того, при включении РЭ снижается проникновение пульсаций управляющего напряжения АРУР из одного канала стереопары в другой и уменьшается уровень взаимной переходной помехи.

Изложенные выше принципы использованы при практической реализации АРУР типа С-62. Авторегулятор С-62 представляет собой двухканальный ограничитель уровня инерционного типа. При включении ограничителя С-62 в стереорежим каналы управления включаются параллельно.

Функциональная схема АРУР С-62 представлена на рис. 3. Как видно из схемы, АРУР имеет два идентичных канала, что позволяет использовать его как в стереофоническом, так и в монофоническом режимах работы. Каждый из каналов АРУР содержит последовательно включенные инерционный ограничитель уровня (ОУ) и безынерционный ограничитель (пикосрезатель).

В ограничителе уровня применена обратная регулировка, регулируемое звено потенциометрического типа. На входе и выходе АРУР поставлены симметрирующие трансформаторы, позволяющие с помощью отводов подобрать нужные установочные уровни +6 дБ (1,5 В),

+9 дБ (2,2 В) или +15 дБ (4,35 В). Со вторичной обмотки входного трансформатора Тр1-1 один из сигналов стереопары, например А, поступает через установочный потенциометр Р1-1, на регулируемый элемент РЭ1-1 стереопары ограничителя. Коэффициент передачи РЭ1-1 зависит от величины сигнала на входе канала управления ОУ (детектор Д1-1, времязадающая цепь Ф1-1 и развязывающий каскад РК1-1). На выходе ОУ включен оконечный усилитель У2-1, который обеспечивает малое выходное сопротивление АРУР (меньше 20 Ом) и одновременно выполняет функции пикосрезателя П1-1. В стереорежиме каналы управления стереопары ОУ включаются параллельно, что обеспечива-

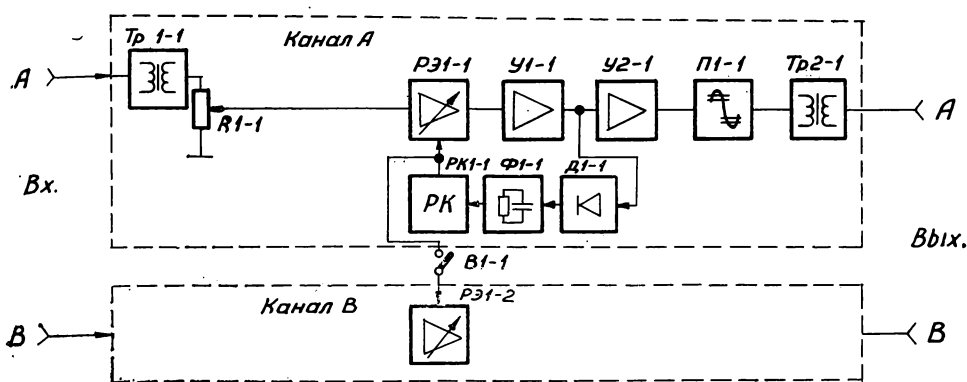


Рис. 3. Функциональная схема АРУР «С-62 стерео»

ет сохранение баланса стереофонической передачи [2]. Развязывающие каскады РК в каналах управления ОУ снижают взаимное влияние регулируемых элементов в каналах стереопары. Применение развязывающих элементов в схеме авторегулятора С-62 позволило в качестве регулируемых элементов в каналах стереопары использовать доступные сдвоенные полевые транзисторы типа К5НТ041 без предварительного отбора по параметрам. Рассогласование ФЧХ каналов стереопары АРУР во всем диапазоне частот 30 Гц ÷ 15 кГц составляет менее 5°, а рассогласование амплитудных характеристик каналов в стереорежиме не превышает 0,5 дБ. Время срабатывания авторегулятора С-62 составляет не более 1 мс, время восстановления равно 2 с. Характерно, что при этом нелинейные искажения АРУР не превышают 0,6% на частоте 30 Гц при перегрузке до 10 дБ.

Порог срабатывания пикосрезателя установлен на 1,5 дБ выше номинального выходного уровня ОУ и может изменяться на ±0,5 дБ с помощью подбора отводов первичной обмотки выходного трансформатора Тр1-1.

Остальные параметры АРУР отвечают требованиям, предъявляемым к устройствам высшего класса качества по ГОСТ 11515—75.

Конструктивно ограничитель уровня С-62 размещается в прямоугольном корпусе с габаритными размерами 430×60×300 мм. В корпусе размещены два канала со своими источниками питания. На передней панели размещаются: тумблер включения сети, сигнальный светодиод включения сети, выведенные по шлиц регулировки установочных уровней (R1 и R2). Ограничитель уровня С-62 выполнен на современной элементной базе, содержит по 4 операционных усилителя в каждом стереоканале, имеет высокую надежность и стабильность параметров.

Выводы

1. При разработке АРУР стереосигналов необходимо исходить из следующих принципов:

— регулировочные характеристики АРУР должны быть одинаковыми в статическом и динамическом режимах работы;

— коэффициенты передачи АРУР должны быть функцией одного и того же управляющего сигнала.

Эти принципы выполняются в случае, когда стереопары АРУР включаются параллельно.

2. При параллельном включении каналов управления регулируемые элементы АРУР подвержены взаимному влиянию, уменьшается переходное затухание между каналами стереотракта, время срабатывания каждого канального авторегулятора может возрасти вдвое. Для снижения взаимного влияния АРУР в стереорежиме целесообразно включать развязывающие каскады между выходами каналов управления и регулируемыми элементами стереопары АРУР.

3. Применение развязывающих каскадов в схемах АРУР стереофонических сигналов позволяет использовать доступные и дешевые радиокомпоненты, не требующие предварительного отбора, улучшить электрические характеристики АРУР в стереотрактах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Городников А. С., Никонов А. В. Специфические искажения при автоматическом регулировании уровня звуковых сигналов. — «Техника кино и телевидения», 1974, № 7.

2. Городников А. С. Особенности автоматического регулирования уровня стереофонических сигналов. — «Труды ВНИИТР», 1975, вып. 7(26).

3. Кузнецов Ю. Б., Нюренберг В. А. Построение характеристик восстановления коэффициента передачи авторегуляторов уровня. — «Электросвязь», 1977, № 3.

4. Папернов Л. З. Индикаторы уровня. М., Связьиздат, 1963.

Статья поступила
в редакцию
20 апреля 1978 г.

ОСОБЕННОСТИ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОПЛАТЫ ТРУДА ТВОРЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

В системе специальных норм, регулирующих труд творческих работников телевидения, особое место занимают нормы по оплате труда. Принятие этих норм обусловлено спецификой и сложностью задач, стоящих перед телевидением, творческим характером труда редакторского и художественно-производственного персонала (ХПП).

По своему содержанию специальные нормы подразделяются на: нормы, регулирующие основную заработную плату (должностные оклады) [1, 2];

нормы, регулирующие дополнительную заработную плату (премирование) [1, 2];

нормы, регулирующие дополнительные виды вознаграждений (постановочное вознаграждение, вознаграждение за авторский труд).

Рассмотрим каждую группу норм.

Основная заработная плата творческих работников представляет собой оплату по затратам труда в размерах, устанавливаемых в централизованном порядке. Она выражена в схемах должностных окладов.

Для редакторского персонала, где имеется значительная номенклатура должностей (младший редактор, редактор, старший редактор, редактор-консультант, корреспондент, комментатор), размер заработной платы дифференцирован по основному квалификационному фактору — содержанию выполняемой работы через должность, с учетом квалификации работников.

Поэтому должностные оклады редакторскому персоналу устанавливаются в зависимости от сложности труда, квалификации и условий труда, т. е. работники, через определенные должности «привязываются» к установленному в централизованном порядке эталону труда [1—6].

Эти принципы ложатся в основу назначения специалистов на те или иные редакторские должности и установления конкретного размера оклада работникам в пределах схемы. Таким образом, «ступенчатость» должностей редакторского персонала, с соответственным увеличением должностных окладов, стимулирует профессиональный рост работников, увеличивает связь размера заработной платы с количеством и качеством труда.

В то же время для большинства должностей ХПП телевидения основной квалификационный фактор дифференциации заработной пла-

ты — содержание выполняемой работы — не может найти своего отражения в полном объеме, и прежде всего потому, что он почти всегда остается неизменным. Например, режиссер телевидения, выпускник ли это или признанный деятель, по содержанию выполняют одну и ту же работу — осуществляют постановку телепередач. Качество их работы, конечно, различно, но содержание одно. Аналогичное положение и с другими категориями ХПП телевидения. Это означает, что рост квалификации данной категории работников по общему правилу не влечет за собой изменения содержания выполняемой работы и потому должностного продвижения по службе, как у редакторского персонала, при обычной структуре должностей и окладов у ХПП нет.

Указанная особенность характера труда и его содержания потребовала специфического регулирования заработной платы ХПП, поэтому должностные оклады этой категории работников установлены специфично — в одной должности имеется до 4 тарифных категорий с возрастающим уровнем окладов. Это общий принцип построения схемы должностных окладов художественно-производственного персонала театров, концертных организаций, кино, телевидения и радиовещания.

Разработка и детализация этого принципа, а также отражение специфики телевидения осуществлены в ведомственных Положениях о порядке тарификации ХПП телевидения, где размеры должностных окладов по всем должностям и тарифным категориям приводятся в зависимость от конкретных воздействующих факторов — содержания, качества и объема работы, стажа и образования работника, общественного мнения о результатах его деятельности. С повышением категории соответственно повышается уровень квалификационных требований, что соответствует основной тенденции регулирования заработной платы.

К нормам, регулирующим дополнительную заработную плату в системе Гостелерадио СССР, относятся «Положение о премировании работников Центрального телевидения и радиовещания, а также работников отдельных организаций и служб Государственного комитета Совета Министров СССР по телевидению и радиовещанию» и «Временное положение о премировании работников съемочных групп организаций и предприятий системы Комитета по радиовещанию и телевидению при Совете Министров СССР».

С точки зрения правовой природы премии, предусмотренные вышеуказанными Положениями, относятся к обусловленным системой оплаты труда, так как они выплачиваются определенному кругу работников, согласно Положениям, за достижение заранее обусловленных показателей. Размеры премий определены Положениями, и лишение премии или снижение ее размера может иметь место только в строгом соответствии с установленными основаниями депремирования.

К специфике первого Положения в части, касающейся творческих работников телевидения и радиовещания, следует отнести дополнительное, сверх конкретных показателей премирования, условие — премированию подлежат только наиболее отличившиеся работники и основанием премирования творческих работников вещательных редакций является высокий идейно-художественный уровень созданных телевизионных и радиопрограмм, определяемый руководством Гостелерадио СССР.

Это дополнительное условие отражает специфику задач, стоящих перед телевидением, и специфику труда творческих работников. Поэтому не подлежат премированию работники, выполнившие только количественные, отражающие внешнюю сторону, показатели, такие как объем вещания, непревышение сметы затрат и т. д., в то время как программы, подготовленные с их участием не отличаются высоким идей-

но-художественным уровнем. Рассматриваемое условие премирования по своему содержанию очень емко отражает основные задачи X пятилетки — пятилетки эффективности и качества — и действительно стимулирует повышение идейно-художественного уровня телевизионных программ.

Специфика Положения о премировании работников съемочных групп состоит в том, что размер премии работников, подлежащих премированию, прямо обусловлен результатом работы всего творческого коллектива, а также видом и жанром созданного произведения. Чем выше группа по оплате (показатель качества) произведения на пленке, тем выше размер премии. Например, работник, принимавший участие в создании полнометражного художественного телефильма, при отнесении фильма к I группе по оплате имеет право на премию в размере до 3 должностных окладов (но не более, чем из расчета 0,4 должностного оклада за месяц работы), а при отнесении фильма ко II группе по оплате — в размере до 2 окладов.

Аналогичная дифференциация имеет место и при определении максимального размера премий работникам съемочных групп в зависимости от видов и жанров снятых на пленку произведений, что обусловлено прежде всего различными сроками создания произведений, различной трудоемкостью выполняемых работ при производстве разных видов и жанров телепрограмм на пленке.

Следует отметить, что по данному Положению премируются только те работники съемочных групп, которые не имеют права на постановочное вознаграждение, и только за создание произведений на кинопленке, отнесенных к I и II группам по оплате. Полагаем, что это условие премирования должно быть соотнесено с аналогичным условием выплаты постановочного вознаграждения работникам съемочных групп, так как и премия и постановочные призваны стимулировать достижение высокого идейно-художественного уровня создаваемых произведений и основываются на единых принципах.

В целом же Положение, в основе которого лежит принцип учета затрат труда при определении права работников на премию, отражает в конкретном проявлении и специфику труда и тенденцию повышения уровня требований к качеству продукции, усиливает стимулирующую роль дополнительной заработной платы и ее зависимость от реальных результатов труда.

Уникальным видом материального поощрения является постановочное вознаграждение, выплачиваемое ведущим работникам ХПП кино и телевидения, участвующим в создании кинофильмов, телефильмов, а также некоторых других видов телевизионных программ.

Основное назначение данного вида вознаграждения — повышение материальной заинтересованности работников съемочных групп в создании фильмов и других произведений для телевидения на высоком идейно-художественном уровне.

Размер постановочного вознаграждения установлен дифференцированно и зависит от видов и жанров создаваемых произведений, их качества и объема, способа консервации, функциональных обязанностей членов съемочной группы. Условия выплаты постановочного вознаграждения и его ставки для работников определенной специальности, участвующих в создании того или иного произведения, определены конкретно в централизованном порядке.

Однако с позиций права наибольший интерес представляет не размер постановочного вознаграждения, а его природа — относится ли оно к заработной плате или авторскому гонорару. Этот вопрос в специальной литературе не нашел должного освещения, судебная практика противоречива, и суды неоднократно квалифицировали постановоч-

ные не как заработную плату, а как авторский гонорар [7]. К авторскому вознаграждению относят постановочные и некоторые практические работники.

Анализ круга работников, которым выплачивается постановочное вознаграждение, позволяет сделать вывод, что все члены съемочной группы находятся в трудовых отношениях с организацией, создающей произведения на киноплёнке или видеоленте, и, принимая участие в производстве телевизионных программ, выполняют свои трудовые функции. В трудовых правоотношениях оплачивается живой труд работника по его результатам. В авторских же правоотношениях оплачивается результат труда.

Оплата по результатам труда и оплата готового результата не одно и то же. В первом случае результат служит лишь масштабом, мериллом затрат живого труда, средством учета его интенсивности, длительности, качества производительной силы. Во втором случае результат является объектом самого отношения, предметом, который должен быть передан управомоченному — условие, без которого не возникает право на вознаграждение [5].

Постановочное вознаграждение выплачивается по результатам труда работников съемочной группы в соответствии с заранее определенными условиями и в установленных размерах, и оплате подлежит не продукт труда, а его создание, поэтому размер постановочных может быть уменьшен, если съемочная группа нарушит сроки производства, допустит перерасход сметы.

Для авторских правоотношений характерно, что гонорар автору может быть выплачен авансом, а также за второе и последующие издания произведения. В силу того, что объектом авторского правоотношения является результат труда, действующее гражданское законодательство предусматривает возможность перехода по наследству авторских прав автора произведений. В трудовых правоотношениях такая замена носителя правомочия исключена, и по наследству может быть передана заработанная, но не полученная сумма вознаграждения.

Постановочное вознаграждение не обладает указанными свойствами. Оно выплачивается только после показа произведения по телевидению и установления ему группы по оплате. Повторные показы в эфире не дают права работникам съемочной группы на повторное получение постановочного вознаграждения. Изложенное дает основание отнести постановочное вознаграждение к заработной плате, а не к гонорару. Этот вывод подтверждается и тем, что в круг лиц, которым выплачивается постановочное вознаграждение, наряду с работниками, выполняющими в порядке служебного задания авторские функции (режиссер-постановщик, оператор-постановщик, художник-постановщик и некоторые другие творческие работники), включены работники, не выполняющие авторские функции — директор съемочной группы, звукооператор, а следовательно, гонорар им не может выплачиваться.

Необходимо отметить, что постановочное вознаграждение в определенных пределах включается в средний заработок работников, что также подтверждает сделанный нами вывод.

Заметное место в системе вознаграждения творческих работников, особенно редакторского персонала, занимает вознаграждение за авторский труд, так как некоторые категории работников должны в соответствии с условиями трудового договора выполнять авторскую работу. Это прежде всего относится к комментаторам и корреспондентам.

В соответствии с квалификационными характеристиками и сложившейся кооперацией труда, должностные обязанности комментаторов и корреспондентов укрупненно подразделяются на два вида деятельности: редакторскую и авторскую [8].

Именно второй вид деятельности, авторская функция, обусловленная творческим характером труда и обязанностью комментаторов и корреспондентов в порядке служебного задания писать собственные журналистские материалы и выступать с ними в эфире, предопределяет особое регулирование труда и заработной платы этой категории работников.

Так как всякая работа, входящая в круг должностных обязанностей работника и выполняемая им в течение рабочего времени, подлежит оплате в виде заработной платы, то и за выполнение редакторской и авторской работы комментаторам и корреспондентам выплачивается должностной оклад, размер которого устанавливается в соответствии со схемой должностных окладов с учетом постоянных или имеющих длительное воздействие факторов, которые не всегда прямо влияют на конкретные результаты труда [1].

Эту особенность постоянной заработной платы нужно иметь в виду при регулировании оплаты труда творческих работников, создающих в порядке служебного задания авторские материалы, прежде всего потому, что творческая (авторская) деятельность может быть нестабильна. Естественно, это отражается на результатах труда в определенном учетном периоде, и в то же время в целом квалификация работника без сомнения может оставаться весьма высокой.

Безусловно, это специфические условия творческого труда, и они должны иметь специфическое, особое регулирование, и прежде всего в области заработной платы. Полагаем, что необходимы правовые гарантии как в части оплаты творческого труда в случае творческой неудачи, так и в части дополнительной, сверх оклада, оплаты в случае высокой творческой активности.

Эти факторы учтены в нормативных актах отраслевого регулирования, поэтому в целях повышения идейно-художественного уровня материалов, подготавливаемых комментаторами и корреспондентами, усиления стимулирующей роли заработной платы, для этой категории работников установлена в учетном периоде мера труда. Она выражена в определенном объеме редакторских или собственных материалов, которые работники обязаны подготовить и представить в счет должностного оклада.

Как правило, мера труда, условно называемая нормой отработки, комментаторами и корреспондентами выполняется. Более того, индивидуальные творческие возможности некоторых работников позволяют перевыполнить установленную норму и представить дополнительный объем собственных (авторских) материалов. Поэтому для материального стимулирования творческой активности работников отраслевое регулирование пошло по пути дополнительной оплаты за дополнительно представленные работниками авторские материалы по ставкам авторского вознаграждения. Однако это не означает трансформации трудовых правоотношений в гражданско-правовые.

В судебной практике известны случаи применения к гражданско-правовым отношениям норм трудового права. Например, оплата труда подрядчиков производится применительно к нормам и расценкам, установленным для рабочих и служащих за производство аналогичных работ [9].

Подобным образом этот вопрос решен в пункте 6 инструкции Министерства финансов СССР, Государственного банка СССР и ЦСУ СССР от 10 октября 1962 г., согласованной с Госпланом СССР и Госкомтрудом, «О порядке расходования и учета фонда заработной платы работников нештатного (несписочного) состава» [10].

Напротив, постановлением Наркомтруда СССР от 11 ноября 1929 г. № 356 «Об условиях труда работников искусств, печати и просвеще-

ния, обслуживающих нанимателя по отдельным заданиям» [10] нормы трудового права распространены на определенную категорию нештатных литературных работников — корреспондентов, хроникеров-репортеров, интервьюеров, очеркистов и т. д. — при условии, что заработок от обслуживания по отдельным заданиям является для них основным источником средств к существованию. Вознаграждение за труд этим работникам выплачивается по нормам авторского права, но оно является заработной платой, из этих сумм исчисляется средний заработок для оплаты отпуска. И это обосновано, так как содержание трудового правоотношения могут составлять только элементы этого правоотношения и никакого другого больше, а вознаграждение за труд может быть в этих правоотношениях только в виде заработной платы, в приводимом случае специфически исчисленной — по ставкам авторского вознаграждения, которые наиболее полно и объективно отражают специфику и фактические затраты труда, его результат.

Аналогичная конструкция имеет место и при определении формы вознаграждения дополнительной авторской работы комментаторов и корреспондентов, поэтому следует признать, что вознаграждение, выплачиваемое им за дополнительно выполненную авторскую работу, также является заработной платой.

Выводы

Проведенный анализ показывает, что специальные нормы по оплате труда творческих работников направлены на усиление стимулирующей роли заработной платы в деле повышения идейно-художественного уровня телевизионных программ, отражают специфику творческого труда и содействуют выполнению задач, поставленных перед работниками телевидения.

Теоретический вывод о том, что постановочные и вознаграждение, выплачиваемое комментаторам и корреспондентам за дополнительно выполненную авторскую работу, являются заработной платой, имеет практическое значение при исчислении среднего заработка этой категории работников и установлении порядка рассмотрения трудовых споров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лившиц Р. З. Заработная плата в СССР. М., «Наука», 1972.
2. Сухаревский Б. М. Заработная плата и материальная заинтересованность. — В кн.: Труд и заработная плата в СССР. М., «Экономика», 1968.
3. Каринский С. С. Правовое регулирование заработной платы. М., Госюриздат, 1963.
4. Зайкин А. Д., Шкурко С. И. Правовые вопросы организации оплаты труда рабочих. М., «Юридическая литература», 1967.
5. Пашерстник А. Е. Правовые вопросы вознаграждения за труд. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.
6. Правдин Д. И. Непроизводственная сфера: эффективность и стимулирование. М., «Мысль», 1973.
7. Ваксберг А., Грингольц И. Автор в кино. М., «Искусство», 1961.
8. Бюллетень Государственного комитета Совета Министров СССР по труду и социальным вопросам. М., 1977, № 7.
9. Научный комментарий судебной практики по гражданским делам. М., Госюриздат, 1961.
10. Сборник законодательных актов о труде. М., «Юридическая литература», 1977.

Статья поступила
в редакцию
10 апреля 1978 г.

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТРУДА ТВОРЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ТЕЛЕВИДЕНИЯ, СОЗДАЮЩИХ АВТОРСКИЕ ПРОИЗВЕДЕНИЯ

Одна из граней специфики телевидения состоит в том, что определенная категория работников, выполняя свои трудовые функции, создает или принимает участие в создании телевизионных произведений (телефильмов, телепередач), на которые распространяются нормы авторского права. К ним относятся работники редакторского персонала (комментаторы, корреспонденты) и художественно-производственного персонала (режиссеры, операторы, художники)*.

Основным регулятором отношений указанных работников с телевидением являются нормы трудового права. Именно ими определяются порядок заключения, изменения и прекращения трудового договора, рабочее время и время отдыха, оплата и охрана труда, а также другие существенные условия труда.

Но факт создания этой категорией работников авторских произведений (телефильмов, телепередач) в порядке служебного задания обуславливает необходимость регулирования этих отношений и нормами авторского права, в том числе определяющими права и обязанности авторов.

Так, ст. 98 Основ Гражданского законодательства Союза ССР и союзных республик и ст. 479 ГК РСФСР установлен перечень личных и имущественных прав авторов. К ним относится право автора на:

- опубликование, воспроизведение и распространение произведения всеми дозволенными законом способами;
- авторство и авторское имя;
- неприкосновенность произведения;
- получение вознаграждения за использование произведения, кроме случаев, указанных в законе.

При регулировании отношений телевидения со штатными работ-

* Статьей 486 ГК РСФСР установлено, что режиссеру-постановщику, главному оператору, художнику-постановщику и авторам других произведений, вошедших составной частью в кинофильм или телефильм, принадлежит авторское право — каждому на свое произведение. Полагаем, что это право законодательно должно быть закреплено и за режиссером, оператором, художником-постановщиком, создающими телепередачу, т. е. произведение, являющееся объектом авторского права.

никами нормы трудового права действуют в полном объеме, а нормы авторского законодательства — с определенными ограничениями авторских правомочий работников.

Безусловно и неограничено право штатного автора на авторство и авторское имя. Создатель произведения вправе считать себя его автором и требовать обозначения своего имени при использовании этого произведения.

Этот вывод вытекает из части II ст. 100 Основ Гражданского законодательства Союза ССР и союзных республик и ст. 483 ГК РСФСР, согласно которым «автору произведения, созданного в порядке выполнения служебного задания в научной или иной организации, принадлежит авторское право на это произведение». Право на авторство относится к числу основных прав, остальные права являются производными, в том числе и право на авторское имя [1, 2].

Специфической особенностью телевизионного произведения, как объекта авторского права, является его многокомпонентность. К числу объектов авторского права относятся и его составляющие: литературный и режиссерский сценарии, оригинальная музыка, другой литературный материал (текст выступления, комментариев и т. д.), эскизы декораций, костюмов, оригинальный иллюстративный материал, зафиксированная на киноплёнке или видеоленте постановка произведения.

Этим объясняется, что каждому из авторов принадлежит авторское право не на все произведение, а только на своё*.

Наряду с безусловным правом штатного автора на авторское имя ст. 100 Основ Гражданского законодательства Союза ССР и союзных республик и ст. 483 ГК РСФСР предусматривается возможность ограничения других прав авторов, создающих произведения в порядке служебного задания, и указывается, что порядок использования таких произведений и случаи выплаты вознаграждения автору устанавливаются законодательством Союза ССР и союзных республик**.

На этом основании В. Г. Камышев пришел к выводу, что возможно ограничение двух авторских прав штатных работников — права на опубликование, воспроизведение и распространение произведения и права на получение авторского вознаграждения [1]. Аналогичная точка зрения и у других авторов. Так, В. И. Корецкий полагает, что группа личных неимущественных правомочий, относящихся к опубликованию научного произведения, созданного в порядке служебного задания, принадлежит научной организации, которая решает вопрос о готовности к публикации, способе, объеме и количестве экземпляров подлежащего опубликованию произведения [3].

Б. С. Антимонов и Е. А. Флейшиц считали, что осуществление автором своего авторского права на произведение, созданное в порядке служебного задания, в известной мере ограничено правами организации, вытекающими из трудового договора, ибо трудовой договор с автором заключается для того, чтобы организация могла использовать произведение в целях осуществления обязанностей, возложенных на нее государством, и согласие автора на опубликование произведения подразмывается в заключенном автором трудовом договоре [4].

Разделяя мнения указанных авторов, необходимо отметить специфику телевизионного произведения, как объекта авторского права, и

* Авторское право на телефильм принадлежит предприятию, осуществившему его съемку, а на телепередачи — организациям, передающим их в эфир (ст. 486 ГК РСФСР).

** К сожалению, до настоящего времени порядок использования произведений, созданных в порядке служебного задания, законодательством не урегулирован, что осложняет правоприменительную практику регулирования отношений со штатными авторами.

вытекающую из нее особенность регулирования комплексного трудового и авторского правоотношения. Она состоит в том, что творческая деятельность работников телевидения коллективна, слита воедино с производством и составляет творческо-производственный процесс, результатом которого является телевизионное произведение (телефильм, телепередача). Общее руководство творческо-производственным процессом осуществляется администрацией организации, создающей телевизионное произведение. Это одна из причин того, что авторское право на произведение телевидения принадлежит организации. Основанием принятия такой нормы — о признании первоначального авторского права за организацией — является двуединая природа телевизионных произведений, объединяющих в себе творческий и материальный процессы труда.

Дополнительным фактором, ограничивающим неимущественные правомочия штатных авторов, является и то, что правом собственности на киноленту или видеоленту, на которые снято телевизионное произведение, обладает юридическое лицо — организация телевидения.

Следовательно, право штатных авторов на опубликование, воспроизведение и распространение, созданных в порядке служебного задания, телевизионных произведений ограничено:

— обладанием юридическим лицом авторского права на все произведение;

— обладанием юридическим лицом правом собственности на материальный фиксатор произведения;

— наличием трудовых отношений работников с организацией.

Однако ограничение указанных личных неимущественных авторских прав штатных работников нельзя признать абсолютным. Полагаем, что если составные части телевизионного произведения (литературная основа, зрительный ряд) выражены в материальной форме и объективно существуют вне фиксатора духовной творческой деятельности, т. е. вне кинолентки или видеоленты, на которые снято произведение, то после выхода произведения в эфир авторам составных его частей должно быть предоставлено право на опубликование и распространение своего произведения.

Такой вывод вытекает из анализа принципов советского авторского права, творческого характера индивидуального авторского труда, результаты которого могут быть выделены как составная часть из всего произведения. Так, режиссеру-постановщику должно быть предоставлено право на опубликование, воспроизведение и распространение режиссерского сценария, художник-постановщик должен обладать аналогичными правами в отношении эскизов декораций, костюмов, а художник-график в отношении рисунков, плакатов и других выполненных им художественных работ. Аналогично должен быть решен вопрос и с литературными авторскими материалами, подготовленными комментаторами и корреспондентами.

Проблема неприкосновенности авторских произведений на телевидении имеет два аспекта — «внешний» и «внутренний».

В первом случае речь идет об одном из авторских прав организации — праве на неприкосновенность всего телевизионного произведения, либо о праве на неприкосновенность на составную, материально самостоятельную и выделяемую часть целого произведения, созданного в порядке служебного задания, которым должны обладать штатные работники, но после выхода произведения в эфир*.

* Вопросы неприкосновенности произведений, охраняемых авторским правом во «внешнем» проявлении, нами не исследуются, так как выходят за рамки рассматриваемой проблемы.

Во втором — об авторском праве на неприкосновенность части произведения, создаваемого по трудовому договору.

Особенности этой проблемы обусловлены следующим. Во-первых, организация является носителем авторского права на созданное телевизионное произведение и отвечает за его идейно-художественный уровень. Во-вторых, конечное произведение коллективное, синтетическое, но каждый автор обладает авторским правом на свое произведение. В-третьих, организация телевидения, выполняя поставленные государством задачи, должна каждодневно обеспечивать своевременный выход в эфир телевизионных программ на высоком идейно-художественном уровне. И наконец, организация должна обеспечить охрану авторских прав всех авторов телевизионного произведения, а также правильную трактовку замысла сценариста, композитора и других авторов.

В законодательном порядке вопрос о праве автора на неприкосновенность произведения, создаваемого в порядке служебного задания, также не урегулирован.

В юридической литературе по этому поводу имеются противоречивые мнения. Они касаются произведений «единоличного» автора или соавторов, а не синтетических произведений кино и телевидения. Так, В. И. Корецкий считает, что группа авторских полномочий, связанных с неприкосновенностью произведения, принадлежит совместно организации и автору, который в ней работает, и, если автор не согласен с изменениями его работы, он вправе обжаловать в вышестоящую организацию указания администрации. Если вышестоящая организация не согласится с доводами автора, последний вправе снять свое имя с произведения [3]. Другая позиция у В. Г. Камышева, который полагает, что правомочия автора на неприкосновенность произведения должны быть сохранены и за создателем работы, выполненной по служебному заданию, и что без согласия автора организация не имеет права вносить какие-либо изменения в произведение, поскольку его творцом является автор, а не организация [1]. Аналогичной точки зрения придерживается Ю. П. Табуцадзе [5].

Полагаем, что применительно к произведениям кино и телевидения точка зрения В. И. Корецкого более перспективна.

При рассмотрении вопроса о праве штатного автора на неприкосновенность создаваемого произведения следует исходить из целей и задач, стоящих перед организацией, средств и способов их решения. Создание телевизионных произведений — это не только область искусства, творчества, но и сложный производственный процесс — и в той части, в которой оно является производством, должно развиваться в едином русле общественного производства нашей страны. В современных условиях социалистического общественного производства разделения и кооперации труда нормальное функционирование предприятия, организации, учреждения не может быть обеспечено без обладания администрацией реального права на управление производственным процессом. В этой связи специфика деятельности творческих организаций и творческих работников не может найти объективного проявления в уменьшении роли руководства процессом труда со стороны администрации. В свое время А. Е. Пашерстник правильно отметил, что руководство процессом труда для работника является необходимым условием успешного выполнения работы [6].

Труд работников в рамках трудового отношения порождает права и обязанности сторон в процессе труда. Администрация обязана осуществлять контроль над процессом труда и руководить им, обязана контролировать ход выполнения работ и их результат. Право и обязанность администрации руководить процессом труда корреспондирует обязанности работника подчиняться указаниям администрации, связан-

ным с выполнением трудовой функции. Это означает, что администрация вправе давать указания творческим работникам о переделке, доработке телевизионного произведения, и эти указания для работников обязательны.

Полагаем, что в случаях, когда работник ненадлежащим образом выполнил авторские функции и представил материал, не соответствующий предъявляемым требованиям, администрация, как обладатель права авторства на телевизионное произведение, вправе передать этот материал для переделки другому работнику. Это право администрации вытекает также из ее обязанности осуществлять руководство процессом труда и выполнять задачи, поставленные перед организацией. Например, корреспондент, выехав для освещения события, представил материал ненадлежащего качества, который не может быть показан в эфире. Думается, что в подобном случае, в целях обеспечения оперативной информацией телезрителей, администрация вправе поручить другому, более опытному работнику, переделку этого материала.

Таким образом, из сказанного можно сделать вывод, что право штатных авторов на опубликование, воспроизведение и распространение своего произведения, а также на его неприкосновенность в процессе создания, ограничивается правомочиями организации, с которой работник находится в трудовых правоотношениях, т. е. в данном случае нормы трудового права превалируют и ограничивают действие норм авторского права.

Одним из существенных материальных прав авторов является право на получение вознаграждения за использование произведения. Это право работников, создающих произведения в порядке служебного задания, трансформировано, и оплате подлежит не готовое произведение, а живой труд, затраченный на его создание. В этой связи необходимо отметить, что существует мнение, в соответствии с которым договоры литературного заказа являются не только договорами об использовании уже готового произведения, овеществленного труда, но прежде всего о труде автора, о живом еще неовеществленном труде, который лишь впоследствии, лишь в будущем создаст произведение, и что речь в этом случае идет только о неовеществленном, т. е. о живом труде [4]. Полагаем, что в данном случае имеет место определенное смещение понятий. Предметом авторского договора, в том числе и договора литературного заказа, является результат работы — авторское произведение, овеществленный труд.

Организация, заключающая договор с автором, не вправе регламентировать процесс его труда, даже при договоре литературного заказа, ни в период создания произведения, ни в период его доработки или переделки.

Вознаграждение автору во всех случаях устанавливается только за конечный результат труда — представленное произведение. Живой труд автора оплате не подлежит. Именно поэтому при расторжении договора с автором, в случаях, предусмотренных законом, в частности ст. 511 ГК РСФСР, автор лишается вознаграждения за выполненную работу и обязан возратить полученное по договору авторское вознаграждение (аванс).

При наличии трудовых отношений автора с организацией вопрос оплаты труда подобным образом не может быть решен, и одной из причин этого является то, что оплате подлежит живой труд автора в соответствии с его количеством и качеством.

В теории и практике имеется единодушное мнение, что труд автора, создавшего в порядке служебного задания авторское произведение, оплачивается в форме заработной платы и только в исключительных

случаях, прямо предусмотренных законодательством, наряду с заработной платой автору выплачивается и гонорар.

Однако это совсем не означает ущемления имущественных прав штатных авторов. Более того, полагаем, что применение норм трудового законодательства при оплате труда штатных авторов в ряде случаев повышает их правовые гарантии. Так, штатным авторам предоставляются оплачиваемые отпуска, производятся компенсационные и гарантийные выплаты, лицам, работающим в соответствующих районах и местностях СССР, к выплачиваемой заработной плате устанавливаются районные коэффициенты, всем работникам выплачиваются пособия по временной нетрудоспособности.

Кроме этого следует отметить, что если риск творческой неудачи нештатного автора лежит на нем самом и в случае несвоевременного или ненадлежащего исполнения работы его труд либо не оплачивается совсем, либо в меньшем, чем предусмотрено авторским договором размере, то риск творческой неудачи штатного автора лежит на организации, в которой он работает, и работнику гарантируется заработная плата даже в случае творческой неудачи. Такое положение объясняется тем, что процесс труда штатного работника протекает под руководством администрации организации и поэтому она прежде всего ответственна за ненадлежащий результат деятельности работника.

В юридической литературе неоднократно высказывались мнения, что автор, создавший произведение в порядке служебного задания, кроме заработной платы, имеет право на получение авторского гонорара при переиздании, так как труд, затраченный на создание переиздаваемого произведения в качественном отношении выше труда, создавшего однородное произведение, повторное издание которого не потребовалось [1, 4, 7, 8]. Мы не можем разделить эту точку зрения полностью.

Как отмечалось выше, работники, создающие авторские произведения в порядке служебного задания, пользуются известными преимуществами в оплате труда, а также другими льготами, предусмотренными трудовым законодательством, в сравнении с авторами, работающими по авторскому договору. Кроме этого, на качество произведения, созданного в порядке служебного задания, значительное влияние оказывает руководство процессом авторского труда со стороны администрации. Практически всегда в процессе работы штатный автор получает консультации и помощь специалистов организации, где он работает, отдельные этапы обсуждаются на научно-технических, ученых или художественных советах. В случае необходимости корректируется направленность или трактовка произведения, автору организацией оказывается и иная действенная помощь, поэтому в положительном результате авторской работы штатного работника есть доля коллективного труда работников организации, в том числе и администрации. Кроме того, высококачественный труд этих работников поощряется выплатой премий из фонда заработной платы или премий, носящих разовый характер, а труд творческих работников художественно-производственного персонала кино и телевидения поощряется выплатой постановочного вознаграждения. Нештатный автор не пользуется указанными преимуществами, которые дает штатному автору трудовой договор и нормы трудового законодательства. Результаты его труда зависят только от него самого. Высококвалифицированный труд нештатного автора стимулируется только выплатой гонорара за переиздание произведения. И тем не менее высококвалифицированный труд штатного автора в ряде случаев должен поощряться по нормам авторского права при переизданиях произведения. Полагаем, что возможность установления выплаты гонорара штатным работникам за переиздание произведения, созданного в порядке служебного задания, должна быть поставлена в

зависимость от того, кто из субъектов авторского права обладает правом собственности на материальный фиксатор созданного произведения. Если это право принадлежит организации, то дополнительная оплата авторского труда, выполняемого в порядке служебного задания, не должна иметь место. Так, не может возникнуть право на дополнительное вознаграждение у авторов составных частей телевизионного произведения в случае повторных показов по телевидению, потому что правом собственности на телефильм и телепередачу обладает организация. Но если составная часть телевизионного произведения (рукопись режиссерского сценария, текста, комментария и др.) материально отделима от основного произведения и принадлежит автору, то в случаях ее переиздания автор должен иметь право на гонорар за переиздание. Полагаем, что размер вознаграждения за переиздание, в силу указанных выше причин, должен быть установлен в несколько меньших пределах.

Нельзя согласиться с позицией В. Г. Камышева, который, мотивируя свою мысль об установлении выплаты гонорара штатным работникам за переиздание произведения, указывает, что выплачиваемое штатному автору литературного произведения вознаграждение в форме заработной платы относится к категории основного, а предлагаемый к выплате гонорар за переиздание к категории дополнительного вознаграждения [1]. Думается, что разнохарактерные виды вознаграждения, имеющие разную природу и различные принципы правового регулирования, установленные нормами разных отраслей советского права, не могут соотноситься как основное и дополнительное вознаграждение, каждое из них автономно.

Как уже говорилось, в ряде случаев штатный работник, выполняющий авторские функции в порядке служебного задания, обладает пониженными полномочиями в сравнении с нештатными авторами — ограничены его права на опубликование, воспроизведение и распространение своего произведения, право на неприкосновенность произведения. Полагаем, что здесь имеет место не ущемление прав штатного автора, а его добровольный отказ от некоторых своих полномочий в пользу творческой организации, с которой он заключает трудовой договор, без обладания которыми организация не сможет выполнять порученные ей государством функции.

Выводы

В целях совершенствования регулирования труда творческих работников, создающих произведения для телевидения в порядке служебного задания, целесообразно было бы издать соответствующий нормативный акт, устанавливающий права и обязанности сторон, вытекающие из специфики общественных отношений и особенностей производства телевизионных произведений и правового положения субъектов трудового правоотношения и специфики должностных обязанностей работников, выполняющих авторские функции, с учетом внесенных предложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камышев В. Г. Права авторов литературных произведений. М., «Юридическая литература», 1972.
2. Петров М. В. Авторское право на произведение кино и телевидения. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. юрид. наук. М., 1977. (ИГПАН).
3. Корецкий В. И. Авторское право на плановые научные работы. Душанбе, 1962. (Тадж. Гос. ун-т).

4. Антимонов Б. С., Флейшиц Е. А. Авторство и трудовое правоотношение. — «Советское государство и право», 1956, № 5.
5. Табуцадзе Ю. П. Личные неимущественные права авторов произведений интеллектуального творчества. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. юрид. наук. М., 1977. (ИГПАН).
6. Пашерстник А. Е. Теоретические вопросы кодификации общесоюзного законодательства о труде. М., Изд-во АН СССР, 1955.
7. Антимонов Б. С., Флейшиц Е. А. Авторское право. М., Госюриздат, 1957.
8. Серебровский В. И. Вопросы советского авторского права. М., Госюриздат, 1956.

Статья поступила
в редакцию
12 мая 1978 г.

РЕФЕРАТЫ

УДК 681.3.053:621.397

Способы обработки бифазного кода, применяемого в видеозаписи. Гусев Б. Н., Давыдов С. Е., Комаров А. Д. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 3—8.

Рассматриваются проблемы, возникающие при разработке устройств декодирования адресно-временного кода (АВК), используемого в современных системах монтажа видеозаписей. Анализируются недостатки существующих декодеров. Предлагается схема цифровой обработки сигнала, позволяющая преобразовывать АВК в широком диапазоне скоростей поступления информации.

УДК 621.397.331.1

Точность, быстродействие и энергия управления оптико-механического дефлектора с оптической коррекцией. Фридлянд И. В. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 9—19.

Рассмотрены некоторые теоретические вопросы, связанные с построением оптико-механического дефлектора, в котором нестабильность вращения двигателя компенсируется методом оптической коррекции. В оптическую схему устройства развертки введен управляемый элемент с подвижной отражающей поверхностью, на который поступают сигналы, пропорциональные угловым ошибкам ротора. Проводится сравнение такого дефлектора с существующим устройством развертки, содержащим цепи управления двигателем.

УДК 621.375:621.372.622:621.397

Микшерный усилитель для микшерно-коммутационного устройства видеосигналов. Баранов Е. Ш. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 20—25.

Анализируются особенности построения микшерного усилителя для микшерно-коммутационного устройства видеосигналов R , G , B . Рассматриваются факторы, влияющие на качество работы микшерного усилителя, и технические решения, позволяющие реализовать микшерный усилитель с требуемыми параметрами.

УДК 621.397.3:621.372.55

Способ коррекции нелинейности телевизионного изображения по горизонтали. Луббади Ф. Х. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 26—35.

Рассмотрен новый способ коррекции искажений линейности изображения по горизонтали. Описан принцип работы устройства коррекции, теоретически проанализированы процессы в нем, приведен пример расчета.

УДК 681.846.73

Контроль искривления магнитной ленты в видеомагнитофонах с наклонно-строчной записью. Карминский В. А. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 36—40.

Описывается метод контроля изгиба ленты и измерения степени этого изгиба, пригодный по своей оперативности и точности для использования при серийном производстве видеомагнитофонов.

УДК 681.84.083.8+621.377.623.22

Усовершенствованная модель Ми. Щербина В. И. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 41—49.

Рассмотрен процесс магнитной записи коротких волн без подмагничивания на носителе с толстым рабочим слоем при допущении, что определяющей в процессе записи является продольная составляющая поля. На основании полигональной аппроксимации характеристики $J(H)$ носителя и в результате изучения воздействия динамического поля записи на движущийся носитель получены две модели записи, которые в отличие от модели Ми пригодны для количественного анализа. В первой модели дорожка записи представляет собой последовательность неравномерно и противоположно намагниченных зон рабочего слоя, ограниченных цилиндрическими поверхностями. Во второй модели намагниченность слоя с эффективной дорожкой записи приобретает три значения: $\pm J_T$ и 0. Обе модели пригодны для расчетов. Приведены результаты расчета и эксперимента.

УДК 621.318.134

Некоторые пути повышения качества ферритовых материалов. Эйсурович А. С., Лосева О. А., Ахонина Г. И., Кудрявцева Н. Г. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 50—52.

Рассмотрено влияние ряда технологических факторов на свойства никель-цинковых ферритов. Исследованы закономерности изменения характеристик материала в случае применения флюсовой технологии, легирования, различных температур спекания и скоростей охлаждения ферритов. Показана перспективность комплексного использования технологических параметров синтеза ферритов с целью существенного улучшения основных электромагнитных параметров.

УДК 541.18.05:681.84.083.84

К изучению свойств ферромагнитных дисперсий. Высота А. М., Кларк Л. Н., Теряева И. М., Элиасберг И. И. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 53—57.

Изучены реологические, диэлектрические и магнитные свойства ферромагнитных дисперсий, состоящих из магнитного порошка (гамма-окиси железа и кобальтированной гамма-окиси железа), связующего (поливинилформальэтилола) и поверхностно-активного вещества (алкилполиглицолевого эфира ортофосфорной кислоты в среде дихлорэтана). Проведена корреляция между реологическими и диэлектрическими свойствами ферромагнитных дисперсий. Полученные данные могут быть использованы при разработке рецептур ферромагнитных дисперсий для магнитных лент.

УДК 681.84.083.84

Выбор способа модификации кобальтом окисла железа, предназначенного для высокоэнергетических магнитных лент. Голобокова Т. М., Пантер Г. Б., Трифонова Е. П., Элиасберг И. И. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 58—65.

Рассмотрены различные способы введения кобальта в гамма-окисел железа, предназначенный для изготовления высокоэнергетических магнитных лент. Установлены закономерности адсорбции и подобран оптимальный режим процесса. Приведены характеристики лабораторных образцов магнитных лент на кобальтированных порошках.

УДК 681.84.083.84

Исследование технологии получения металлизированных магнитных лент с рабочим слоем CoNiP. Казначей Б. Я., Минеева Л. В., Берх О. А., Конова Н. И. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 66—71.

Исследовано влияние состава электролита, толщины и электрического сопротивления подслоя меди, а также шероховатости адгезионного слоя и толщины покрытия CoNiP на его магнитные характеристики. Установлено, что наибольшее влияние на магнитные характеристики сплава CoNiP оказывают шероховатость адгезионного слоя и проводимость подслоя меди.

УДК 681.84.083.84

Селективная сенсibilизация основы при изготовлении магнитных лент с металлическим рабочим слоем. Казначей Б. Я., Минеева Л. В., Конова Н. И., Берх О. А. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 72—74.

С целью повышения качества металлизированных магнитных лент типа ЭОЛ, обеспечения возможности получения длиномерных образцов и увеличения срока службы раствора химического меднения предложен метод селективной сенсibilизации основы, состоящий в обработке одной из сторон основы раствором двуххлористого олова с помощью материала, обладающего фитильным действием.

УДК 681.84.083.84

К вопросу о нанесении проводящего слоя меди при получении металлизированных магнитных лент. Конова Н. И., Берх О. А., Яковсон Н. К., Ковалева О. В. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 75—79.

Установлены причины изменения магнитных характеристик металлизированных лент по длине образцов. Разработан способ корректирования раствора химического меднения и определены условия интенсификации процесса получения металлизированных лент.

УДК 534.843.5

О совместном влиянии динамической компрессии сигналов и реверберации студии на разборчивость речи. Никонов А. В. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 80—83.

Приводятся результаты аналитических и экспериментальных исследований влияния компрессоров в измерительном тракте на кажущееся время реверберации студии и их совместного влияния на разборчивость речевых сигналов.

УДК 534.323:[621.396.97+621.397.13]

О соотношении громкости звучания речевых и музыкальных фрагментов радиовещательных и телевизионных передач. Никонов А. В. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 84—90.

Рассматриваются основные факторы, влияющие на различную громкость звучания речи и музыки. Приводятся результаты исследования громкости звучания фрагментов при различных соотношениях квазипиковых уровней сигналов при уровнях прослушивания 80 и 60 дБ. Даются рекомендации, направленные на решение проблемы громкости.

УДК 621.396.666:681.84.087.7

Принципы построения автоматических регуляторов уровня стереофонических сигналов. Городников А. С., Кузнецов Э. Б., Чепиков В. М. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 91—96.

Изложены теоретические принципы построения авторегуляторов уровня стереосигналов. Приведены практические результаты применения этих принципов на примере разработки ограничителя уровня с пикосрезателем типа С-62.

УДК 331:34:621.397

Особенности правового регулирования оплаты труда творческих работников телевидения. Волегов Ю. Б. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 97—102.

Анализируются нормативные акты по оплате труда творческих работников телевидения. Дается вывод об отнесении некоторых видов вознаграждения к заработной плате, что будет содействовать совершенствованию регулирования труда работников телевидения.

УДК 331:34:621.397

О некоторых особенностях правового регулирования труда творческих работников телевидения, создающих авторские произведения. Волегов Ю. Б. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1978, вып. 10(29), с. 103—110.

Рассмотрены особенности правового регулирования труда работников телевидения, создающих авторские произведения. Выявлены факторы, обуславливающие специальное регулирование, даны предложения по совершенствованию законодательства.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Гусев Б. Н., Давыдов С. Е., Комаров А. Д. Способы обработки бифазного кода, применяемого в видеозаписи | 3 |
| Фридланд И. В. Точность, быстродействие и энергия управления оптико-механического дефлектора с оптической коррекцией | 9 |
| Баранов Е. Ш. Микшерный усилитель для микшерно-коммутационного устройства видеосигналов | 20 |
| Луббади Ф. Х. Способ коррекции нелинейности телевизионного изображения по горизонтали | 26 |
| Карминский В. А. Контроль искривления магнитной ленты в видеомagnетофонах с наклонно-строчной записью | 36 |
| Щербина В. И. Усовершенствованная модель Ми | 41 |
| Эйсурович А. С., Лосева О. А., Ахонина Г. И., Кудрявцева Н. Г. Некоторые пути повышения качества ферритовых материалов | 50 |
| Высота А. М., Кларк Л. Н., Теряева И. М., Элиасберг И. И. К изучению свойств ферромагнитных дисперсий | 53 |
| Голобокова Т. М., Пантер Г. Б., Трифонова Е. П., Элиасберг И. И. Выбор способа модификации кобальтом окисла железа, предназначенного для высокоэнергетических магнитных лент | 58 |
| Казначей Б. Я., Минеева Л. В., Берх О. А., Конова Н. И. Исследование технологии получения металлизированных магнитных лент с рабочим слоем CoNiP | 66 |
| Казначей Б. Я., Минеева Л. В., Конова Н. И., Берх О. А. Селективная сенсбилизация основы при изготовлении магнитных лент с металлическим рабочим слоем | 72 |
| Коновая Н. И., Берх О. А., Якобсон Н. К., Ковалева О. В. К вопросу о нанесении проводящего слоя меди при получении металлизированных магнитных лент | 75 |
| Никонов А. В. О совместном влиянии динамической компрессии сигналов и реверберации студии на разборчивость речи | 80 |
| Никонов А. В. О соотношении громкости звучания речевых и музыкальных фрагментов радиовещательных и телевизионных передач | 84 |
| Городников А. С., Кузнецов Э. Б., Чепиков В. М. Принципы построения автоматических регуляторов уровня стереофонических сигналов | 91 |
| Волегов Ю. Б. Особенности правового регулирования оплаты труда творческих работников телевидения | 97 |
| Волегов Ю. Б. О некоторых особенностях правового регулирования труда творческих работников телевидения, создающих авторские произведения | 103 |

ТЕХНИКА ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ

ТРУДЫ ВНИИТР

Выпуск 10(29)

Редактор *А. Ф. Ермолаева*

| | | |
|--|----------------------------|-------------------------------|
| Л-40004 | Сдано в набор 31/VII-78 г. | Подписано в печать 24/X-78 г. |
| Формат 70×108 ¹ / ₁₆ | Печ. л. 7,5 | Усл.-печ. л. 10,5 |
| Тираж 700 экз. | Заказ 646 | Уч.-изд. л. 8,5 |
| | | Цена 50 коп. |

Типография ГОСИНТИ. Москва, Б. Полянка, 43