



Е. Н. ТРАВНИКОВ

**МЕХАНИЗМЫ  
АППАРАТУРЫ  
МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ**

**Е. Н. ТРАВНИКОВ**

**МЕХАНИЗМЫ  
АППАРАТУРЫ  
МАГНИТНОЙ  
ЗАПИСИ**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНИКА»  
КИЕВ — 1976**

**6Ф2.7**

**Т65**

**УДК 534.852**

**Механизмы аппаратуры магнитной записи.** Травников Е. Н. «Техніка», 1976, 464 с.

Рассмотрены принципы работы, основные параметры и расчет узлов и механизмов транспортирования ленты (МТЛ), кинематические схемы с кольцевыми и рулонными плоско и пространственно размещенными накопителями ленточных носителей. Описаны МТЛ с нулевой петлей и упругосвязанными катушками, способы дискретного и непрерывного транспортирования магнитных лент, осуществления реверсивного движения лент, способы создания механического контакта ленты с неподвижными и вращающимися магнитными головками, тракты ленты для рабочих зон аппаратуры всех видов магнитной записи, кинематические схемы и типовые конструктивные исполнения рабочих зон и ведущих узлов. Рассмотрены схемы и конструкции механических и электромеханических стабилизаторов скорости, а также видеоблоков наклонно- и поперечно-строчной записи. Освещены способы накопления и размещения магнитной ленты, схемы и конструкции активных и пассивных приемных и подающих узлов, их тормозные устройства. Рассмотрены кольцевые и рулонные кассеты конструкции МТЛ. Рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся конструированием, эксплуатацией, разработкой, ремонтом и наладкой аппаратуры магнитной записи, а также может быть полезной студентам вузов соответствующих специальностей и квалифицированным радиолюбителям.

Табл. 16, ил. 270, библиогр. 160.

Рецензент д-р техн. наук *А. М. Мелик-Степанян*

Редакция литературы по энергетике, электронике, кибернетике и связи  
Заведующий редакцией инж. *Э. В. Божко*

**ЕВГЕНИЙ НИКОЛАЕВИЧ ТРАВНИКОВ, инж.**  
**Механизмы аппаратуры магнитной записи**

Редактор издательства инж. *Э. А. Вавилова*

Переплет художника *А. Ф. Мороза*

Художественный редактор *В. С. Шапошников*

Технический редактор *Е. М. Гороховская*

Корректоры *А. Н. Бондарева. Т. Е. Царинская*

Сдано в набор 27.X.1975 г. Подписано к печати 27.IV.1976 г. Формат бумаги 60 × 84<sup>1/16</sup>.  
Бумага типографская № 3. Объем: 26,97 усл. печ. л.; 27,99 уч.-изд. л. Тираж 30 000. Зак. 5-496.  
БФ 11450. Цена 1 руб. 53 коп.

Издательство «Техніка», 252601, Киев, 1, ГСП, Пушкинская, 28.

Книжная фабрика им. М. В. Фрунзе Республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР. Харьков, Донец-Захаржевская, 6/8.

Г 30403—126  
М202(04)-76 47-76

© Издательство «Техніка», 1976 г.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Программой XXV съезда КПСС по основным направлениям развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг. намечено увеличить выпуск приборов и средств автоматизации в 1,6—1,7 раза, обеспечить создание и выпуск новых приборов радиоэлектронной аппаратуры, развивать производство универсальных управляющих комплексов, устройств и аппаратуры регистрации информации на базе механической, оптической, термопластической, электростатической и магнитной записи. Вследствие высокой надежности, достоверности, легкости воспроизведения, компактности и простоты конструкции аппаратура магнитной записи особенно для бытовых целей среди остальных устройств регистрации информации занимает ведущее место. Регистрация информации может выполняться на магнитных ленте, дисках, барабанах или проволоке.

В связи с бурным развитием радиоэлектроники, техники автоматического управления, измерительных и вычислительных устройств и необходимостью видео- и звукозаписи в промышленности, медицине, кинематографии и быту получила широкое распространение аппаратура регистрации этой информации на магнитной ленте. Основным блоком аппаратуры магнитной записи является механизм транспортирования ленты (МТЛ).

Литературы, отражающей вопросы расчета и рационального конструирования МТЛ и посвященной анализу технических решений его основных узлов, пока недостаточно. Существующие книги частично посвящены общим вопросам основ МТЛ узкого назначения, например, звукозаписи, вычислительной техники, видеозаписи. Литературы, обобщающей конструкции МТЛ и их основных узлов для аппаратуры магнитной записи всевозможных применений, весьма мало.

Цель книги — осветить накопленный опыт и собственные технические решения, защищенные авторскими свидетельствами СССР, обобщить и систематизировать отрывочные сведения из технической литературы, проспектов аппаратуры магнитной записи ведущих

отечественных и зарубежных фирм, дать элементы расчета и сравнительный анализ конструкций основных узлов (ведущие, приемные и подающие, видеоблоки, стабилизаторы скорости ленты), раскрыть тенденции развития современных конструкций МТЛ.

В книге приведены кинематические схемы МТЛ и их основных узлов, тракты магнитной ленты (перфорированной и неперфорированной) рабочих зон, конструкции в плоском и пространственном исполнении блоков МТЛ всевозможных применений, собранные в течение многих лет, а также представлены подборка и систематизация кассет для магнитной ленты (видео, звука, вычислительной техники), видеоблоков наклонно-строчной видеозаписи.

Материалы книги позволят разработчикам аппаратуры магнитной записи детально ознакомиться с конструктивными и кинематическими решениями ведущих отечественных (ЛОМО и ВНИИТР) и зарубежных (AMPEX, RCA, IVC, PI—США; AKAI, TEAC, Sony—Япония; Philips — Голландия; Schlumberger; Thomson — Франция) фирм. Изучение конструкций и кинематических схем сократит время при выборе направления разработки МТЛ, его схемы и основных узлов, позволит разумно заимствовать наиболее удачные и подходящие решения и проектировать совершенно новые устройства, не изобретая изобретенного, улучшить качество и уменьшить сроки разработки новых изделий, сконцентрировать поисковые и экспериментальные работы в наиболее перспективных направлениях.

Автор выражает глубокую благодарность д-ру техн. наук А. М. Мелик-Степаняну за ценные указания, сделанные при рецензировании данной книги, а также признательность канд. техн. наук В. Т. Колищуку и инженерам Н. Н. Травникову, М. Г. Локшину, С. В. Шахбазяну, В. М. Шияну, Ю. В. Королеву за советы, высказанные при ознакомлении с рукописью.

Отзывы и пожелания просьба направлять по адресу: 252601, Киев, 1, Пушкинская, 28, издательство «Техніка».

**ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ  
МЕХАНИЗМОВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ  
МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ**

**1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ  
ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ**

**Принцип действия.** Аппаратура магнитной записи (АМЗ) (магнитофоны, видеомагнитофоны, запоминающие устройства вычислительных машин), где используется в качестве носителя информации ферромагнитная лента, в основном состоит из механизма транспортирования ленты (МТЛ)\* и электронных блоков: усилителей записи—воспроизведения, генераторов стирания и подмагничивания, питания, автоматики, контроля и управления. Механизм транспортирования ленты и электронные блоки обычно конструктивно размещаются в общем несущем корпусе или стойке, где выполняется их междублочный монтаж и устанавливаются входные и выходные электрические разъемы [23]. Механизм транспортирования ленты определяет реализацию заложенных разработчиком схемных и кинематических принципов, качество и достоверность регистрируемой информации и предназначен для обеспечения заданного взаимодействия ленты с магнитными головками. Это взаимодействие заключается в относительном перемещении ленты и головок (неподвижных или подвижных) с механическим контактом их в режимах записи — воспроизведения и без этого контакта (желательно) в режимах ускоренных перемоток. Участок тракта МТЛ, где взаимодействует лента с головками, называется рабочей зоной.

Механизм транспортирования ленты состоит из основных и вспомогательных узлов. К основным относятся узел транспортирования ленты с постоянной линейной (реже угловой) скоростью, блок вращающихся головок (анализатор или видеоблок), механический стабилизатор скорости ленты, устройства размещения и накопления магнитной ленты (основные накопители с механизмами привода); к вспомогательным — промежуточные накопители, счетчики метража, датчики начала — конца и обрыва ленты. Узел транспорти-

---

\* Название МТЛ вместо ЛПМ (лентопротяжный механизм) предложил д-р техн. наук А. М. Мелик-Степанян. На I Всесоюзной конференции по магнитной записи в 1969 г. в г. Киеве название МТЛ было рекомендовано применять как термин в АМЗ.

рования ленты, видеоблок, стабилизатор скорости оказывают наибольшее влияние на качественные параметры взаимодействия ленты с магнитными головками. Накопители вследствие механической упругой связи через магнитную ленту и кинематические элементы МТЛ оказывают меньшее влияние на параметры взаимодействия ленты с головками. При необходимости эти связи стремятся свести до минимума путем введения промежуточных накопителей ленты.

Если узел транспортирования ленты применяется в МТЛ АМЗ всех назначений, то видеоблок — только в МТЛ видеомагнитофонов, механический стабилизатор скорости — в МТЛ студийных магнитофонов, промежуточные накопители — в старт-стопных МТЛ вычислительных машин и др. Узел транспортирования МТЛ может содержать гладкий ведущий вал с прижимными роликами или бесконечными ремнями, или полый ведущий вал (барабан) с вакуумным прижимным устройством, или зубчатый барабан с придерживающими роликами, или пластины из пьезокерамики и стойки. Обычно приводным элементом узла является электродвигатель, а для последнего варианта — упорядоченно направленные вибрации пьезоэлементов.

Принцип действия МТЛ, анализ действующих сил и моментов можно проследить по его кинематической схеме. Для наглядности кинематические схемы МТЛ изображаются в аксонометрических проекциях.

Форма, внешний вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры характеризуют конструктивное исполнение МТЛ. Одной кинематической схеме может соответствовать множество конструктивных исполнений МТЛ. Задача конструктора — по выбранной кинематической схеме разработать одно оптимальное конструктивное исполнение МТЛ или его унифицированный ряд.

Рассмотрим принцип действия трехмоторного МТЛ аналоговой записи (рис. 1, а). При включении питания АМЗ напряжение подается на ведущий электродвигатель 20, который через ременную передачу вращает ведущий вал 11. Магнитная лента *МЛ* неподвижна, так как ведущий вал не имеет с ней контакта. Такой ждущий режим называется дежурным. Ременная передача снижает скорость вращения ведущего вала по сравнению со скоростью вала двигателя в 2—50 раз и обеспечивает во столько же раз (без учета потерь) увеличение вращающего момента ведущего вала. Маховик 21 выполняет функции шкива ременной передачи и сглаживает высокочастотные колебания скорости вращения ведущего вала. При работе АМЗ в режиме записи — воспроизведения, что соответствует режиму рабочего хода (РХ) МТЛ, питание подается на электродвигатели 1 и 19, электромагниты 18 и 2. Последние отводят тормозные ленты 3 и 17, которые отпускают приемный 16 и подающий 4 рулонные

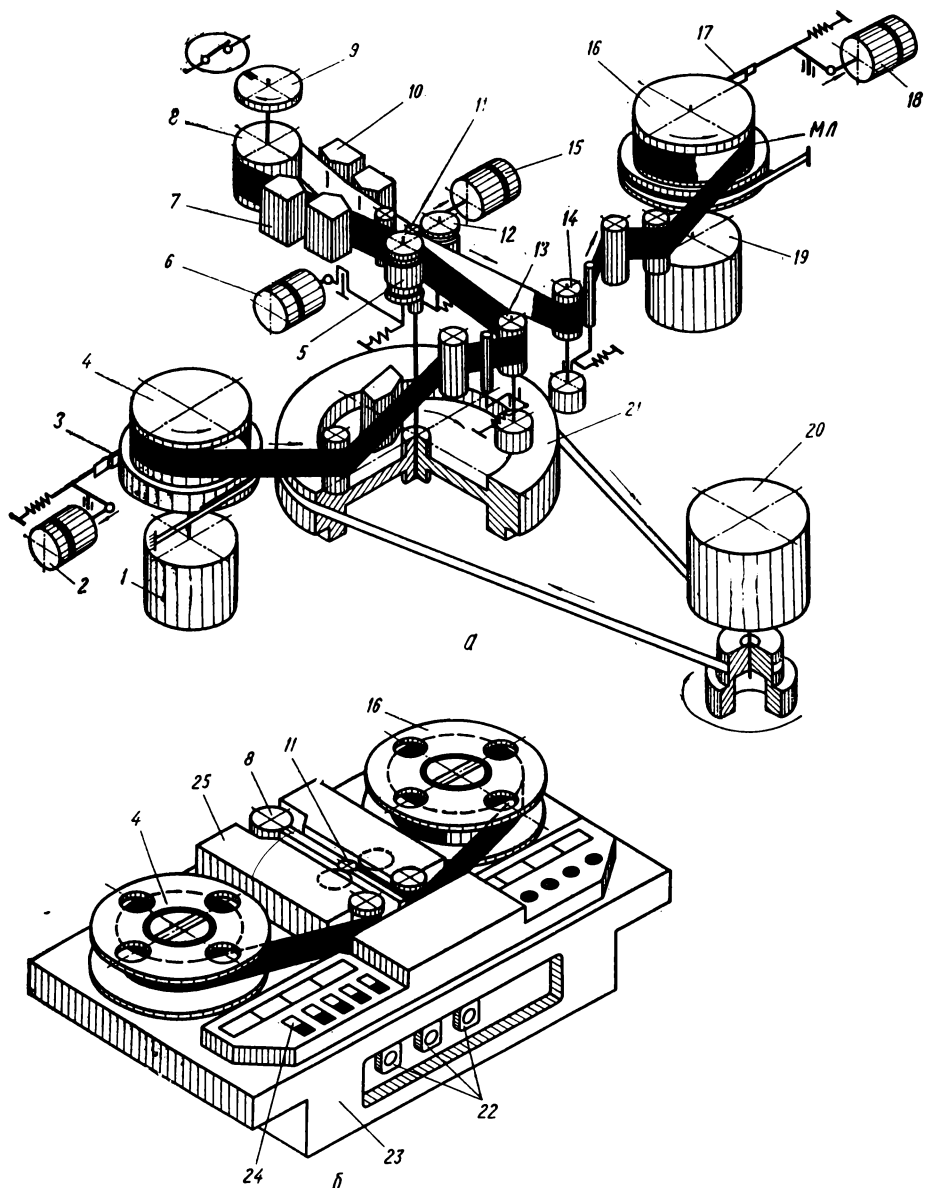


Рис. 1. Трехмоторный МТЛ аналоговой записи:  
 а — кинематическая схема; б — конструктивное исполнение.



накопители. Вращающие моменты двигателей приемного и подающего накопителей имеют противоположное направление, что обеспечивает натяжение связывающей накопителя ленты в тракте МТЛ и плотную ее намотку во всех режимах движения. В пусковой период напряжение питания двигателя приемного накопителя значительно выше, чем подающего, что обеспечивает набор скорости и движение ленты в сторону приемного накопителя. Когда скорость ленты *МЛ* достигает значения окружной скорости ведущего вала, о чем сигнализирует герконовый датчик *9* обводного ролика *8*, включаются электромагниты *6* и *15*. Последние через систему тяг и рычагов подводят с определенным усилием прижимные ролики *5* и *12*, а также магнитную ленту к ведущему валу. Это обеспечивает необходимое фрикционное сцепление и равномерное движение магнитной ленты, которая взаимодействует с головками записи *7* и воспроизведения *10*. Задержка включения прижимных роликов позволяет избежать резких динамических нагрузок на ленту в пусковые периоды и ее остаточной деформации, особенно при высоких скоростях движения (от 76,2 см/с и выше). Лента с натяжением разматывается ведущим валом с подающего накопителя и после блока головок с натяжением наматывается плотно, виток за витком, на приемный накопитель. Направляющие ролики *13* и *14* обеспечивают точное размещение движущейся ленты относительно блока головок и накопителей. На осях этих роликов установлены рычаги датчиков слеснения за натяжением и контроля ее целости.

При режимах ускоренных перемоток, т. е. ускоренном ходе назад (УХН) или вперед (УХВ), прижимные ролики и лента отведены от ведущего вала, и последняя быстро с натяжением перематывается с одного накопителя на другой. Напряжение питания имеет максимальное значение на двигателе накопителя, на который перематывается лента, и минимальное подтормаживающее, с которого разматывается лента. Скорости перемотки обычно в 15—50 раз превышают скорости ленты в режиме рабочего хода. Магнитная лента в описанном МТЛ в этих режимах от магнитных головок не отводится, что увеличивает износ обоих элементов.

Оптимальная конструкция МТЛ, выполненная по вышеописанной кинематической схеме, показана на рис. 1, б. На литой алюминиевой несущей плите *23* размещены приемный *16* и подающий *4* накопителя ленты (катушки типа *2*), с приводными электродвигателями под ними. Между накопителями установлен блок с узлом транспортирования ленты с ведущим валом *11*, прижимными роликами, обводным роликом *8*, магнитными головками, которые защищены пермаллоевыми экранами *25*. В этот блок входят также направляющие ролики и ведущий электродвигатель. По обеим сторонам от ведущего двигателя размещены органы управления *24* рабо-

той МТЛ. На передней вертикальной стенке плиты установлены входные и выходные разъемы 22.

**Классификация механизмов.** Механизмы транспортирования ленты АМЗ могут быть классифицированы по назначению, применению и кинематической схеме. Назначение АМЗ определяет и назначение МТЛ, которые можно выделить в четыре большие группы (рис. 2). Группа 1 МТЛ предназначена для регистрации (записи) оперативной информации, например, быстротекущих случайных

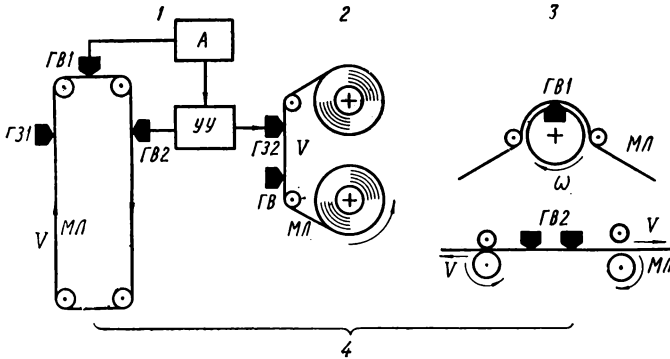


Рис. 2. К пояснению классификации МТЛ.

и непериодических процессов\* на замкнутый отрезок (кольцо) магнитной ленты *МЛ*. Информация от электрических датчиков записывается головкой *ГЗ1*. Кольцо ленты непрерывно движется (круглосуточно) в направлении указывающих стрелок, и записанная информация после головки воспроизведения *ГВ1* поступает на анализатор *А*. Если анализатор определит полезность этой информации, она перезаписывается через головку *ГВ2* и управляемый усилитель *УУ* головкой записи *ГЗ2* на МТЛ регистрации долговременной информации. Для МТЛ группы 1 характерны непрерывная работа, однонаправленное движение магнитной ленты и относительно небольшая информационная емкость. Их применяют для многократного воспроизведения различной информации, например, рекламных сообщений, музыкальных программ на борту гражданских самолетов, управления программными станками и анализа спектра частот колебаний скорости ленты. Для уплотненной перезаписи головкой *ГЗ2* оперативной информации на разомкнутый отрезок ленты *МЛ* и ее последующего воспроизведения головкой *ГВ* используют МТЛ

\* Вспышек на солнце, вулканических извержений, землетрясений, различных космических явлений, сигналов SOS и другого радиоприема.

группы 2. Лента до и после блока головок размещается на рулонных накопителях. Кроме того, эта группа МТЛ выполняет функции записи — воспроизведения различного рода долговременной информации, например, музыки, речи, видеопрограмм и других аналоговых и цифровых сигналов. Для МТЛ группы 2 характерны прерывистая одно- или многократная работа в течение записи — воспроизведения одного рулона, возможность реверсивного движения ленты, наличие ускоренных перемоток ленты и относительно большая информационная емкость. Для анализа (воспроизведения) оперативной или долговременной информации применяют МТЛ группы 3. Анализ может выполняться при неподвижной ленте вращающимся барабаном с магнитными головками *ГВ1* или при неподвижных головках *ГВ2* прямолинейным перемещением вперед и назад участка магнитной ленты *МЛ*. Для группы 3 МТЛ характерны наличие вращающихся головок или старт-стопного реверсивного механизма, использование только головок воспроизведения. Магнитная лента для анализа может устанавливаться в виде плотного рулона или колец определенной длины, вырезанных из рулона и склеенных по специальной технологии.

В современной АМЗ часто применяют МТЛ группы 4, образующие универсальные (многоцелевые) совмещенные механизмы. Они содержат все основные узлы МТЛ групп 1, 2 или 3 и могут выполнять поочередно регистрацию оперативной или долговременной информации, ее анализ.

## 2. СПОСОБЫ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ

подавляющее большинство МТЛ работает в аппаратуре точной магнитной записи, которая отличается способом записи (преобразования сигналов), условиями эксплуатации (стационарная и бортовая), объемом информации, конструкцией [1]. По способам записи АМЗ можно разделить на две большие группы: аналоговой и цифровой записи. К аналоговой записи относятся прямая и модуляционная.

При прямой аналоговой записи сигнальное описание записываемой информации не изменяется в канале записи путем модуляции или кодирования, и на ленту записываются непосредственно входные сигналы (рис. 3, а). Когда входные процессы являются широкополосными, а требуемая точность передачи мгновенных значений сигнала сравнительно невелика, например для звукозаписи, то прямая запись немодулированных сигналов производится обычно с высокочастотным подмагничиванием. Основным источником погрешности при этом являются колебания скорости магнитной ленты. Прямая запись имеет большую разрешающую способность и применяется для звукозаписи в студийных и бытовых магнитофонах.

Частотный диапазон информации каналов записи — воспроизведения обычно изменяется от 100 или 300 Гц до верхнего предела (2 МГц) при скорости движения ленты 304,8 см/с и динамическом диапазоне 22 дБ или уменьшается пропорционально при более низ-

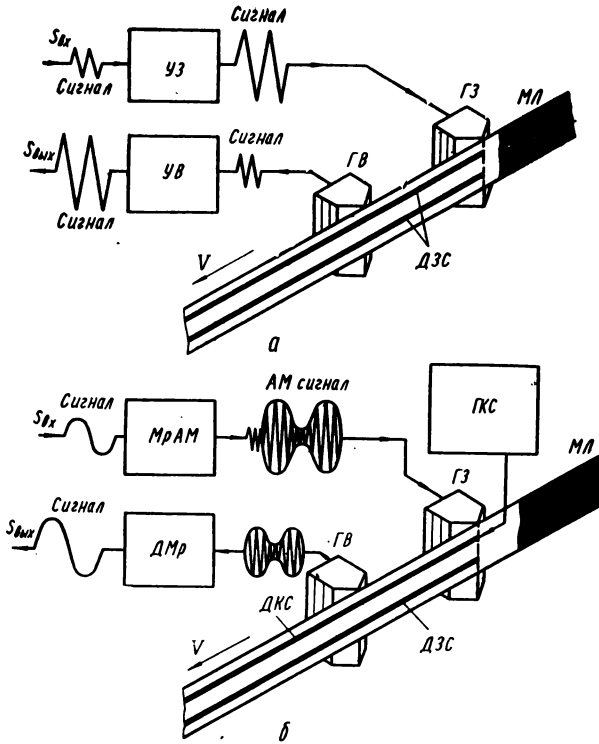


Рис. 3. К пояснению принципа аналоговой записи:  
 а — прямой; б — амплитудно-модуляционной; УЗ — усилитель записи; УВ — усилитель воспроизведения; ДЗС — дорожка записи сигнала; МрАМ — модулятор амплитудный; ДМр — демодулятор; ГКС — генератор контрольного сигнала; ДКС — дорожка контрольного сигнала.

ких скоростях только для верхнего предела (62,5 кГц для скорости 9,53 см/с). Низкочастотная граница этого диапазона обычно от скорости ленты не зависит. Недостатком прямой записи является невозможность передачи постоянной составляющей сигнала и сравнительно высокая паразитная амплитудная модуляция сигнала, возникающая в канале записи — воспроизведения. Это недопустимо для большинства систем телеметрии и телеуправления.

К модуляционной\* записи относятся: амплитудно-модулированная (АМ), частотно-модулированная (ЧМ), комбинированная АМ—ЧМ, широтно-импульсная модулированная (ШИМ), фазово-модулированная (ФМ). Это способы записи, при которых сигнальное описание записываемой информации изменяется в канале записи с помощью модуляции. Применение АМ позволяет записать постоянную составляющую сигнала и поэтому используется в аппаратах точной магнитной записи только в сочетании с устройствами компенсации неравномерности чувствительности магнитной ленты с помощью контрольного сигнала (рис. 3, б). Наибольшее распространение получила аппаратура с широкополосной или узкополосной ЧМ записью. Широкополосная ЧМ запись по сравнению с узкополосной обладает более высокой помехозащитностью к колебаниям скорости ленты, аддитивным и мультипликативным шумам канала записи — воспроизведения, что особенно важно в связи с необходимостью повышения плотности записи. В профессиональных и бытовых видеомагнитофонах, где переносом спектра телевизионного сигнала в область более высоких частот удается избежать явлений, связанных с волновыми потерями, зависящими от размеров сердечника воспроизводящей головки, наибольшее распространение получила ЧМ запись. При многодорожечной или строчной ЧМ записи удается уменьшить расстояние между дорожками записи, при этом взаимное влияние между последними уменьшается с уменьшением длины волны. Спектр модулированного сигнала, смещаясь в область более высоких частот, вызывает необходимость повышения верхней граничной частоты магнитной записи, что, в свою очередь, приводит к увеличению относительной скорости лента — головка.

Основное достоинство ЧМ записи заключается в возможности амплитудным ограничением подавить в воспроизводимом сигнале паразитную амплитудную модуляцию, возникающую вследствие неоднородности свойств рабочего слоя ленты или нарушения контакта между парой головок — лента при записи — воспроизведении. Особенно нежелательна ПАМ в области низких частот, что вызывает неприятное для зрителей мерцание воспроизводимого изображения. Поэтому иногда к ЧМ записи прибегают только для записи низких частот, а высокочастотная часть спектра телевизионного сигнала записывается прямым способом. Это дает возможность увеличить верхнюю граничную частоту записываемого сигнала.

---

\* Модуляция — преобразование высокочастотных сигналов или по амплитуде, или по частоте, или по фазе, или по ширине импульса воздействием на них низкочастотных сигналов, которое обеспечивает изменение высокочастотных сигналов по закону низкочастотных.

Запись ЧМ производится обычно на размагниченной ленте без высокочастотного подмагничивания, что способствует уменьшению волновых потерь, и используется широко в АМЗ широкополосных сигналов телеметрии, диапазон изменения которых от 300 Гц до 2 МГц.

Информация при ШИМ записи передается шириной импульса, точнее отношением длительности импульса к его периоду, которая изменяется от минимальной до максимальной величины для перекрытия полного диапазона изменений входного сигнала. Требования к точности скорости МТЛ резко снижаются и можно применять механизмы с плавно изменяющейся скоростью. Однако необходимо, чтобы частота следования импульсов не становилась слишком низкой.

При цифровой записи сигнальное описание информации изменяется в канале путем цифрования. Для этого квантованные во времени дискретные значения сигнала преобразуются в группы импульсов, представляющих с помощью выбранного кода, чаще всего двоичного, числовые величины указанных дискретных значений. Значение импульсов в группе может быть определено порядком их следования в одном канале. Это будет последовательный цифровой сигнал. Значение импульсов может быть определено совокупностью импульсов, появляющихся одновременно во всех каналах. Это будет параллельный цифровой сигнал. Возможна комбинация обоих кодов, которая дает последовательно-параллельный цифровой сигнал. Для цифровой записи важно только распознавание наличия или отсутствия импульса, амплитуда же не имеет значения. Как правило, здесь используется запись с насыщением. Цифровая запись по сравнению с аналоговой имеет следующие преимущества: 1) на точность цифровой записи процесс магнитной записи — воспроизведения не влияет; 2) зависит лишь от точностей аналого-цифрового и цифроаналогового преобразования. Однако цифровая запись дает сильные искажения при выпадении записанных импульсов, а также при образовании ложных импульсов вследствие помех. Поэтому достоверность воспроизведения кодовых импульсов играет особую роль и является важнейшей характеристикой канала записи — воспроизведения. Современные носители для импульсных сигналов при использовании специальных МТЛ могут обеспечить достоверность, т. е. вероятность выпадений, не хуже  $10^{-5}$  —  $10^{-6}$  в течение заданного срока службы. Металлические ленты обеспечивают достоверность  $10^{-9}$  и выше. Цифровая запись искажает информацию только вследствие динамических перекосов ленты.

### 3. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМОВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ

Механические параметры МТЛ в начале разработки определяются выбранной кинематической схемой, в которой задается требуемое взаимодействие ленты с головками и всех подвижных звеньев механизма между собой, а в конце — конструктивным исполнением всех основных узлов (ведущих, накопителей ленты, направляющих роликов и др.) и несущих плит или корпусов.

К основным механическим параметрам МТЛ относятся:

1. Номинальная (расчетная) скорость, см/с, — это путь, см, проходимый носителем записи (магнитной лентой), взаимодействующим с магнитными головками, за единицу времени, с. Стандартом для аппаратуры точной магнитной записи установлены следующие номинальные скорости движения ленты, см/с: 304,8; 152,4; 76,2; 38,1; 19,05; 9,53; 4,76 [109, 150]. Для записи звука кинофильмов установлены следующие номинальные скорости перфорированной магнитной ленты, см/с: 18,3 — для узкоплечных (16 мм); 45,6 — для обычных и широкоэкранных (35 мм); 91,2 — для стереоскопических (35 мм); 71,2 — для панорамных (35 мм) и 57 — для широкоформатных (70 мм).

Для МТЛ профессиональных видеомагнитофонов поперечно-строчной записи стандартизированы две номинальные линейные скорости: 39,7 и 19,85 см/с. Кроме того, для них стандартизирована угловая скорость вращения диска с видеоголовками, соответствующая относительной скорости ленты — головка 40 м/с [52]. Для МТЛ бытовых магнитофонов записи звука на ленту шириной 6,25 мм стандартом установлены следующие три номинальные скорости, см/с: 19,05; 9,53; и 4,76; для МТЛ кассетных магнитофонов на ленту 3,81 мм — 9,53 и 4,76 [22]. Для МТЛ массовых и полупрофессиональных видеомагнитофонов наклонно-строчной записи линейные номинальные скорости не стандартизированы. В некоторых видеомагнитофонах они заимствованы из ряда точной магнитной записи, например 19,05 и 9,53 см/с в моделях AV-3400 и цветном видеокассетном фирмы Sony [159], а в некоторых применены совсем оригинальные значения номинальной скорости, например 17,44 см/м в видеомагнитофоне LDL-1 000 фирмы Philips [139]. Не стандартизированы для этих видеомагнитофонов относительные номинальные скорости видеоголовок и видеоленты.

Номинальная скорость движения носителя записи зависит от сохранения ведущим двигателем номинальной угловой скорости, скорости скольжения в узле транспортирования ленты (ТМЛ), точности (допусков) на изготовление деталей узла ТМЛ, стабильности натяжения ленты внутри рабочей зоны и на накопителях.

2. Отклонение скорости магнитной ленты от номинального значения %, которое задается, исходя из назначения АМЗ, его класса и скорости движения ленты. Это отклонение изменяется от  $\pm 0,05$  до  $\pm 2\%$ .

3. Средняя скорость носителя записи — это среднее значение скорости его за определенный интервал времени. Под средней скоростью понимают величину

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_{\text{ср. макс}} + v_{\text{ср. мин}}}{2},$$

где  $v_{\text{ср. макс}}$  и  $v_{\text{ср. мин}}$  — максимальное и минимальное значения средней скорости движения ленты.

Среднюю скорость ленты в магнитофонах принято измерять за 100 с (время интервала усреднения). Обычно применяется метод измерительного ролика, который обеспечивает точность измерения около 0,1%. Согласно ГОСТ 12392—71 и ГОСТ 12107—66\*, допустимое отклонение средней скорости ленты от ее номинального значения изменяется от  $\pm 0,5$  до  $\pm 3\%$ . Искажения сигнала, возникающие от несоответствия средней скорости записи и воспроизведения, выражаются в изменении средней частоты воспроизводимого сигнала по сравнению с исходным и вызывают ошибку по высоте тона:

$$\Delta f = \frac{f_3 - f_B}{f_3} \cdot 100\% = \frac{v_3 - v_B}{v_3} \cdot 100\%$$

и в изменении времени воспроизводимой программы по сравнению с исходной и вызывают ошибку по времени звучания записи:

$$\Delta t = t_B - t_3 = t_3 \frac{v_3 - v_B}{v_3} = \frac{t_3 \Delta f}{100},$$

где  $v_3$  и  $v_B$ ,  $t_3$  и  $t_B$  — скорости и продолжительности соответственно записи и воспроизведения информации.

4. Колебания скорости носителя записи — периодические и непериодические отклонения мгновенного значения скорости от среднего. Эти колебания оцениваются коэффициентом колебания скорости, который показывает отношение величины колебания мгновенной скорости носителя записи\* к ее среднему значению, опре-

---

\* В качестве амплитуды колебаний скорости  $\Delta v$  может использоваться любая оговоренная величина, например, двойная пиковая  $v_{\text{макс}} - v_{\text{мин}}$ , эффек-

тивная  $\frac{v_{\text{макс}} - v_{\text{мин}}}{2\sqrt{2}}$  и т. п.



деляемому при заданных условиях измерения или расчета [34, 44]

$$K_c = \pm \frac{\Delta v}{v_{cp}} \cdot 100\% = \pm \frac{v_{\max} - v_{\min}}{2v_{cp}} \cdot 100\%,$$

где  $\Delta v$  — амплитуда колебаний средней скорости.

Коэффициент колебания скорости ленты задают и измеряют в определенной полосе частот колебаний скорости в соответствии с назначением аппарата магнитной записи. Для большинства МТЛ точной и широкополосной записи [109, 150] коэффициенты колебаний скорости ленты по данным иностранных фирм стандартизованы (табл. 1).

Для более детальной характеристики МТЛ проводят спектральный анализ суммарных колебаний скорости ленты с целью выявления отдельных периодических составляющих. Знание спектра колебаний позволяет легче определить источники возмущений в МТЛ и принять меры к их ликвидации или уменьшению. Колебания мгновенной скорости ленты при записи и при воспроизведении сигнала к паразитной частотной модуляции (ПЧМ) воспроизводимого сигнала.

5. Детонация — искажения звука, возникающие вследствие ПЧМ с частотами, находящимися примерно в диапазоне 0,2—200 Гц [116], — оценивается коэффициентом детонации

$$K_d = \pm \Delta v / v_{cp} \cdot 100\% \text{ (после взвешивающего фильтра),}$$

коэффициентом паразитной ЧМ, соответствующей среднему субъективному восприятию ее в виде детонации. Коэффициент детонации используется применительно только к МТЛ звукозаписи. Для измерения  $K_d$  в цепь прибора, измеряющего  $K_c$ , вводят специальный взвешивающий фильтр [5, 34, 44]. Человеческое ухо неодинаково чувствительно к различным частотам детонации. Наиболее ощутимы на слух детонации с частотой 3—5 Гц. Низкочастотные детонации воспринимаются как «плавание» и высокочастотные как «дрожание» («хриплость») высоты тона. Для МТЛ профессиональных магнитофонов коэффициент детонации при скорости 38,1 см/с ниже 0,05%; при 19,05 см/с ниже 0,1% [87], а для МТЛ бытовых магнитофонов зависит от класса аппарата и источника питания (табл. 2).

6. Скольжение — отношение разности максимальной  $v_{cp, \max}$  и минимальной  $v_{cp, \min}$  средних скоростей к среднему значению скорости:

$$\frac{v_{cp, \max} - v_{cp, \min}}{v_{cp}} \cdot 100\% = \frac{2\Delta v_{cp}}{v_{cp}} \cdot 100\%.$$

Скольжение характерно для МТЛ, работающих с неперфорированной магнитной лентой, и возникает оно в узле транспортирования ленты. Этот узел теоретически представляет собой фрикцион-

ную передачу, где неизбежно упругое скольжение, вызывающее снижение скорости ведомого элемента (ленты, прижимного ролика) относительно ведущего (вала). Скольжение относится к низкочастотным колебаниям средней скорости (с частотой ниже 0,2 Гц). Скольжение для профессиональной АМЗ не хуже 0,15%, а для МТЛ

Таблица 1

Скорость ленты, см/с	Частотный диапазон измерения, Гц	K <sub>с</sub> , %	
		Франция (ML-1600)	США (FR-2000)
304,8	0,2—10000	0,2	0,13
152,4		0,25	0,15
76,2	0,2—5000	0,3	0,18
38,1	0,2—2500		
19,05	0,2—1250	0,4	0,25
9,53	0,2—625	0,6	0,32
4,76	0,2—313	0,9	0,38

Таблица 2

Скорость ленты, см/с	K <sub>д</sub> , %, в зависимости от класса магнитофона			
	I	II	III	IV
При питании от сети				
19,05	±0,1	±0,2	—	—
9,53	±0,2	±0,3	±0,3	—
4,76	±0,3	±0,4	—	—
При питании от автономного и универсального источников				
19,05	—	±0,3	—	—
9,53	—	±0,4	±0,4	—
4,76	—	±0,6	—	±0,6

бытовых магнитофонов не хуже 0,5—1,5%. На величину скольжения влияют изменение натяжения магнитной ленты, усилия давления и материал прижимного ролика, соотношение высот ленты, ролика, углы их обхвата, чистота обработки ведущего вала (гладкий, шероховатый), температура и влажность окружающей среды.

7. Количество номинальных скоростей МТЛ характеризует его оперативные возможности и задается, исходя из частотных диапазонов записываемой информации. Для МТЛ точной и широкополосной магнитной записи нормализовано семь номинальных скоростей (от 4,76 до 304,8 см/с с кратностью между каждой парой 2); для МТЛ бытовых магнитофонов I класса—три: 19,05; 9,53 и 4,76 см/с, II класса — две: 19,05 и 9,53 см/с или 9,53 и 4,76 см/с, III и IV классов —

одна: 9,53 или 4,76 см/с. Кроме того, для всех классов допускаются дополнительные скорости: 2,38 см/с [22]. Для МТЛ профессиональных студийных магнитофонов звукозаписи нормализованы три номинальных скорости: 76,2; 38,1 и 19,05 см/с [105]. Способ переключения скоростей движения магнитной ленты задается, исходя из требований времени перехода на смежные или крайние скорости и простоты осуществления этого. Переключение скоростей может быть электрическое, механическое или электромеханическое. Электрическое переключение скоростей осуществляется многоскоростными электродвигателями переменного (от двух до трех скоростей переключением обмоток, и до шести — электромагнитным тормозом со следящей системой) и постоянного тока с печатным якорем (до семи-восьми скоростей с применением следящей системы). Электрическое переключение применяют в МТЛ аппаратуры точной магнитной записи, прецизионных студийных магнитофонов. Оно отличается оперативностью перехода на любые скорости, высокой надежностью и сложностью конструкции и электронных блоков.

Механическое переключение скоростей в большинстве МТЛ бытовых магнитофонов осуществляется с помощью ступенчатых шкивов, маховиков, между которыми передвигается промежуточный обрезиненный ролик или приводной бесконечный ремень. Электродвигатель при этом применяется простой конструкции с одной скоростью вращения вала. Механическое переключение может выполняться также устанавливаемыми на ведущий вал сменными насадками с диаметрами, кратными двум.

Электромеханическое переключение скоростей в МТЛ аппаратуры точной профессиональной и специальной магнитной записи выполняется 2-, 3-, 4-скоростными электродвигателями и механической переброской приводного бесконечного ремня на ступенчатых шкивах и маховиках.

Движение магнитной ленты относительно магнитных головок определяется способом их взаимодействия и бывает непрерывным в течение длительного промежутка времени или дискретным (шаговым), т. е. прерывистым в малые промежутки. Кроме МТЛ аппаратуры вычислительной техники, все остальные точной, узко- и широкополосной, звуковой и видеозаписи имеют непрерывное движение ленты относительно магнитных головок. Взаимодействие ленты с магнитными головками определяет их взаимное перемещение: продольное, поперечно-строчное и наклонно-строчное. Продольное взаимодействие (вдоль длины ленты) характерно для МТЛ точной, цифровой, широкополосной и звукозаписывающей аппаратуры; поперечно-строчное взаимодействие движущейся продольно ленты с вращающимися поперек видеоголовками — для МТЛ профессиональных студийных и переносных видеомагнитофонов, а также спе-

циальной видеозаписи (при этом используется видеолента шириной 50,8 мм); наклонно-строчное взаимодействие перемещающейся по винтовой линии ленты с неподвижными и вращающимися головками — для массовых, полупрофессиональных, профессиональных видеомагнитофонов (при этом используется магнитная видеолента шириной от 6,25 до 50,8 мм).

8. Вид магнитной ленты определяется назначением МТЛ АМЗ. Лента при этом бывает перфорированная и неперфорированная. Перфорированная применяется в аппаратуре записи звука в кино и в МТЛ вычислительной техники, неперфорированная — во всей аппаратуре точной, широкополосной, цифровой и видеозаписи. Ширина ленты определяет поперечную плотность записи (число параллельных продольных дорожек записи) или для некоторых МТЛ — время работы поочередно реверсируемых (изменяющих направление движения) продольных дорожек записи. Для АМЗ в соответствии с ГОСТ 13265—67 установлена ширина неперфорированных лент 3,81; 6,25; 12,7; 19,05; 25,4; 35; 50,8 мм и перфорированных 16; 35 и 70 мм [4]. Толщина ленты для МТЛ АМЗ различного назначения также стандартизирована и составляет ряд  $55_{-5}$ ,  $37_{-3}$ ,  $27_{-2}$  и  $18_{-2}$  мкм для неперфорированных, и ряд  $150 \pm 20$ ,  $100 \pm 15$  и  $75 \pm 10$  мкм для перфорированных лент. Для кассетных магнитофонов зарубежные фирмы применяют ленты толщиной 12 и 9 мкм. От толщины ленты зависят размеры и конструкция рулонных накопителей, а также МТЛ.

9. Емкость (длина) ленты цилиндрического плотного рулона определяет время возможной записи (воспроизведения) информации на различных скоростях движения носителя записи. Максимальное количество ленты, м,

$$L = (D^2 - d^2) / 1,27 \cdot 10^{-2} \cdot \delta,$$

где  $D$  и  $d$  — наружный и внутренний диаметры намотки ленты в рулоне, см;  $\delta$  — толщина магнитной ленты, мкм.

10. Время записи — воспроизведения — это время непрерывного одностороннего движения ленты по одной дорожке или всех одновременно (параллельно), мин,

$$t = L / 0,6v.$$

При последовательной записи — воспроизведении полное время непрерывной работы  $t_n = tk$ , где  $k$  — количество дорожек записи.

Время работы МТЛ для бытовых магнитофонов, где применяются катушки типа 1 (посадочный диаметр центрального отверстия 8,1 мм), и для профессиональной и специальной АМЗ, где применяются катушки типа 2 (посадочный диаметр отверстия 76,2 мм)

Точка катушки	d/D, мм	s, мм	L, м	Время работы МТЛ в режимах записи — воспроизведения, мин, для стандартных скоростей транспортирования магнитной ленты, см/с						304,8	609,6	914,4
				1,19	2,28	4,76	9,53	19,05	38,1			

## Катушка типа 1

7,5	35/75	55	50	70	35	17,5	8,7	4,4	2,2	1,1	0,55	0,27	0,14	0,09
		37	75	105	52,5	26,3	13,1	6,6	3,3	1,6	0,8	0,4	0,2	0,14
		27	100	140	70	35	17,5	8,7	4,4	2,2	1,1	0,55	0,27	0,18
		18	155	217	108	54,3	27,1	13,6	6,8	3,4	1,7	0,8	0,4	0,28
10	45/100	55	100	140	70	35	17,5	8,7	4,4	2,2	1,1	0,5	0,27	0,18
		37	145	203	101	50,8	25,4	12,7	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,26
		27	200	280	140	70	35	17,5	8,7	4,4	2,2	1,1	0,55	0,36
		18	300	420	210	105	52,5	26,2	13,1	6,6	3,3	1,6	0,8	0,55
13	45/127	55	180	252	126	63	31,5	15,7	7,9	3,9	2	1	0,5	0,3
		37	265	371	185	93	46	23	11,6	5,8	2,9	1,4	0,7	0,5
		27	365	511	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0,7
		18	550	770	385	192	96	48	24	12	6	3	1,5	1
15	50/147	55	245	343	172	86	43	21,5	10,7	5,4	2,7	1,3	0,7	0,45
		37	370	518	259	129	64,7	32,4	16,2	8,1	4	2	1	0,7
		27	505	707	353	176	88	44	22	11	5,5	2,7	1,4	1
		18	755	1057	528	264	132	66	33	16,5	8	4	2	1,4
18	60/178	55	370	518	259	129,5	64,7	32,4	16,2	8,1	4	2	1	0,7
		37	550	770	385	192,6	96,2	48	24	12	6	3	1,5	1
		27	755	1057	528,7	264,4	132	66	33	16,5	8,2	4,1	2	1,4
		18	1130	1582	791	395,6	197,6	99	49,5	24,7	12,3	6,2	3,1	2

20	60/200	55	485	678	339	169,8	84,8	42,4	21,2	10,6	5,3	2,6	1,3	0,9
		37	720	1008	504	252	126	63	31,5	15,7	7,9	3,9	2	1,3
		27	990	1386	693	346,5	173,2	86,6	43,3	21,6	10,8	5,4	2,7	1,8
		18	1480	2072	1036	518	258,8	129,5	64,7	32,3	16,2	8,1	4	2,7
22	70/220	55	580	812	406	203	101,5	50,7	25,3	12,7	6,3	3,1	1,6	1
		37	865	1211	605,7	302,8	151,4	75,7	37,8	18,9	9,4	4,7	2,3	1,6
		27	1190	1666	833	416,7	208,3	104	52	26	13	6,5	3,2	2,1
		18	1780	2493	1246	623	311	155,7	77,8	38,9	19,5	9,7	4,8	3,2
25	70/250	55	780	1092	546	273	136,5	68,2	34,1	17	8,5	4,2	2,1	1,4
		37	1160	1625	812,5	406,2	203	101,5	50,7	25,3	12,7	6,3	3,2	2,1
		27	1590	2226	1113	556,7	278,3	139	69,5	34,7	17,4	8,7	4,3	2,9
		18	2380	3333	1666,5	833	416	208	104	52	26	13	6,5	4,3

Катушка типа 2

18	114/180	55	225	315	157	78	39	19,5	9,8	4,9	2,4	1,2	0,6	0,4
		37	335	469	234,6	117,3	58,6	29,3	14,6	7,3	3,7	1,8	0,9	0,6
		27	460	644	322	161	80,5	40,2	20,1	10	5	2,5	1,2	0,8
		18	690	966	483	241,5	120,8	60,3	30	15	7,5	3,8	1,9	1,2
20	114/203	55	345	483	241,5	120,8	60,4	30,2	15,1	7,5	3,8	1,9	0,9	0,6
		37	515	721	360,5	180,3	90	45	22,5	11,2	5,6	2,8	1,4	0,9
		27	705	987	493,7	246,8	123,4	61,7	30,8	15,4	7,7	3,8	1,9	1,3
		18	1060	1484	742	371	185,5	92,7	46,3	23,2	11,6	5,8	2,9	1,9
23	114/230	55	505	707	353,5	176,8	88,4	44,2	22,1	11	5,5	2,7	1,4	0,9
		37	750	1050	525	262,5	131,2	65,6	32,8	16,4	8,2	4,1	2	1,3
		27	1030	1442	721	360,5	180,2	90	45	22,5	11,3	5,6	2,8	1,9
		18	1540	2156	1078	539	269,5	134,7	67,4	33,7	16,8	8,4	4,2	2,8

Продолжение табл. 3

Номер катушки	d/D, мм	δ, мм	L, м	Время работы МТЛ в режимах записи — воспроизведения, мин. для стандартных скоростей транспортирования магнитной ленты, см/с										
				1,19	2,28	4,76	9,53	19,05	38,1	76,2	152,4	304,8	609,6	914,4
27	114/267	55	755	1057	528,5	264,2	132	66	33	16,5	8,2	4,1	2	1,4
		37	1130	791	395,5	197,7	98,9	49,4	24,7	12,3	6,2	3,1	2,0	2,0
		27	1540	1078	539	269,5	134,7	67,4	33,7	16,8	8,4	4,2	2,8	2,8
32	114/320	18	2310	3235	1617,5	808,8	404,4	202,2	101,1	50,5	25,2	12,6	6,3	4,2
		55	1190	1666	833	416,5	208,2	104,1	52	26	13	6,5	3,2	2,1
		37	1760	2465	1232,5	616,2	308,1	154	77	38,5	19,2	9,6	4,8	3,2
35	114/355	27	2420	3389	1694,5	847,2	423,6	211,8	105,9	52,9	26,4	13,2	6,6	4,4
		18	3630	5084	2542	1271	634,8	317,6	158,8	79,4	39,7	19,8	9,9	6,6
		55	1510	2114	1057	528,7	264,3	132,1	66	33	16,5	8,2	4,1	2,7
38	114/380	37	2250	3151	1575	787,8	393,5	196,8	98,4	49,2	24,6	12,3	6,1	4,1
		27	3080	4313	2156,5	1078	539	269,5	134,7	67,3	33,7	16,8	8,4	5,6
		18	4630	6484	3242	1621	810,5	405,2	202,6	101,3	50,6	25,3	12,6	8,4
40	114/406	55	1770	2479	1239,5	619,7	309,8	154,9	77,4	38,7	19,3	9,7	4,8	3,2
		37	2630	3683	1841,7	920,9	459,9	230	115	57,5	28,7	14,4	7,2	4,8
		27	3600	5042	2521	1260	629,6	314,9	157,5	78,7	39,4	19,7	9,8	6,5
40	114/406	18	5410	7577	3788,5	1894	946	473,3	236,6	118,3	59,1	29,6	14,8	9,8
		55	2050	2871	1435,6	717,8	358,5	179,3	89,7	44,8	22,4	11,2	5,6	3,7
		37	3050	4271	2135	1068	534	267	133,5	66,7	33,3	16,7	8,3	5,5
40	114/406	27	4180	5854	2927	1463,5	731	365,5	182,8	91,4	45,7	22,8	11,4	7,6
		18	6270	8781	4390	2195	1096	548,5	274,3	137,6	68,6	34,3	17	11,4

для ряда стандартных скоростей транспортирования магнитной ленты приведено в табл. 3\*.

11. Время ускоренных перемоток ленты вперед или назад характеризует оперативность АМЗ и показывает, за сколько минут полный рулон ее перематывается с приемного накопителя на подающий или наоборот. Режимы ускоренных перемоток используются для сматывания на приемный или подающий рулон недописанного отрезка ленты после записи в целях оперативного последующего анализа или при необходимости установки на этот МТЛ нового рулона для воспроизведения другой информации. Кроме того, ускоренные перемотки используются для быстрого поиска внутри данного рулона необходимой информации при воспроизведении или монтаже. Скорость перемоток для МТЛ бытовых магнитофонов составляет 2—3 м/с и для профессиональных и специальных 6—9 м/с. Обычно время ускоренных перемоток составляет 3—5 мин. Чрезмерное увеличение скорости перемоток опасно вследствие резкого возрастания динамических нагрузок на магнитную ленту, а также возникновения вибраций свободных участков ленты в результате радиальных и торцевых биений вращающихся элементов тракта МТЛ (роликов, катушек). Кроме того, при больших скоростях перемоток увеличивается время пуска и торможения, что приводит к «проскакиванию» разыскиваемого участка ленты и снижению оперативности в работе. При больших скоростях ускоренных перемоток (6—9 м/с) необходимо применять стабилизацию натяжения ленты и мягкое электромагнитное торможение рулонов до полной остановки, после чего включать механические тормоза. Для низких скоростей перемотки (2—3 м/с) допустимо только механическое торможение рулонов с лентой.

12. Время пуска (старта) МТЛ при записи — воспроизведении — это время набора лентой номинальной скорости из исходного (неподвижного) состояния. Время пуска зависит от номинальной скорости, емкости и инерции основных и промежуточных накопителей, мощности приводных двигателей, инерции элементов тракта МТЛ. Для МТЛ без промежуточных накопителей время пуска изменяется от 0,5 до 3 с.

13. Время остановки (стопа) МТЛ при записи — воспроизведении или ускоренных перемотках — это время перехода ленты в рабочей зоне из состояния движения в состояние полной неподвижности. Время остановки зависит от времени пуска и допустимых кратковременных перегрузок и для МТЛ без промежуточных накопителей изменяется от 1 до 3 с. Для старт-стопных МТЛ

---

\* Рассчитали инженеры Е. Н. Травников, Е. К. Гловацкий, Е. Ф. Демьянчук, В. В. Шумник.



вычислительной техники время пуска и остановки при скорости движения ленты 304,8 см/с составляет 5—15 мс, а для лучших образцов — не более 1 мс.

14. Натяжение ленты характеризует величину мгновенной или средней силы упругой продольной деформации этой ленты. В механизмах транспортирования ленты измеряют и нормируют среднее натяжение ленты. Изменение натяжения вызывает изменения средней скорости движения, удельного давления на головки, плотности намотки на рулоны, повышенный износ ленты и контактирующих с ней неподвижных элементов тракта МТЛ. Для МТЛ студийных звукозаписывающих магнитофонов на ленте 6,25 мм устанавливается среднее натяжение от начала к концу рулона  $(0,7 \dots 1,6) \pm \pm 0,1$  Н [87]; для МТЛ профессиональных видеоманитофонов натяжение ленты 25,4 и 50,8 мм до первой магнитной головки рабочей зоны примерно  $2 \pm 0,1$  Н [52]; для МТЛ широкополосной записи зарубежных фирм натяжение магнитной ленты на всех скоростях примерно 4,2 Н [109, 150].

15. Временные искажения (рассогласования)— несовпадения временного масштаба сигналов при записи и при воспроизведении вследствие неравенства мгновенных скоростей записи и воспроизведения, деформации носителя записи и др. Их обычно измеряют между крайними дорожками магнитной ленты. Временные искажения, вызванные колебаниями мгновенной скорости ленты, приводят к фазовым сдвигам. Причинами временных искажений могут быть:

1) статические перекосы рабочих зазоров магнитных головок, которые возникают вследствие неперпендикулярности площадки основания и шахматного расположения зазоров каждого канала одной головки;

2) статические перекосы направляющих стоек (роликов) и валов, которые могут быть причиной динамических перекосов от колебания скорости движения ленты;

3) динамические перекосы от неодинакового натяжения ленты по ширине;

4) динамические перекосы от эллиптичности вращающихся роликов рабочей зоны;

5) динамические и статические перекосы от перехода с одного МТЛ на другой.

Наименьшие временные искажения достигаются в рабочих зонах с нулевой петлей (без свободных участков между магнитными головками), например в МТЛ аппарата широкополосной аналоговой записи модели FR-2000 фирмы AMPEX (табл. 4). Временные искажения, возникающие от статических перекосов рабочих зазоров  $\Delta$  в блоках магнитных головок, при движении ленты со стандартными скоростями, приведены в табл. 5.

Таблица 4

Временные искажения между 1-й и 13-й дорожками записи на ленте, мкс	1,0	2,0	3,5	5	8	15	30
$v$ , см/с	304,8	152,4	76,2	38,1	19,05	9,53	4,76

**Эксплуатационные параметры.** Аппаратура магнитной записи эксплуатируется в различных условиях. Комплекс эксплуатационных условий состоит из климатических условий местности, где работает АМЗ, и механических воздействий объекта, где устанавливается аппаратура (корабль, самолет, автомашина и др.).

К климатическим воздействиям относят температуру окружающего воздуха, давление воздуха или газа, относительную влажность. Нормальными климатическими принято считать условия, когда температура окружающего воздуха  $20 \pm 5^\circ \text{C}$ , относительная влажность 50—80% и атмосферное давление 0,09—0,1 МПа (720—780 мм рт. ст.). При эксплуатации АМЗ в арктических и антарктических областях температура воздуха снижается до  $-70 \dots -80^\circ \text{C}$ , а при подъеме на высоту более 10 км — до  $-56^\circ \text{C}$ . Это приводит к уменьшению зазоров в подвижных звеньях (ведущих валах и их опорах, прижимных и обводных роликах МТЛ), вызывает сгущение смазочных веществ, увеличение моментов от сил трения в опорах и потребления энергии двигателями.

Свойство АМЗ сохранять параметры в заранее условленных пределах при пониженной температуре называется холодоустойчивостью. В экваториальных районах температура воздуха в тени повышается до  $+55^\circ \text{C}$ . Повышение температуры окружающей среды вызывает в МТЛ изменения зазоров и натягов, приводит к появлению дополнительных радиальных и осевых люфтов, а следовательно, и повышению биений ведущих валов, к вытеканию и испарению смазки из подвижных звеньев. Свойство АМЗ сохранять параметры в заранее установленных пределах при повышении температуры называется теплоустойчивостью.

При подъеме на высоту происходит уменьшение атмосферного давления, например, на высоте 5 км давление — около 0,05 МПа (350 мм рт. ст.), на 10 км — около 0,022 МПа (160 мм рт. ст.), 15 км — около 0,008 МПа (60 мм рт. ст.). При понижении давления окружающего воздуха в МТЛ может прекратиться транспортирование магнитной ленты вакуумным ведущим валом, работа вакуумных промежуточных накопителей ленты. На практике это явление устра-

Таблица 5

Δ, мкм	v, см/с								
	1,19	2,38	4,76	9,53	19,05	38,1	76,2	152,4	304,8
Временные искажения, мкс									
1	84,0	42,0	21,0	10,5	5,2	2,6	1,3	0,65	0,3
2	168,1	84,0	42,0	21,0	10,5	5,2	2,6	1,3	0,65
3	252,1	126,1	63,0	31,5	15,7	7,9	3,9	2,0	1,0
4	336,1	168,1	84,0	42,0	21,0	10,5	5,2	2,6	1,3
5	420,2	210,1	105,0	52,5	26,2	13,1	6,6	3,3	1,6
6	504,2	252,1	126,1	63,0	31,5	15,7	7,9	3,9	2,0
7	588,2	294,1	147,1	73,5	36,7	18,4	9,2	4,6	2,3
8	672,3	336,1	168,1	83,9	42,0	21,0	10,5	5,2	2,6
9	756,3	378,2	189,1	94,4	47,2	23,6	11,8	5,9	2,9
10	840,3	420,2	210,1	104,9	52,5	26,2	13,1	6,6	3,3
11	924,4	462,2	231,1	115,4	57,7	28,9	14,4	7,2	3,6
12	1008,4	504,2	252,1	125,9	63,0	31,5	15,7	7,9	3,9
13	1092,4	546,2	273,1	136,4	68,2	34,1	17,1	8,5	4,3
14	1176,5	588,2	294,1	146,9	73,5	36,7	18,4	9,2	4,6
15	1260,5	630,3	315,1	157,4	78,7	39,4	19,7	9,8	4,9
16	1344,5	672,3	336,1	167,9	84,1	42,0	21,0	10,5	5,2
17	1428,6	714,3	357,1	178,4	89,2	44,6	22,3	11,2	5,6
18	1512,6	756,3	378,1	188,9	94,5	47,2	23,6	11,8	5,9
19	1596,6	798,3	399,2	199,4	99,7	49,9	24,9	12,5	6,2
20	1680,7	840,3	420,2	209,9	105,0	52,5	26,2	13,1	6,5
21	1764,7	882,4	441,2	220,4	110,2	55,1	27,5	13,8	6,9
22	1848,7	924,4	462,2	230,8	115,5	57,7	28,9	14,4	7,2
23	1932,8	966,4	483,2	241,3	120,7	60,4	30,2	15,1	7,5
24	2016,8	1008,4	504,2	251,8	126,0	63,0	31,5	15,7	7,9
25	2100,8	1050,4	525,2	262,3	131,2	65,6	32,8	16,4	8,2
26	2184,9	1092,4	546,2	272,8	136,5	68,2	34,1	17,1	8,5
27	2268,9	1134,5	567,2	283,3	141,7	70,9	35,4	17,7	8,9
28	2352,9	1176,5	588,2	293,8	147	73,5	36,7	18,4	9,2
29	2437	1218,5	609,2	304,3	152,2	76,1	38,1	19	9,5
30	2521	1260,5	630,3	314,8	157,5	78,7	39,4	19,7	9,8
31	2605,0	1302,5	651,3	325,3	162,7	81,4	40,7	20,3	10,2
32	2689,1	1344,5	672,3	335,8	168	84	42	21,1	10,5
33	2773,1	1386,6	693,3	346,3	173,2	86,6	43,3	21,7	10,8
34	2857,1	1428,6	714,3	356,8	178,5	89,2	44,6	22,3	11,2
35	2941,2	1470,6	735,3	367,3	183,7	91,9	45,9	23,1	11,5
36	3025,2	1512,6	756,3	377,8	189	94,5	47,2	24,0	12
37	3109,2	1554,6	777,3	388,3	194,2	97,1	48,6	24,3	12,2
38	3193,3	1596,6	798,3	398,7	199,5	99,7	50	25	12,5
39	3277,3	1638,7	819,3	409,3	204,7	102,4	51,2	25,6	12,8
40	3361,3	1680,7	840,3	419,7	210	105	52,5	26,2	13,1
41	3445,4	1722,7	861,3	430,2	215,2	107,6	52,8	27	13,5
42	3529,4	1764,7	882,4	440,7	220,5	110,2	55,1	27,6	13,8
43	3613,4	1806,7	903,4	451,2	225,7	112,9	56,4	28,2	14,1
44	3697,5	1848,7	924,4	461,7	231	115,5	57,7	29,1	14,4
45	3781,5	1890,8	945,4	472,2	236,2	118,1	59,1	29,5	14,8
46	3865,5	1932,8	966,4	482,7	241,5	120,7	60,4	30,2	15,1
47	3949,6	1974,8	987,4	493,2	246,7	123,4	61,7	31	15,4
48	4033,6	2016,8	1008,4	503,7	252	126	63	31,5	15,7
49	4117,6	2058,8	1029,4	514,2	257,2	128,6	64,3	32,2	16,1
50	4201,7	2100,8	1050,4	524,7	262,5	131,2	65,6	33	16,4

няют, устанавливая МТЛ в герметичный контейнер с нормальным атмосферным давлением или заменяя вакуумные валы на обычные с прижимными роликами, а промежуточные накопители выполняя в виде рычажно-роликовых лабиринтов. Кроме того, при понижении давления ухудшается отвод тепла от нагревающихся электродвигателей, электромагнитов, блоков электроники, вследствие чего общая температура МТЛ повышается. При повышении давления воздуха или другого газа выходят из строя вакуумные ведущие валы и промежуточные накопители в МТЛ.

Согласно ГОСТ 16962—71\* воздействующие факторы (температура и давление) делятся для электронной техники, к которой относится АМЗ, на 15 степеней жесткости (табл. 6).

Таблица 6

Воздействующий фактор	Величина	Степень жесткости	Воздействующий фактор	Величина	Степень жесткости	
Температура воздуха или другого газа, °С при эксплуатации: верхнее значение	40	I	при хранении и транспортировании: верхнее значение	+50	I	
	45	II		+60	II	
	50	III		нижнее значение	-50	I
	55	IV			-60	II
	60	V			-85	III
	70	VI	Атмосферное давление: пониженное, МПа	0,07 0,05 0,026 0,011 0,001	I II III IV V	
	85	VII				
	100	VIII				
	125	IX				
	155	X				
	200	XI				
	250	XII				
	315	XIII				
	400	XIV				
	500	XV				
нижнее значение	+1	I	глубокопониженное, Па	566 133 13,3 0,13 0,00013	VI VII VIII IX X	
	-5	II				
	-10	III				
	-25	IV				
	-30	V				
	-40	VI				
	-45	VII				
	-60	VIII				
	-85	IX				

Количество влаги, содержащееся в воздухе при различных климатических условиях, может значительно отличаться. В областях умеренного климата относительная влажность составляет 65—70%, в пустынях — около 5—10%, в тропиках — до 95—98% при одновременном повышении температуры до +40° С. Морская аппаратура работает при влажности воздуха, близкой к тропической, кроме того, пары морской воды содержат соли тех веществ, которые растворены в морской воде. Аппаратура магнитной записи, например, полевая переносная, должна работать при непосредственном воздействии атмосферных осадков в виде дождя или снега, а иногда и в воде. Понижение температуры сопровождается выпадением воды на поверхности или внутри устройства. Подобное явление может происходить с самолетной АМЗ при попадании ее в туман (насыщенный влагой воздух), если температура аппарата ниже температуры воздуха. Повышенная влажность воздуха и непосредственное

Таблица 7

Относительная влажность		Продолжительность воздействия, мес	Степень жесткости
Верхнее значение	Среднее значение в наиболее теплый и влажный период		
80% при 25° С* и более низких температурах без конденсации влаги . . . . .	65% при 20° С	12	I
98% при 25° С* и более низких температурах без конденсации влаги . . . . .	80% при 20° С	2 6	II III
100% при 25° С* и более низких температурах с конденсацией влаги . . . . .	80% при 20° С	6	IV
100% при 25° С* и более низких температурах с конденсацией влаги . . . . .	90% при 20° С	12	V
98% при 35° С* и более низких температурах без конденсации влаги . . . . .	80% при 27° С	3 12	VI VII
100% при 35° С* и более низких температурах с конденсацией влаги . . . . .	90% при 27° С	12	VIII

\* При более высоких температурах относительная влажность ниже.

Таблица 8

Нагрузка	Частота, Гц	Максимальное ускорение, g	Длительность удара, мс	Степень жесткости		
Вибрационная	1...35	0,5	—	I		
	1...60	1	—	II		
	1...60	2	—	III		
	1...80	5	—	IV		
	1...100	1	—	V		
	1...200	5	—	VI		
	1...200	10	—	VII		
	1...600	5	—	VIII		
	1...600	10	—	IX		
	1...1000	10	—	X		
	1...2000	5	—	XI		
	1...2000	10	—	XII		
	1...2000	15	—	XIII		
	1...2000	20	—	XIV		
	1...3000	20	—	XV		
	1...5000	10	—	XVI		
	1...5000	20	—	XVII		
	1...5000	30	—	XVIII		
	1...5000	40	—	XIX		
100...5000	40	—	XX			
Ударная: многократная	—	15	2...15	I		
	—	40	2...10	II		
	—	75	2...6	III		
	—	150	1...3	IV		
	одиночная	—	4	40...00	I	
		—	20	20...50	II	
		—	75	2...6	III	
		—	150	1...3	IV	
		—	500	1...2	V	
		—	1000	0,2...1	VI	
		—	1500	0,2...0,5	VII	
		—	3000	0,2...0,5	VIII	
		Линейная (центробежная)	—	10	—	I
			—	25	—	II
—	50		—	III		
—	100		—	IV		
—	150		—	V		
—	200		—	VI		
—	500		—	VII		

воздействие атмосферных осадков приводят к появлению коррозии на металлах и их покрытиях, набуханию и деформации ферромагнитной ленты, ее залипанию на неподвижных элементах тракта МТЛ (стойках, головках и др.). Аппаратура, которая сохраняет параметры в заранее установленных пределах (с защитой или без нее) при работе в среде с повышенной относительной влажностью, называется влагоустойчивой. Согласно ГОСТ 16962—71\* относительную влажность делят на восемь степеней жесткости (табл. 7).

Кроме того, в районах тропического климата воздух бывает заражен микроорганизмами, которые вызывают плесень на органических материалах, например, на магнитной ленте. Это снижает

отдачу при воспроизведении и быстро разрушает ленту.

Аппаратура магнитной записи, устанавливаемая на подвижных объектах, часто работает под воздействием пыли и песка, что особенно опасно для МТЛ. При повышенной влажности и песке в атмосфере необходимы надежные герметичные контейнеры для АМЗ или кондиционеры в помещении, где ее устанавливают. На подвижных

объектах, например, автомашинах, самолетах, кораблях, АМЗ подвержена механическим воздействиям (вибрационные нагрузки, одиночные и многократные удары, линейные (центробежные) ускорения. На каждый элемент МТЛ действует сила  $F = mg$ , где  $m$  — масса;  $g$  — ускорение. При этом происходит деформация (одиночная или многократная) отдельных элементов МТЛ, изменяются параметры (скорость и равномерность движения ленты, частота вращения валов, маховиков и др.), выходят из строя отдельные элементы МТЛ и несущая плита механизма. Аппаратура магнитной записи, которая нормально выдерживает заданные параметры и выполняет свои функции при воздействии вибраций (с защитой или без нее), называется виброустойчивой. Аппаратура, которая может противостоять разрушающему действию длительных вибраций в заданном диапазоне частот и ускорений, а также действию ударов заданной величины и после этого нормально выполнять свои функции, называется вибропрочной и ударопрочной. Виброустойчивость АМЗ проверяется со всеми амортизаторами (если они есть) и под электрической нагрузкой со снятием рабочих параметров во всем заданном диапазоне частот, вибропрочность — на обнаруженных резонансных частотах без амортизаторов (если они есть в МТЛ, то их снимают)

Таблица 9

Аппаратура	Частота вибрации, Гц	Максимальные	
		вибрационное ускорение	ударная нагрузка, г
Автомобильная	2...80	4	10
Самолетная	3...400	10	10
Корабельная	5...35	2,5	12

при жестком креплении в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлениях. При этом источник питания АМЗ отключают и параметры не снимают. Согласно ГОСТ 16962—71\* вибрационные, ударные и линейные нагрузки разбиты на 20 степеней жесткости (табл. 8).

Максимальная ударная нагрузка для различной аппаратуры приведена в табл. 9.

Если перегрузки при вибрации и ударах превышают значения, допустимые для узлов и приборов, в конструкцию АМЗ или МТЛ вводят амортизаторы, устанавливаемые между корпусом аппарата и вибрирующим основанием. Удобство зарядки тракта МТЛ определяется выбранной кинематической схемой и конструктивным исполнением его узлов и декоративных элементов (крышек, фальшпанелей). Надежность — способность безотказно обеспечивать заданные техническими условиями параметры в течение всего гарантируемого срока работы. Надежность МТЛ определяется надежностью всех входящих в него узлов и деталей, условиями эксплуатации.

## Глава II

### РАСЧЕТ МЕХАНИЗМОВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЛЕНТЫ

#### 1. ОБЩИЙ И УПРОЩЕННЫЙ МЕТОДЫ РАСЧЕТА МЕХАНИЗМОВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЛЕНТЫ

Исследования колебаний скорости ленты в МТЛ, анализ причин их возникновения и распространения, а также возможности подавления привели к необходимости рассматривать МТЛ как сложную колебательную нелинейную систему. Любой трехмоторный МТЛ (см. рис. 1, а), можно рассматривать как некоторое сочетание инерционных элементов, соединенных между собой упругими звеньями. Например, приемный 16 и подающий 4 рулонные накопители соединены с ведущим валом 11 упругими участками ленты. Ведущий вал соединен с обводным роликом 8 через две упругие ветви ленты. В свою очередь, ведущий вал соединен с валом электродвигателя 20 через ременную передачу, которая также является упругим звеном. Кроме того, петля ленты между обводным роликом 8, магнитными головками 7 и 10 (рабочая зона) замыкается на ведущем валу упругим звеном — прижимными обрезиненными роликами 5 и 12.

Общим методом расчета динамики колебательной системы является классический метод составления и решения дифференциальных уравнений. Он трудоемкий и громоздкий вследствие решения большого количества уравнений и не отличается высокой точностью,



так как нельзя учесть все взаимосвязи звеньев МТЛ. Поэтому в инженерной практике применяют упрощенный метод математического статического расчета сил сопротивления рабочей зоны, усилий транспортирования магнитной ленты, мощности двигателей, времени пуска и остановки ленты, геометрических размеров ременной или фрикционной передач, геометрических зависимостей рабочих зон видеоблоков и др.

**Расчетные схемы механизмов.** В тракте МТЛ на магнитную ленту действуют силы движущие (транспортирования) и силы сопротивления. Движущие — это силы ведущего элемента (вала или зубчатого барабана). К силам сопротивления относятся силы трения ленты о магнитные головки (неподвижные и подвижные), направляющие стойки (цилиндрические или конусные), вакуумные направляющие камеры видеоблоков крупногабаритных видеомагнитофонов и направляющие барабаны видеоблоков малогабаритных видеомагнитофонов, в опорах направляющих и обводных роликах, силы гистерезисных потерь подтормаживающих роликов или бесконечных эластичных ремней. Эти силы непосредственно действуют на магнитную ленту. Кроме того, в МТЛ есть силы сопротивления в самих конструктивных элементах: силы трения в опорах вращения ведущих валов, прижимных роликов, потери на упругий гистерезис в материале этих роликов, приводных эластичных ремней и промежуточных паразитных роликов передачи ведущий вал — двигатель.

Силы, обеспечивающие необходимое взаимодействие (контакт) ленты с магнитными головками относят к функционально полезным и неизбежным, например, силы трения ленты о головки, силы гистерезисных потерь подтормаживающих роликов или ремней, создающие требуемое натяжение ленты в тракте рабочей зоны. Силы натяжения магнитной ленты до и после рабочей зоны МТЛ относят также к функционально полезным, так как они обеспечивают требуемую плотность намотки ленты на рулонные накопители. Все остальные силы, например, потери на трение в опорах всех вращающихся элементов, гистерезисные потери прижимных роликов, приводных ремней, направляющих элементов видеоблоков (частично) и другие относят к функционально вредным и стремятся их по возможности свести к минимуму.

Силы транспортирования ленты должны всегда превышать силы сопротивления движения в 1,5—3 раза, а иногда и в 6—8 раз\*.

Прежде чем приступить к расчетам отдельных элементов МТЛ, необходимо составить упрощенную расчетную схему, где видно

---

\* Для мгновенного управления скоростью вращения вала ведущих двигателей профессиональных видеомагнитофонов в системе следящего привода.

укрупненное распределение действующих сил и моментов на магнитную ленту на участках рабочей зоны, промежуточных и основных накопителей. При этом все расчетные кинематические схемы МТЛ можно разбить на пять групп.

В первой группе (рис. 4, а) силы сопротивления преодолеваются ведущим валом 2 только в рабочей зоне РЗ. Магнитная лента МЛ взаимодействует с головками МГ и за пределами рабочей зоны ее натяжение равно нулю, т. е.  $T_1 = T_4 = 0$ . Магнитная

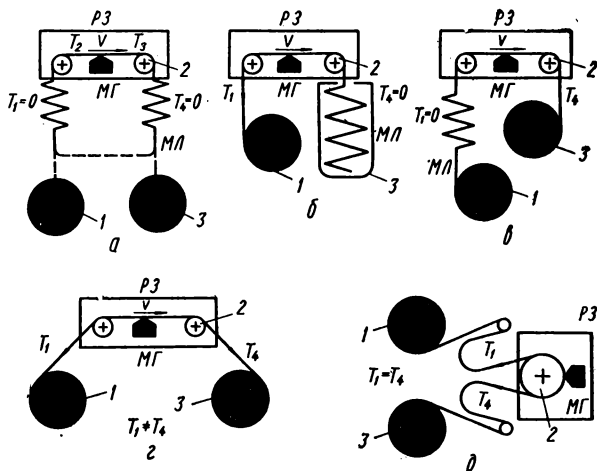


Рис. 4. Расчетные схемы МТЛ.

лента замыкается или в ненапряженных карманах (кольцевые циклические МТЛ) или в рулонных накопителях 1 и 3 (рулонные МТЛ). При этом силы сопротивления вращению ведущего вала 3  $F_B = F_{p.3}$ , где  $F_{p.3}$  — силы сопротивления рабочей зоны.

Во второй группе МТЛ (рис. 4, б), кроме сил сопротивления рабочей зоны, ведущему валу 3 приходится преодолевать силу натяжения магнитной ленты  $T_1$  со стороны падающего рулонного накопителя 1. При этом силы сопротивления вращению ведущего вала  $F_B = F_{p.3} + T_1$ .

В третьей группе МТЛ (рис. 4, в) ведущему валу 3 транспортировать магнитную ленту помогает сила натяжения ее  $T_4$  со стороны приемного накопителя 3. Натяжение ленты  $T_1$  перед рабочей зоной вследствие применения ненапряженного промежуточного накопителя равно нулю. При этом силы сопротивления вращению ведущего вала  $F_B = F_{p.3} - T_4$ .

В четвертой группе МТЛ (рис. 4, з), если натяжения ленты со стороны подающего 1 и приемного 3 рулонных накопителей не равны, т. е.  $T_1 \neq T_3$ , и не постоянны от начала к концу рулонов, то ведущему валу 3, кроме сил сопротивления рабочей зоны, приходится преодолевать силу разности натяжений подающего и приемного рулонов. При этом максимальная сила сопротивления вращению ведущего вала  $F_{в. макс} = F_{р. з} + (T_{1 макс} - T_{3 мин})$ , где  $T_{1 макс}$  и  $T_{3 мин}$  — соответственно максимальное и минимальное натяжение магнитной ленты подающего и приемного накопителей.

В пятой группе МТЛ (рис. 4, д) натяжения ленты со стороны обоих рулонных накопителей 1 и 3 равны и постоянны (стабилизированны) от начала к концу намотки, т. е.  $T_1 = T_3$ , поэтому ведущему валу 3 приходится преодолевать только силы сопротивления рабочей зоны, как и в первой группе:  $F_v = F_{р. з}$ . Для прецизионной современной АМЗ с рулонными накопителями наиболее экономично применять стабилизацию натяжения ленты со стороны обоих рулонов (рис. 4, д).

В расчетных схемах МТЛ были рассмотрены номинальные значения сил сопротивления вращению ведущего вала, которые на основании теоретических данных и практического опыта в зависимости от климатических и механических воздействий окружающей среды должны быть увеличены:  $F_{в. факт} = F_v K$ , где  $F_{в. факт}$  — фактическая сила сопротивления, принимаемая при выборе мощности приводных двигателей;  $K = 1, 5 \dots 3$  — коэффициент запаса.

**Расчет сил сопротивления в рабочей зоне.** Силы сопротивления движению магнитной ленты в рабочей зоне МТЛ состоят из сил: трения о неподвижные головки  $F_{м. г}$  и направляющие стойки  $F_{н. с}$ , о неподвижные барабаны или вакуумные направляющие видеоблоков, упругого гистерезиса материала эластичного слоя прижимного ролика (роликов) или прижимных ремней, в опорах вращения ведущего вала, обводных и направляющих роликов. При этом для МТЛ продольной записи — воспроизведения в общем виде силы сопротивления в рабочей зоне  $F_{р. з} = \sum (F_{м. г} + F_{н. с} + F_{г. рол} + F_{г. ремн} + F_{опор})$ , где  $F_{г. рол}$  — силы упругого гистерезиса прижимных роликов;  $F_{г. ремн}$  — силы упругого гистерезиса прижимных и подтормаживающих эластичных ремней;  $F_{опор}$  — силы трения в опорах вращения валов, роликов и др.

Для МТЛ видеоманитофонов поперечно-строчной записи к силам сопротивления рабочей зоны МТЛ продольной записи — воспроизведения добавляются силы трения ленты о вакуумную направляющую камеру  $F_{в. н. к}$  или другую, ее заменяющую, а также силы трения ленты о вращающиеся видеоголовки  $F_{м. г. вращ}$ :  $F'_{р. з} = F_{р. з} + F_{в. н. к} + F_{м. г. вращ}$ .

Для МТЛ видеомагнитофонов наклонно-строчной записи — воспроизведения трение о вакуумную направляющую камеру заменяется трением о неподвижный барабан видеоблока  $F_{н. бар}$ , который видеолента обхватывает на значительный угол (от 120 до 360°) по винтовой линии:  $F_{р. з}^* = F_{р. з} + F_{н. бар} + F_{м. г. вращ.}$

**Силы сопротивления на неподвижных магнитных головках и стойках.** В большинстве МТЛ продольной магнитной записи тракты движения магнитной ленты криволинейные (рис. 5, а) и пря-

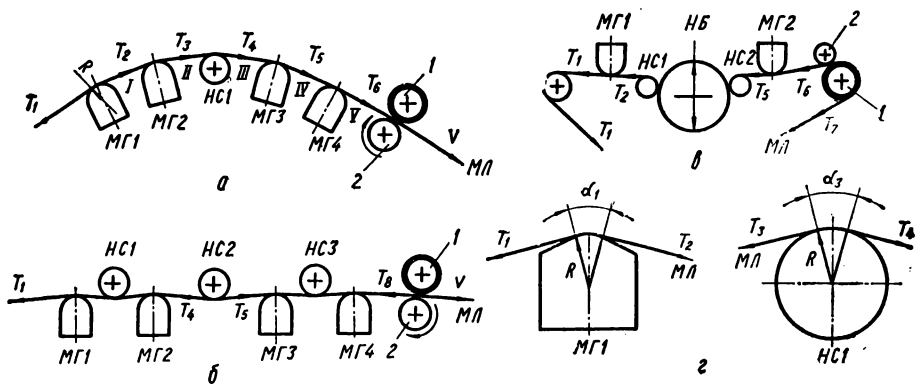


Рис. 5. Схемы действия сил сопротивления в рабочих зонах МТЛ:

а — криволинейный тракт ленты; б — прямолинейный тракт ленты; в — тракт ленты видеомагнитофона наклонно-строчной видеозаписи; г — тракт ленты на магнитной головке МГ1 и направляющей стойке НС1; 1 — прижимной ролик; 2 — ведущий вал.

молинейные (рис. 5, б). Магнитная лента МЛ по ходу движения обхватывает магнитные головки МГ1, МГ2, МГ3 и МГ4 и направляющие стоек НС1, НС2 и НС3 на определенные углы. Для магнитных головок угол обхвата выбирается от 15 до 25°, что при определенном натяжении магнитной ленты обеспечивает необходимое удельное давление  $q$ , Н/см<sup>2</sup>, на головки. Оптимальная величина удельного давления ленты на рабочую поверхность головки обеспечивает минимальную ПАМ при записи — воспроизведении и достаточную отдачу при воспроизведении сигнала. Величина удельного давления максимальна для толстых магнитных лент и минимальна для тонких (табл. 10). При одинаковых натяжениях обхватывающих ветвей ленты и углах обхвата головки удельное давление увеличивается с уменьшением радиуса рабочей поверхности последней (рис. 5, в), т. е. с уменьшением площади  $S$ , см<sup>2</sup>, контакта ленты с головкой:  $q = F/S$ , где  $F$  — сила нормального давления или результирующая натяжений обеих ветвей ленты, Н.

Таблица 10

Толщина ленты, мм	150	100	55	37	27	18	12(9)
$q, \text{Н/см}^2$	0,9...1	0,7...0,8	0,55...0,6	0,35...0,4	0,2...0,25	0,15...0,18	0,08...0,1

Для направляющих стоек угол обхвата выбирается от 5 до  $20^\circ$ , что является необходимым условием обеспечения элементарной поперечной устойчивости движущейся в тракте рабочей зоны магнитной ленты. Иногда угол обхвата направляющих стоек увеличивают до  $90^\circ$ , что нередко делается для МТЛ цифровой записи или наклонно-строчной видеозаписи (рис. 5, в). Для МТЛ наклонно-строчной двухголовочной видеозаписи угол обхвата направляющего барабана *НБ* видеоблока  $180^\circ$ , для одноголовочной —  $360^\circ$ , что значительно превышает углы обхвата элементов МТЛ продольной записи.

Натяжение магнитной ленты  $T_1$  перед первой магнитной головкой по ходу движения в тракте рабочей зоны  $T_1 = qbRe^{\alpha f}$ , где  $b$  — ширина магнитной ленты (площадки контакта ленты с головкой), см;  $R$  — радиус площадки контакта головки с лентой, см;  $f$  — коэффициент трения скольжения контактирующих элементов (рабочего слоя ленты с головкой);  $\alpha$  — угол обхвата головки магнитной ленты, рад;  $e \approx 2,72$ .

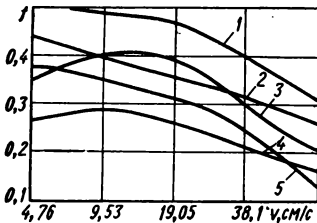


Рис. 6. График зависимости коэффициентов трения  $f$  от скорости движения различных типов магнитных лент: 1 — 6Л; 2 — РЕ-65; 3 — РЕ-41; 4 — АМРЕХ; 5 — И-2.

лента — головка (неподвижные стойки) натяжение ленты после последней головки приближенно определяем по формуле  $T_n = T_1 e^{(\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n) l_{\text{ср}}}$ , где  $f_{\text{ср}}$  — коэффициент трения, равный сумме всех коэффициентов, деленной на их количество.

Силы сопротивления (т. е. потери на трение) транспортированию магнитной ленты на неподвижных элементах тракта рабочей зоны определяются как разность между выходным и входным натяжениями, т. е. после последнего и перед первым элементами:  $F_{\text{м.г}} + F_{\text{в.с}} = T_n - T_1$ .

Приведенные выше зависимости сил трения ленты о неподвижные головки и стойки приняты без учета скорости движения. В действительности сопротивление тракта рабочей зоны несколько изменяется ввиду изменения коэффициентов трения (рис. 6), которые экспериментально были определены канд. техн. наук В. Т. Колищуком. С возрастанием скорости движения магнитной ленты коэффициент трения о неподвижные элементы уменьшается, уменьшаются и силы сопротивления транспортированию в тракте рабочей зоны.

**Потери на упругий гистерезис прижимных роликов и ремней.** В рабочей зоне ведущему валу, кроме рассмотренных ранее сил сопротивления движению ленты, приходится преодолевать еще и силы гистерезисного сопротивления прижимных роликов или прижимных бесконечных ремней. Силы гистерезисного сопротивления (упругий гистерезис) относятся к потерям энергии, затрачиваемой на внутреннее трение между части-

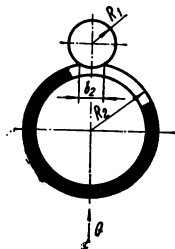


Рис. 7. Схема вальцевания эластичного слоя прижимного ролика.

цами эластичного материала прижимного ролика или ремня в результате изгиба, растяжения или сжатия при перемещении [15].

Момент от гистерезисной силы сопротивления вращения вала возникает при вальцевании эластичного слоя (резинового или полиуретанового) прижимного ролика при перекатывании его по цилиндрической поверхности вала (рис. 7) и определяется по формуле  $M_r = Qa$ , где  $Q$  — прижимное усилие ролика к ведущему валу, Н;  $a = b_2/4$  — коэффициент (плечо) трения качения, см;  $b_2 = 4 \sqrt{QqR}$  — ширина площадки контакта вала и прижимного ролика, см, которая зависит от упругости материалов ведущего вала и прижимного ролика, прижимного усилия и радиусов контактирующих поверхностей. Прижимное усилие ролика к ведущему валу  $Q = 1/\pi [(1 - \mu_1^2)/E_1 + (1 - \mu_2^2)/E_2]$ , где  $\mu_1$  и  $\mu_2$  — коэффициенты Пуассона материалов ведущего вала и прижимного ролика (из таблиц по материалам);  $E_1$  и  $E_2$  — модули упругости материалов ведущего вала и прижимного ролика (из таблиц по материалам), Па.

Допустимое удельное давление, Н/см<sup>2</sup>,  $q = Q/l$ , где  $l$  — длина прижимного ролика или его контактирующих поясков, см.

Приведенный радиус кривизны, см,  $R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$ , где  $R_1$  и  $R_2$  — радиусы ведущего вала и прижимного ролика, см.

Прижимное усилие обрезиненного ролика к ведущему валу определяется из условий исключения проскальзывания ленты в заданных условиях эксплуатации:  $Q = T_n \beta K / f$ , где  $T_n$  — натяжение магнитной ленты перед ведущим валом по направлению движения, Н;  $\beta = 2 \dots 3$  — коэффициент запаса сцепления фрикционной пары вал — прижимной ролик;  $K$  — коэффициент запаса, выбираемый равным 1,5 для легких условий эксплуатации, 2 — для средних и 3 — для жестких условий эксплуатации;  $f$  — коэффициент трения скольжения между лентой, прижимным роликом и ведущим валом.

Подставляя составляющие в первое выражение и преобразуя его, получаем выражение для момента сопротивления прижимного ролика, вызванного упругим гистерезисом эластичного его слоя

$$M_r = \frac{T_n K \beta}{f} \sqrt{\frac{T_n K \beta}{\pi l f} \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \left( \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \right)}.$$

Момент сопротивления одного прижимного ролика, вызванный упругим гистерезисом, составляет для аппаратуры, работающей в жестких условиях эксплуатации, от 0,8 до 1,1 Нсм при ширине магнитной ленты 25,4 мм. Это примерно в два раза превышает момент от сил сопротивления движению ленты по четырем магнитным головкам и направляющим стойкам для этой же ленты. Гистерезисные потери в прижимных эластичных ремнях состоят из гистерезисных потерь на растяжение  $F_{r.p}$  и гистерезисных потерь на изгиб  $F_{r.из}$ :  $F_r = F_{r.p} + F_{r.из}$ . В аппаратуре магнитной записи обычно применяют плоские прижимные ремни с небольшим кольцевым фиксирующим выступом. Формула зависимости гистерезисных потерь от геометрических размеров эластичного ремня, его упругих свойств и скорости движения магнитной ленты МТЛ впервые предложена инж. Л. Н. Шайтаном:

$$F_r = C_\alpha C_v \frac{v b d}{2} \left[ C_p \left( \Delta - \frac{1}{\Delta^2} \right)^2 + C_n \frac{n}{3} \left( \frac{d}{D + d} \right)^{0,46} \right],$$

где  $b$ ,  $d$  — соответственно высота и толщина прижимного ремня, см;  $D$ ,  $n$  — соответственно диаметр и количество обводных роликов, см;  $\Delta = l/l_0$  — относительное удлинение;  $l_0$ ,  $l$  — длина ремня соответственно в ненатянутом и натянутом состоянии, см;  $C_\alpha$ ,  $C_v$ ,  $C_p$  и  $C_n$  — коэффициент соответственно угла обхвата, скорости, потерь при растяжении и изгибе.

Поправочные коэффициенты гистерезисных потерь экспериментально выведены инж. Л. Н. Шайтаном и приведены в табл. 11.

Сумму всех сил сопротивления вращению ведущего вала приводим к валу через его радиус  $R_v$ , как момент сопротивления:  $M_v =$

$= (F_{м.г} + F_{н.с}) R_B K + M_G + M_{опор} K$ , где  $K = 1,5 \dots 3$  — коэффициент запаса.

При прямом приводе момент сопротивления ведущего вала определяется вращающим моментом ведущего двигателя:  $M_B = M_{вр.дв.}$  При косвенном приводе ведущего вала необходимый вращающий момент ведущего двигателя определяется по формуле  $M_{вр.дв.} = M_B / (i\eta)$ , где  $\eta$  — КПД механической передачи;  $i$  — передаточное отношение от ведущего двигателя к ведущему валу.

Наглядное распределение сил натяжения ленты в рабочих зонах, а также потери на трение на магнитных головках  $MG$ , направляющих стойках  $HC$ , натяжение ленты в зоне фрикционного контакта прижимного ролика с ведущим валом дает эпюра (рис. 8), предложенная автором. По вертикальной координатной оси откладываются натяжение ленты  $T_1$  по ходу ее движения до первой магнитной головки  $MG1$ , после нее  $T_2$  и так далее до ведущего вала  $T_6$ , например, для рабочей зоны по рис. 5,  $a$ . По горизонтальной координатной оси откладываются значения  $e^{\alpha_1 f_1}$ ,  $e^{\alpha_2 f_2}$ , ...,  $e^{\alpha_n f_n}$ . Утолщенной линией показана эпюра распределения натяжений ленты на головках в зависимости от углов обхвата  $\alpha$  и коэффициентов трения  $f$ . Горизонтальные отрезки  $I$ ,  $II$ ,  $III$ ,  $IV$ ,  $V$  между  $e^{\alpha_1 f_1}$ ,  $e^{\alpha_2 f_2}$ , ...,  $e^{\alpha_n f_n}$  соответствуют постоянному натяжению свободных участков ленты между головками, головками и ведущим валом. Разность между натяжениями ленты перед первой головкой  $MG1$  и после последней  $MG4$  показывает величину силы сопротивления (потерь) в рабочей зоне на неподвижных элементах  $F_{м.г} + F_{н.с}$ . В зоне контакта  $b_2$  с деформированного эластичного прижимного ролика и жесткого ведущего вала натяжение магнитной ленты возрастает до максимальной величины  $T_7$ , несколько дальше середины ( $b/2$ ), а затем резко уменьшается до

Таблица 11

Коэффициент	Марки эластичных материалов			
	В-14	НО-68-ИТС	98-ИТС	СКУ-ПФ
$C_p$	0,068	0,112	0,076	0,070
$C_{и}$	0,135	0,222	0,151	0,139
$C_o$	Скорость движения ленты, см/с			
	38,1	76,2	152,4	304,8
	1	1,07	1,17	1,32
$C_a$	Угол обхвата ведущего вала, рад			
	0,9076	1,0000	1,0821	1,1694
	0,97	1,00	1,03	1,06



величины  $T_8$  на выходе рабочей зоны. На рис. 9, а представлен случай, когда начальное натяжение ленты и конечное на выходе рабочей зоны равны друг другу от начала до конца рулонов, т. е.  $T_1 = T_8 = \text{const}$ .

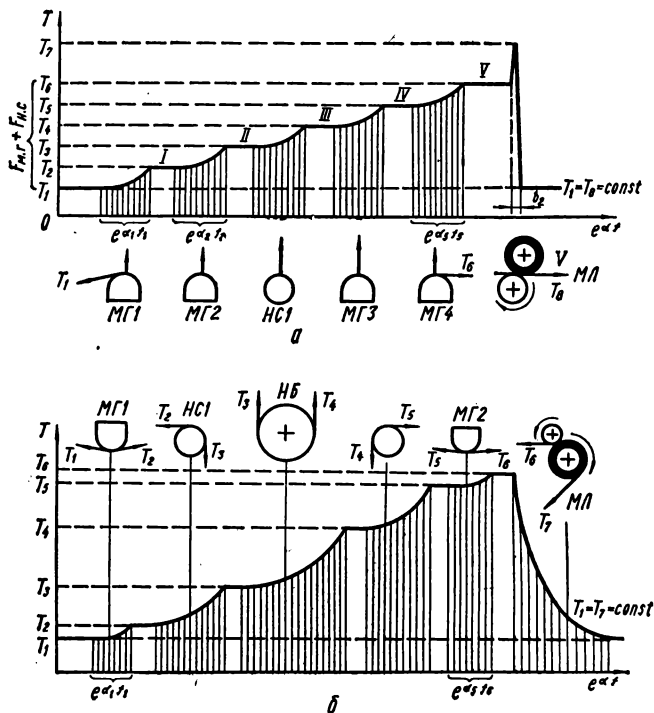


Рис. 8. Эпюра распределения натяжения магнитной ленты в рабочих зонах МТЛ:

а — продольной записи; б — наклонно-строчной видеозаписи.

Для МТЛ наклонно-строчной видеозаписи потери на неподвижных элементах тракта рабочей зоны по сравнению с МТЛ продольной записи резко увеличиваются, например, в 3 раза для схемы по рис. 5, в. Наибольшие потери и перепад натяжения магнитной ленты МЛ в этой рабочей зоне происходит на направляющем барабане НБ видеоблока, а также на двух направляющих стойках НС1 и НС2 (рис. 8, б). Натяжение магнитной ленты МЛ может достигать своих предельных значений, поэтому в рассмотренных рабочих зонах стремятся снизить до минимума коэффициенты трения рабочих поверхностей стоек и барабана.

Коэффициенты трения скольжения лент и контактирующих с ними материалов приведены в табл. 12, а значения  $e^f$  для различных углов обхвата  $\alpha$  и коэффициентов трения  $f$  наиболее встречающихся расчетных элементов (магнитных головок, направляющих стоек, барабанов тормозных устройств и др.) — в табл. 13.

**Расчет времени разгона механизма.** Различают три стадии движения МТЛ [39]: разгон или пуск, установившееся движение (транспортирование ленты с номинальной скоростью) и выбег или остановка (рис. 9). При пуске МТЛ угловая скорость звена привода (обычно вала ведущего двигателя) возрастает от нуля ( $\omega_1 = 0$ ) до скорости установившегося движения ( $\omega_2 = \omega_y$ ). Чтобы подвижные элементы МТЛ перешли из состояния покоя в режим установившегося движения, двигатель ведущего вала (звена привода) должен затратить работу за некоторый промежуток времени  $t$ , равную сумме всех приложенных к нему сил:

$$A_{в. дв} = A_{с. п} + A_{с. в} + \frac{J_{п} \omega_2^2}{2},$$

где  $A_{в. дв}$  — работа ведущего двигателя (движущие силы);  $A_{с. п}$  — работа сил полезных сопротивлений;  $A_{с. в}$  — работа сил вредных сопротивлений;  $J_{п}$  — момент инерции всей кинематической системы, приведенный к валу ведущего двигателя (звена привода).

При установившемся движении МТЛ вся работа движущих сил расходуется на преодоление сил полезных и вредных сопротивлений:

$$A_{в. дв} = A_{с. п} + A_{с. в}.$$

Ввиду того что большинство МТЛ имеет постоянный момент инерции всей кинематической системы, то уравнение движения ведущего двигателя запишем в виде

$$M_{в. дв} - M_{с} = \frac{J_{п} (\omega_2 - \omega_1)}{t},$$

где  $M_{в. дв}$  — момент ведущего двигателя;  $M_{с} = M_{с. п} + M_{с. в}$  — момент сил полезных и вредных сопротивлений;  $t$  — время разгона (пуска) механизма.

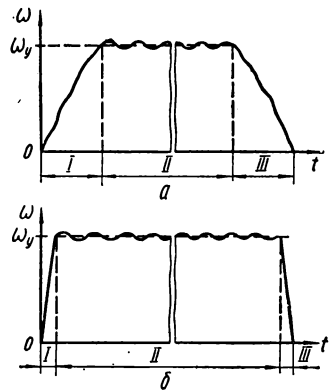


Рис. 9. К пояснению движения МТЛ (I — пуск, II — установившееся движение, III — остановка): а — без форсированных пуска и остановки; б — с форсированными пуском и остановкой.

Таблица 12

Тип ленты	Материал неподвижных элементов, (головок, стоек)	<i>f</i>	
		Рабочий слой	Основа ленты
6Л	Хромирование шлифованное	0,29	0,23
6Л	Никелевое покрытие	0,28	0,21
6Т	Сталь ХВГ	0,49	0,32
6Т	Дюраль Д16Т, глубокое анодирование	0,43	0,28
6ТЛ	Сталь Х18Н10Т	0,37	0,28
Т-1	Бронза	0,28	0,31
Т-6	»	0,27	0,36
Сигма	Латунь Л62	0,42	0,31
	Сплав 80НХС	0,6	0,42
РЕ-40	Бронза	0,35	0,36
РЕ-41	»	0,34	0,33
РЕ-65	»	0,41	0,42
Эмитейп	Сталь Х18Н10Т	0,32	0,28
	» ХВГ	0,35	0,27
	Дюраль Д16Т, глубокое анодирование	0,35	0,31
AMPEX 748	Бронза	0,4	0,3
Scotch 777	»	0,34	0,29
Video Philips	»	0,38	0,24

<i>f</i>	$\epsilon^{af}$ при								
	5	10	15	30	45	60	90	120	150
	при								
	0,08	0,17	0,26	0,52	0,78	1,04	1,57	2,09	2,61
0,1	1,01	1,02	1,03	1,05	1,08	1,11	1,17	1,23	1,30
0,15	1,01	1,02	1,04	1,08	1,13	1,17	1,27	1,36	1,47
0,18	1,01	1,03	1,05	1,09	1,15	1,21	1,32	1,46	1,6
0,2	1,02	1,03	1,06	1,11	1,17	1,23	1,36	1,52	1,68
0,25	1,02	1,04	1,07	1,14	1,22	1,3	1,47	1,68	1,92
0,3	1,03	1,05	1,08	1,17	1,27	1,35	1,60	1,88	2,2
0,35	1,03	1,06	1,09	1,20	1,32	1,45	1,73	2,08	2,51
0,4	1,03	1,07	1,11	1,23	1,36	1,52	1,89	2,32	2,86
0,45	1,04	1,08	1,13	1,27	1,42	1,60	2,03	2,56	3,25
0,5	1,04	1,09	1,14	1,30	1,49	1,68	2,19	2,86	3,71
0,55	1,05	1,10	1,15	1,34	1,54	1,79	2,36	3,16	4,22
0,6	1,05	1,11	1,17	1,37	1,60	1,88	2,56	3,53	4,81

Из этого выражения время разгона МТЛ

$$t = \frac{J_{\text{п}} (\omega_2 - \omega_1)}{M_{\text{в. д.в.}} - (M_{\text{с. п.}} + M_{\text{с. в.}})}$$

Момент инерции МТЛ состоит в общем виде из моментов инерции ведущего двигателя, маховика и ведущего вала, плотных рулонов приемного и подающего накопителей, устройств их крепления и приводных электродвигателей, прижимных, направляющих и обводных роликов, инерционных роликов механических фильтров и др. Если применять разгон МТЛ из состояния покоя всех этих элементов (рис. 9, а), то согласно выше приведенной зависимости время пуска будет больше, чем для МТЛ, где часть инерционных элементов (слагаемые числителя) находится уже в состоянии установившегося движения, что характерно для дежурного режима (подробнее будет сказано дальше). Время пуска в большинстве МТЛ аппаратуры точной магнитной записи, где в ведущих узлах применяются синхронные электродвигатели,

$$t = \frac{J}{a} \ln \frac{a\omega_c + b - M_c}{b - M_c}$$

Таблица 13

α, град										
180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	540
α, рад										
3,14	3,66	4,18	4,71	5,23	5,75	6,28	6,8	7,33	7,85	9,42
1,37	1,45	1,52	1,6	1,68	1,79	1,18	1,97	2,08	2,2	2,56
1,60	1,73	1,88	2,03	2,2	2,36	2,56	2,77	3	3,25	4,1
1,77	1,93	2,12	2,34	2,56	2,83	3,1	3,39	3,74	4,10	5,42
1,88	2,08	2,32	2,56	2,86	3,16	3,53	3,9	4,31	4,81	6,62
2,20	2,51	2,86	3,25	3,71	4,22	4,81	5,47	6,23	7,1	10,59
2,56	3	3,53	4,1	4,81	5,64	6,55	7,96	9,03	10,59	16,95
3	3,6	4,35	5,21	6,23	7,54	9,03	10,81	13,07	15,64	27,11
3,53	4,35	5,37	6,55	8,08	9,97	12,31	15,18	18,73	23,1	43,38
4,10	5,21	6,55	8,33	10,59	13,33	16,94	21,33	27,11	34,12	69
4,81	6,23	8,08	10,59	13,74	17,81	23,1	29,96	39,25	50,4	109,95
5,64	7,54	9,97	13,33	17,81	23,81	31,82	42,1	54,6	73,7	181,27
6,55	9,03	12,31	16,95	23,1	31,82	43,38	60,34	81,45	109,95	298,87

где  $J$  — момент инерции всего механизма с учетом моментов маховика и ротора двигателя, приведенный к валу двигателя;  $\omega_c$  — угловая скорость, которую должен иметь двигатель в конце разгона (синхронная скорость), рад/с;  $M_c$  — приведенный момент сил сопротивления механизма;  $a = (M_p - M_n)/\omega_c$  и  $b = M_n$  — коэффициенты масштаба;  $M_n$  и  $M_p$  — пусковой и рабочий (номинальный) момент двигателя, Н·см, которые можно определить из графика упрощенной механической характеристики синхронного ведущего двигателя (рис. 10), где вращающий момент двигателя в процессе разгона  $M_{в. д.в.} = a\omega + b$ .

Если в результате расчета оказалось, что время разгона механизма больше заданного, то в зависимости от назначения аппаратуры следует либо ввести форсированный пуск, либо выбрать более мощный ведущий двигатель, либо несколько уменьшить моменты инерции отдельных элементов кинематической схемы МТЛ (маховиков, шкивов, инерционных роликов и др.).

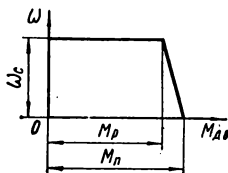


Рис. 10. Упрощенная механическая характеристика синхронного ведущего двигателя.

Дежурный (ждущий) режим работы МТЛ осуществляется при отведенных от ведущего вала (валов) прижимных роликах (ролика), когда при установившейся скорости вращения ведущего вала момент ведущего двигателя расходуется на преодоление вредных сил сопротивления опор вращения ведущего вала и ротора двигателя (рис. 9, б). Если применяются опоры качения (шарикоподшипники), то практически эти силы минимальны и при расчетах можно ими пренебрегать, а если это опоры скольжения, то силы вредного сопротивления необходимо учитывать. При пуске МТЛ из дежурного режима общий приведенный момент инерции всей кинематической системы  $J_{п. деж}$  меньше на величину приведенных моментов инерции ведущего двигателя  $J_{в. д.в.}$ , ведущего вала  $J_{в. вал}$  и его маховика  $J_{макс}$ :  $J_{п. деж} = J_{п.} - (J_{в. д.в.} + J_{в. вал} + J_{макс})$ .

Как видно из предыдущих выражений, время разгона МТЛ из дежурного режима при этом будет значительно меньше, особенно если учесть, что эти моменты инерции составляют значительную (от 30 до 70%) часть от общего приведенного момента инерции. Кроме того, при расчете общего приведенного момента инерции необходимо учитывать расчетные схемы МТЛ (см. рис. 4). Для МТЛ с промежуточными уравновешенными накопителями (см. рис. 4, д) приведенный момент инерции рассчитывается только для рабочей зоны. Для МТЛ старт-стопных режимов (см. рис. 4, а), где также используется дежурный режим ведущего вала 2, приведенный момент инерции  $J_{п.} \approx 0$ , а энергия ведущего двигателя при пуске рас-

ходуется только на преодоление сил полезного (магнитные головки) и вредного (направляющие стойки, прижимные ролики, опоры вращения) сопротивлений. Для МТЛ с неуравновешенным натяжением ленты от обоих накопителей 1 и 3 (см. рис. 4, з) при расчете приведенного момента инерции необходимо учитывать и моменты инерции накопителей, их двигателей и др. Время пуска МТЛ можно уменьшить кратковременным увеличением питающего напряжения или тока или введением между рабочей зоной и рулонными накопителями промежуточных накопителей и применением дежурного режима работы (старт-стопные МТЛ). Время свободной остановки (выбега) уменьшают торможением, т. е. увеличением работы вредных сопротивлений.

Определив расчетные схемы МТЛ и общие действующие силы полезных и вредных сопротивлений, потери на упругий гистерезис, моменты инерции и время пуска, можно приступить к расчету элементов отдельных узлов (прижимные ролики, натяжения в рабочих зонах и др.).

## 2. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ МТЛ

**Расчет узла прижимного ролика и прижимного ремня.** В механизмах транспортирования для обеспечения надежного фрикционного сцепления ленты с ведущим валом применяются прижимные ролики и реже (в основном в бортовой аппаратуре) прижимные эластичные плоские ремни. Транспортирование магнитной ленты основано на фрикционном контакте ведущего вала с лентой и ленты с прижимным роликом (рис. 11, а), когда высота ролика  $h$  равна ширине ленты  $b$ . Если высота прижимного ролика больше ширины магнитной ленты (рис. 11, б), то к первому варианту добавляется еще фрикционное сцепление ведущего вала с двумя поясками  $C$  прижимного ролика. Общая высота прижимного ролика при этом  $h = b + 2C$ . Когда  $h = b$ , лента транспортируется, в основном, трением, возникающим за счет большого усилия прижима  $Q$ . Усилие транспортирования при этом  $T_{\text{тр}} = T_2 - T_1$ , где  $T_1$ ,  $T_2$  — натяжение соответственно набегающей и сбегавшей ветви ленты.

Если коэффициент трения покоя между ведущим валом и лентой обозначить  $f_1$  и считать его постоянным по всей зоне  $II$  контакта, получим условие устойчивого сцепления:  $T_{\text{тр}} < f_1 Q$ .

При соблюдении этого условия согласно теории фрикционных передач лишь на части зоны контакта происходит местное упругое проскальзывание, которое сосредоточено в зоне входа  $A$  и в зоне выхода  $B$  из контакта [122] (рис. 11, в и 12, а). При достижении предела сцепления и далее, когда  $T_{\text{тр}} \geq f_1' Q$ , проскальзывание начнется по всей зоне контакта  $II$  и сцепление будет нарушено.

В этом случае скорость скольжения зависит от  $T_{тр}$ . При установившейся (от 3 до 5%) скорости скольжения, большей чем допускается на практике (от 0,5 до 3%), процесс транспортирования будет определяться коэффициентом трения скольжения  $f'_1$ . Скорость ленты крайне неустойчива. Вследствие того, что сцепление ленты с ведущим валом ограничено коэффициентом трения  $f_1$ , устойчивая передача движения ленты происходит лишь в узком диапазоне

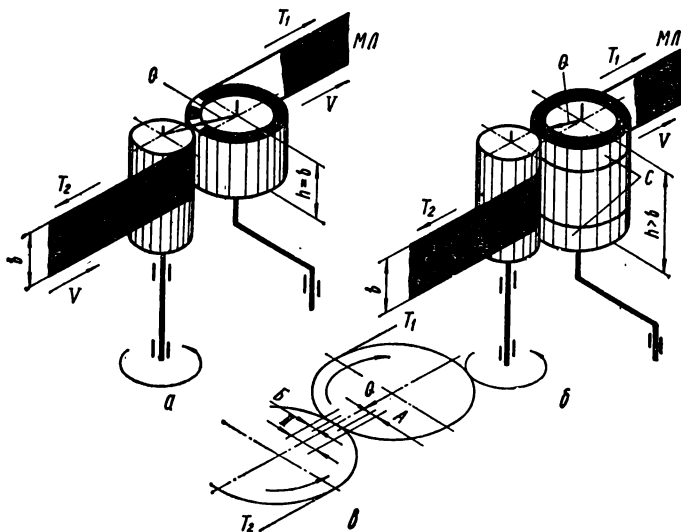


Рис. 11. Механизм фрикционного транспортирования магнитной ленты (а, б) и фрагмент зоны контакта ведущего вала с прижимным роликом (в).

усилий  $T_{тр}$ . Так как  $f'_1 < f_1$ , переход от сцепления к скольжению происходит при больших значениях абсолютной величины  $T_{тр}$ , чем обратный переход от скольжения к сцеплению.

Для МТЛ бытового кассетного магнитофона была снята экспериментальная кривая зоны контакта  $I$  (рис. 12, б). Устойчивое упругое скольжение номинальной скорости движения ленты  $\Delta v = \pm 1\%$  находится в диапазоне сил сопротивления (натяжения ленты) 0,3—0,53 Н при прижимном усилии  $Q = 6$  Н.

В узле (рис. 11, б), где магнитная лента приводится в движение ведущим валом и высоким прижимным роликом, процесс транспортирования усложняется, так как возникает необходимость учета трения на трех поверхностях контакта: между валом и лентой, между прижимным роликом и лентой, между валом и поясками  $C$  прижим-

ного ролика. Усилие транспортирования при этом передается ленте от ведущего вала и прижимного ролика, который приводится также через пояски  $C$  от ведущего вала. Общее усилие прижима  $Q$  складывается на составляющие  $P_1$ , приложенную к ленте, и  $P_2$ , приложенную непосредственно к ведущему валу:  $P_1 = bQ/h$ ;  $P_2 = (h-b)Q/h$ . Сцепление между элементами транспортирования будет определяться коэффициентами трения покоя:  $f_1$  — между лентой

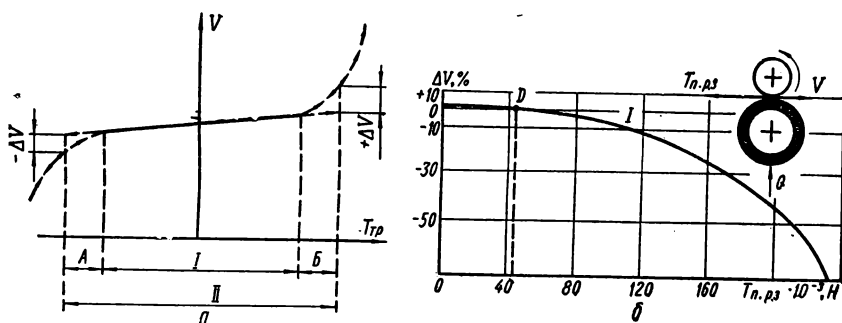


Рис. 12. График зависимости скорости скольжения магнитной ленты  $v$  узла фрикционного транспортирования от сил сопротивления (потерь) рабочей зоны  $T_{п.р.з}$  при постоянном прижимном усилии  $Q$  (точка  $D$  соответствует минимальному скольжению скорости):  
 а — теоретический (от изменения усилия транспортирования); б — экспериментальный (от изменения потерь в рабочей зоне  $T_{п.р.э}$ ).

и ведущим валом,  $f_2$  — между лентой и прижимным роликом и  $f_3$  — между прижимным роликом (поясками  $C$ ) и ведущим валом.

Возможны два случая нарушения сцепления магнитной ленты с элементами транспортирования. В первом случае может произойти нарушение сцепления между лентой и ведущим валом с прижимным роликом, хотя последние остаются в контакте. Фрикционное сцепление ведущего вала с прижимным роликом можно считать абсолютно жестким и условие сцепления выражается неравенством  $T_{тр} < Qb(f_1 + f_2)/h$ . Во втором случае может произойти нарушение сцепления как между лентой и ведущим валом, так и между валом и прижимным роликом. Магнитная лента и прижимной ролик остаются при этом в контакте. Сцепление ленты с прижимным роликом можно считать абсолютно жестким, если условие сцепления выражается неравенством  $T < Q[f_3 + b(f_3 - f_1)/h]$ .

Работу узла транспортирования можно пояснить с помощью графика (рис. 13, а), где по вертикальной оси отложено отношение усилия транспортирования к прижимному усилию  $T_{тр}/Q$ , а по



горизонтальной — отношение  $b/h$  (слева направо) и  $(h - b)/h$  (справа налево). Согласно первому случаю жесткого сцепления вала и прижимного ролика получаем прямую  $OB$  (зона I), согласно второму случаю жесткого сцепления ленты с прижимным роликом — прямую  $DC$  (зона II). В точке  $A$ , реализации максимального усилия транспортирования, пересекаются обе прямые и справедливо следующее соотношение:  $bf_2 = (h - b)f_3$ . Если  $f_3 > f_2$ , в схеме с высоким прижимным роликом может передаваться большее транспортирующее

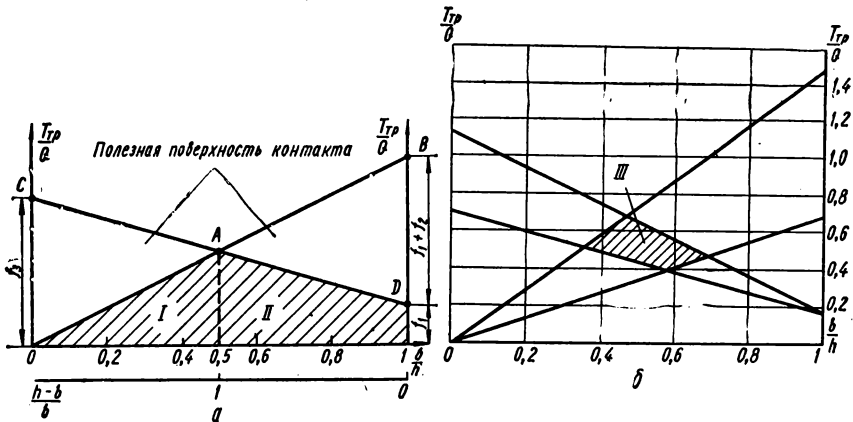


Рис. 13. К определению оптимальных условий работы фрикционного узла транспортирования при высоком прижимном ролике:

$a$  — диаграмма передаточных усилий (в заштрихованной области узел работоспособен);  $b$  — экспериментальные кривые соотношений передаточных усилий (заштрихованная область соответствует оптимальной зоне работы узла и максимальному КПД).

щее усилие, чем в схеме с равновысоким роликом. Оптимальный режим работы прижимного ролика (рис. 13, б) при  $b/h = 0,4 \dots 0,6$  и  $T_{гр}/Q \approx 0,4 \dots 0,6$ . При этом максимальный КПД прижимного устройства с обрезиненным роликом составляет 30%. Заштрихованная область III является оптимальной зоной работы прижимного устройства с высоким прижимным роликом. Низкие (узкие) прижимные ролики обеспечивают более равномерное натяжение ленты в зоне контакта и рабочей зоне, обеспечивают минимальные габариты узла транспортирования по высоте, но создают большее скольжение  $s$  скорости транспортирования ленты при одинаковом прижимном усилии. Высокие прижимные ролики обеспечивают значительно меньшее скольжение скорости в узле транспортирования ленты при одинаковом прижимном усилии, обеспечивают такую же равномерность натяжения ленты по ширине с применением специальных кольцевых проточек по обоим краям ленты, но при этом увеличиваются размеры узла по высо-

те, хуже работают с толстыми лентами (55 мкм и выше) и твердыми резиновыми покрытиями, например В-14, так как пояски С могут даже потерять контакт с ведущим валом. Высокие прижимные ролики, кроме того, обеспечивают лучшую самоустановку по ведущему валу и меньшие поперечные перемещения ленты в зоне контакта взаимодействующих элементов (вала и ролика).

Аналитические зависимости для рабочих зон с прижимными эластичными ремнями для четырех возможных вариантов узлов транспортирования впервые предложил инж. Л. Н. Шайтан.

В первом варианте (рис. 14) ширина прижимного ремня  $H = b$  и угол обхвата  $\alpha$  ведущего вала  $I$  лентой равен углу обхвата прижимным ремнем (лента  $MЛ$  идет по траектории  $I$  со скоростью  $v$ ). Сила натяжения прижимного ремня  $P = (T_1 - T_2 e^{\alpha f_1}) / (e^{\alpha f_1} - 1)$ , где  $T_1$  — сила натяжения ленты в набегающей ветви (после блока магнитных головок);  $T_2$  — сила натяжения ленты в сбегавшей ветви (после ведущего вала со стороны приемного накопителя);  $f_1$  — коэффициент трения между поверхностями ленты и ведущего вала. Во втором варианте угол обхвата  $\alpha_3$  ведущего вала  $I$  магнитной лентой  $MЛ$  превышает угол обхвата  $\alpha$  прижимным ремнем  $З$  (траектория ленты  $II$ ), в результате чего увеличиваются фрикционная связь ленты с валом и сила транспортирования ленты  $T_1$ . Сила натяжения прижимного ремня  $P = (T_1 - T_2 e^{\alpha_3 f_1}) / (e^{f_1(\alpha_3 - \alpha_1)} - e^{f_1(\alpha_3 - \alpha_2)})$ , где  $\alpha_1$  — угол обхвата лентой ведущего вала до зоны ее контакта с прижимным ремнем;  $\alpha_2 = \alpha_1 + \alpha$ .

В третьем варианте  $H > b$ , а угол обхвата лентой  $\alpha$  ведущего вала  $I$  равен углу обхвата прижимным ремнем  $З$ , который размещен на двух обводных роликах  $2$  и  $4$ . Оптимальное условие транспортирования ленты выбирается из соотношения коэффициентов трения:  $b/H = f_3 / (f_2 + f_3)$ ;  $K = (f_1 + f_2) / f_1$ , где  $f_2$  — коэффициент трения между прижимным ремнем и магнитной лентой;  $f_3$  — коэффициент трения между прижимным ремнем и ведущим валом. Сила транспортирования магнитной ленты образуется контактирующими

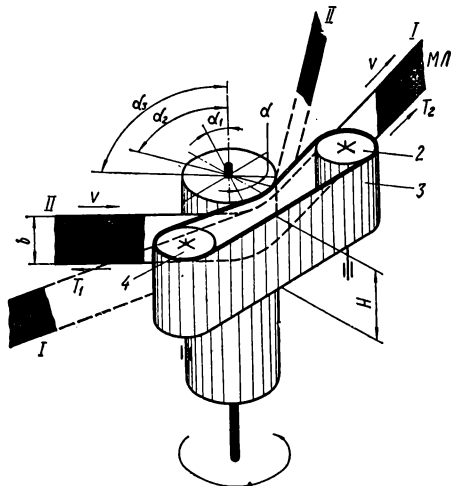


Рис. 14. Механизм фрикционного транспортирования магнитной ленты с прижимным эластичным ремнем.

поверхностями ведущий вал 1 — магнитная лента и прижимной ремень — магнитная лента. Сила натяжения прижимного ремня  $P = [(T_1 - T_2 e^{\alpha f_1}) H] / [(e^{\alpha f_1} - 1) b K]$ .

В четвертом варианте угол обхвата  $\alpha_3$  лентой ведущего гала превышает угол обхвата вала прижимным ремнем  $\alpha$ , остальное —

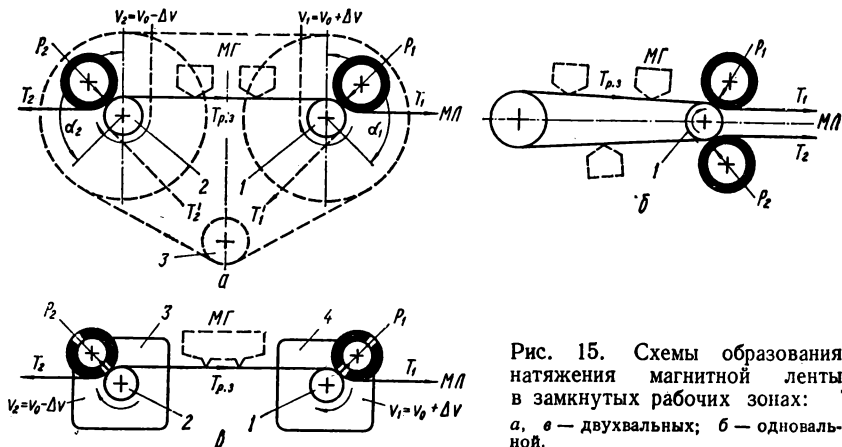


Рис. 15. Схемы образования натяжения магнитной ленты в замкнутых рабочих зонах: а, б — двухвальных; в — одновальной.

аналогично предыдущему варианту. Сила натяжения прижимного ремня  $P = \{(T_1 - T_2 e^{\alpha f_1}) H\} / \{[e^{f_1(\alpha_3 - \alpha_1)} - e^{f_1(\alpha_3 - \alpha_2)}] K b\}$ .

**Расчет натяжения и скорости движения магнитной ленты в замкнутых рабочих зонах.** В современных МТЛ точной АМЗ наиболее распространены замкнутые одно-, двух- и реже трехвальные рабочие зоны. Обозначив номинальную скорость ведущего вала  $v_0$ , натяжения магнитной ленты по ходу движения до ведущего вала  $T_2$ , а после вала или после второго вала  $T_1$ , рассмотрим четыре варианта выполнения рабочих замкнутых зон [122]. В двухвальной замкнутой рабочей зоне (рис. 15, а) окружная скорость правого тянущего ведущего вала 1  $v_1 = v_0 + \Delta v$ , подающего левого 2  $v_2 = v_0 - \Delta v$ . Постоянная составляющая скорости  $\Delta v$  возникает вследствие разности натяжений набегающей и сбегающей ветвей на вал двигателя 3 общего приводного эластичного ремня (эффект Эйлера) и неодинаковости рабочих диаметров ведущих валов 1 и 2 (разброс допусков на изготовление). При этом скорости транспортирования магнитной ленты МЛ каждым из ведущих валов запишем в виде:  $v_1 = (v_0 + \Delta v) [1 + C_1 (T_1 - T_{р.з})]$ ;  $v_2 = (v_0 -$

—  $\Delta v [1 + C_2 (T_{p.з} - T_2)]$ , где  $T_{p.з}$  — натяжение магнитной ленты внутри рабочей зоны;  $C_1 = s_1 / (P_1 f)$  и  $C_2 = s_2 / (P_2 f)$  — постоянные коэффициенты фрикционного скольжения правого и левого узлов контакта ленты с ведущими валами, выведенные автором на основе теории ременных передач;  $P_1$  и  $P_2$  — выбираемые прижимные усилия подвода ленты к ведущим валам соответственно 1 и 2;  $s_1$  и  $s_2$  — упругое скольжение в зоне контакта ленты с ведущими валами;  $f$  — коэффициент трения ленты с ведущим валом (единственный для варианта с узким прижимным роликом и приведенный для варианта с высоким прижимным роликом). Если рабочая зона нереверсивная, то поверхность ведущего вала 1 выполняется шероховатой, а подающего 2 гладкой, и вводят в выражения для определения  $C_1$  и  $C_2$  различные коэффициенты трения  $f_1$  и  $f_2$ . Натяжение магнитной ленты внутри рабочей зоны  $T_{p.з}$  определяется разностью скоростей транспортирования правого и левого ведущих валов при выделении известных и неизвестных в отдельные группы и совместного решения общего уравнения:

$$T_{p.з} = \frac{v_0 (C_1 T_1 + C_2 T_2) + \Delta v (2 + C_1 T_1 - C_2 T_2)}{v_0 (C_1 + C_2) + \Delta v (C_1 - C_2)}.$$

При этом фактическая скорость ленты внутри рабочей зоны

$$v_{\text{факт}} = \frac{(v_0^2 - \Delta v^2) (C_1 + C_2)}{v_0 (C_1 + C_2) + \Delta v (C_1 - C_2)} \left[ 1 + \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} (T_1 - T_2) \right].$$

Это выражение скорости движения ленты внутри рабочей зоны существенно зависит от соотношения коэффициентов продольного фрикционного скольжения  $C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$ .

Для второго варианта замкнутой рабочей зоны (рис. 15, б), где применяется один ведущий вал 1, постоянная скорости, присущая только двум ведущим валам, равна нулю ( $\Delta v = 0$ ), так как одна рабочая поверхность ведущего вала имеет только одну окружную скорость  $v_0$ . При этом, если из предыдущих выражений исключить  $\Delta v$ , получим для одновальной рабочей зоны:

$$T_{p.з} = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2}{C_1 + C_2};$$

$$v_{\text{факт}} = v_0 \left[ 1 + \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} (T_1 - T_2) \right].$$

Если  $P_1 = P_2$ ;  $f_1 = f_2$ , то и  $s_1 = s_2$ . Тогда натяжение ленты внутри рабочей зоны будет равно среднеарифметическому натяжению ленты до и после ведущего вала 1:  $T_{p.з} = (T_1 + T_2) / 2$ . Продольное скольжение ничтожно мало, когда  $C_1 = C_2$  и  $T_1 = T_2$ , разности скоростей

в подающей и тянущей ветвях замкнутой петли нет. Натяжение при этом в петле падает до нуля, и рабочая зона становится неработоспособной. Падение натяжения в замкнутой одновальной рабочей зоне происходит особенно резко, если  $T_1 < T_2$ . Поэтому для одновальной замкнутой рабочей зоны необходимым условием работоспособности является большее фрикционное сцепление ленты с ведущим валом в тянущей ветви, чем в подающей, что обеспечивается: большим прижимным усилием ( $P_1 > P_2$ ), большим коэффициентом трения ( $f_1 > f_2$ ), т. е. высоким и низким прижимными роликами, большей площадью контакта ленты с ведущим валом, т. е. мягким и твердым прижимными роликами.

В двухвальной замкнутой рабочей зоне (рис. 15, в) с двумя независимыми двигателями 3 и 4, обеспечивающими высокую стабильность натяжения и скорость движения ленты выбираются одинаковые прижимные усилия и соответственно коэффициенты  $C_1 = C_2 = C$ . При этом  $\Delta v \neq 0$ , а натяжение ленты внутри замкнутой петли

$$T_{p.з} = (T_1 + T_2)/2 + \Delta v/v_0 [1/C + (T_1 - T_2)/2].$$

Фактическая скорость для этой замкнутой рабочей зоны

$$v_{\text{факт}} = (v_0^2 - \Delta v^2) \{1 + C/[2(T_1 - T_2)]\}/v_0.$$

Четвертый вариант замкнутой рабочей зоны (рис. 15, а) представляет модификацию первого варианта, где вместо прижимных роликов применен глубокий охват лентой (от 120 до 180°) обоих ведущих валов 1 и 2 (показаны входной и выходной участки ленты штриховой линией). Натяжения ленты до и после ведущих валов  $T'_1 = T'_2 = T'$ . Рабочие поверхности ведущих валов имеют высокий коэффициент трения  $f$  с магнитной лентой (около 0,4 . . . 0,6), что достигается выполнением их или шероховатыми или покрытыми тонким слоем высококачественной резины. Для этой рабочей зоны применен поверхностный контакт ленты с ведущим валом. Коэффициенты фрикционного скольжения запишем в виде:

$$C_1 = s_1/[T' (e^{\alpha_1 f} - 1)]; \quad C_2 = s_2/[T' (e^{\alpha_2 f} - 1)].$$

Натяжение ленты внутри замкнутой рабочей зоны при этом

$$T_{p.з} = \{v_0 T' (C_1 + C_2) + \Delta v [2 + T' (C_1 - C_2)]\} / \{v_0 (C_1 + C_2) + \Delta v (C_1 - C_2)\}.$$

При одинаковых натяжениях ленты до и после ведущих валов, одинаковых коэффициентах трения в зоне поверхностного контакта и присутствии весьма минимальной постоянной составляющей скорости ( $\Delta v = 0$ ) стабильное натяжение внутри замкнутой петли этой рабочей зоны можно обеспечить за счет различных углов обхвата лентой ведущих валов, причем необходимо, чтобы  $\alpha_1 > \alpha_2$ .

### 1. МЕХАНИЗМЫ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЛЕНТЫ С КОЛЬЦЕВЫМИ НАКОПИТЕЛЯМИ

Качество записи — воспроизведения информации зависит от взаимодействия ленты с магнитными головками, которое осуществляется в МТЛ, где при заданном движении одного или нескольких звеньев относительно любого из них, принятого за неподвижное, все остальные совершают однозначно определенные движения, например, движение магнитной ленты и всех подвижных звеньев относительно неподвижных магнитных головок. Взаимодействие ленты с головками осуществляется в рабочей зоне, которая представляет участок из общего тракта ленты с конструктивными

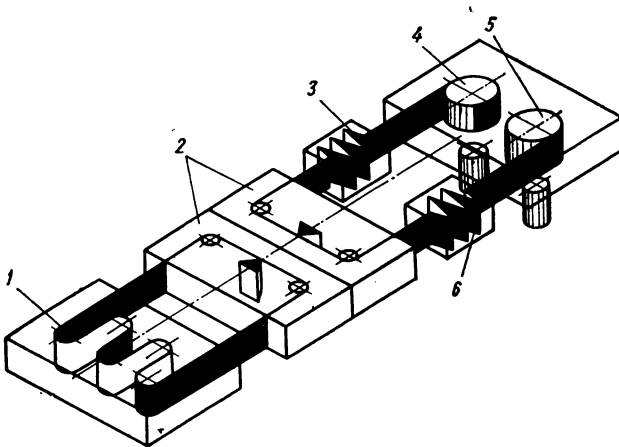
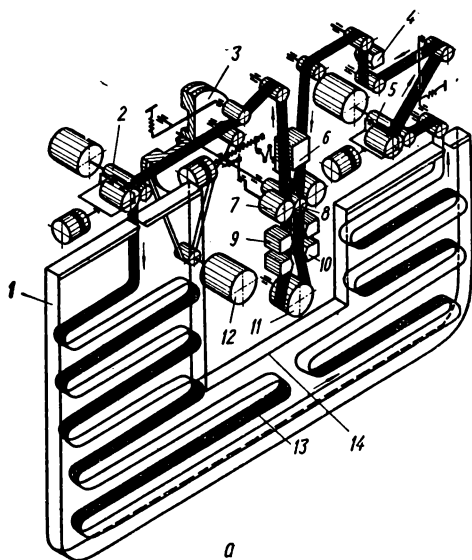


Рис. 16. Структурная схема МТЛ с накопителями магнитной ленты:

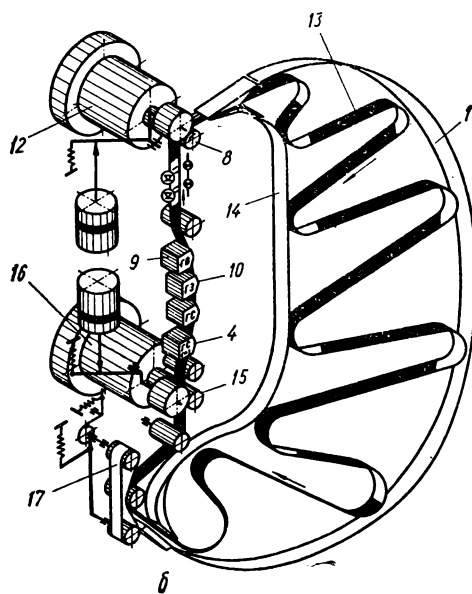
1 — кольцевым; 4 и 5 — рулонными.

элементами [ведущий вал (валы) или зубчатый барабан, направляющие и обводные ролики, устройство привода ведущих валов и др.], обеспечивающими заданное взаимодействие. Остальная часть тракта МТЛ приходится на основные и промежуточные накопители магнитной ленты с входящими в них приводными электродвигателями, тормозными и демфирующими системами, подпружиненными рычагами и др.

Все МТЛ в зависимости от физического состояния ленты можно распределить на две большие группы: с замкнутым отрезком (коль-



цом) 1 ленты и с разомкнутым отрезком ленты, размещаемым обычно в виде плотно намотанных рулонов 4 и 5 (рис. 16). Часть тракта, а именно рабочая зона 2, для обеих групп МТЛ может быть одной и той же, при этом различие заключается в основных и промежуточных 3 и 6 накопителях магнитной ленты. Принцип действия, анализ, сравнение, обоснование и выбор производят для МТЛ обеих групп по их кинематическим схемам. Ввиду значительного различия рассмотрим поочередно МТЛ с кольцевыми накопителями и МТЛ с рулонными накопителями.



Если магнитная лента представляет собой механически замкнутый отрезок — кольцо 1 определенной длины (склеенное или цельнолитое), она обычно размещается на одном основном накопителе. При этом емкость накопителя и линейная скорость транспортирования ленты постоянные, а источник механической энергии находится только в рабочей зоне 2 (узел активный). Кольцевой накопитель 1 магнитной ленты обычно пассивный: сколько ленты с него выбирается в рабочую зону, столько же и поступает после нее. Для некоторых видов кольцевых накопите-

лей применяют автономный привод, облегчающий движение ленты в накопителе. В некоторых конструкциях МТЛ для увеличения емкости кольцевого накопителя его выполняют в виде двух отдельных емкостей, соединенных последовательно между собой [49].

В зависимости от вида и способа размещения кольца магнитной ленты для МТЛ различают следующие накопители:

- 1) ненапряженный карман;
- 2) роликовый лабиринт;
- 3) одношпульный кольцевой («рыхлый») рулон;
- 4) двухшпульный овальный кольцевой («рыхлый») рулон;
- 5) многшпульный кольцевой («рыхлый») рулон.

МТЛ с кольцевым накопителем типа ненапряженный плоский карман (рис. 17, а) содержит ведущий вал 8, который, непрерывно вращаясь по направлению часовой стрелки, с помощью прижимных роликов 7 транспортирует магнитную ленту 13. Вал 8 вращается от электродвигателя 12 посредством плоскоромежной передачи на маховик 3. Магнитная лента проходит в плоской замкнутой петлевой рабочей зоне по магнитным головкам записи 10, воспроизведения 9 и обводному ролику 11. Стирающая головка 4, для которой не требуется высокой стабильности мгновенной скорости движения ленты, вынесена за пределы замкнутой рабочей зоны и установлена до направляющей стойки 6 (по ходу движения ленты). Натяжение магнитной ленты до рабочей зоны на участке головки 4 создается вспомогательным ведущим узлом прямого привода 5, а после рабочей зоны лента вталкивается в ненапряженный карман вспомогательным ведущим узлом 2 прямого привода (двигатели с мягкой

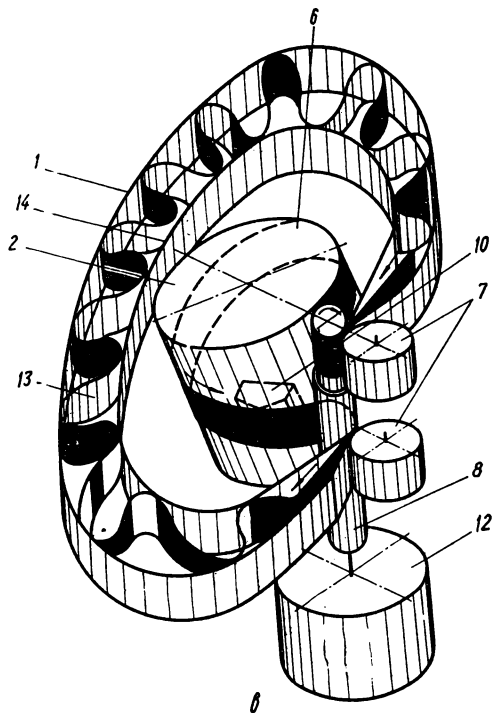


Рис. 17. Кинематические схемы кольцевых МТЛ с накопителем типа ненапряженный карман с замкнутой рабочей зоной: а — петлевой; б — прямолинейной; в — пространственной винтовой.



механической характеристикой). Кольцевой накопитель магнитной ленты выполнен в виде П-образного плоского ненапряженного кармана с наружной 1 и внутренней 14 стенками, с левой стороны которого через входное устье (торцевую щель шириной 0,15...0,2 мм) выполняется подача ленты (вталкивание), а с правой стороны — выборка ее ведущим узлом 5. Движение магнитной ленты в этой схеме МТЛ нереверсивное. Применение петлевой замкнутой рабочей зоны обеспечивает высокие параметры мгновенной скорости транспортирования ленты, а установка отдельных автономных двигателей до и после рабочей зоны — стабильное натяжение ленты во всем диапазоне стандартных рабочих скоростей (от 4,76 до 304,8 см/с). Разнесение на достаточное расстояние входного и выходного устьев ненапряженного кармана создает равномерное и хорошее его заполнение лентой (до 75 м). Описанная кинематическая схема применена в стационарной АМЗ с вертикальной установкой плоскости кольцевого накопителя фирмой АМРЕХ в модели ВВ-400 [95].

МТЛ с плоским кольцевым ненапряженным карманом (рис. 17, б)\* отличается от вышеописанного, в основном, применением прямой замкнутой рабочей зоны с двумя ведущими узлами прямого привода 8 и 15 (валы синхронных электродвигателей 12 и 16), а также новой схемой создания натяжения ленты до рабочей зоны за счет использования потерь на упругий гистерезис плоского резинового ремня 17 при его движении от самой магнитной ленты. Ненапряженный карман с наружной 1 и внутренней 14 стенками напоминает скрученную месяцевидную полость, обеспечивающую хорошую и равномерную раскладку петель магнитной ленты при скоростях движения до 304,8 см/с. Предпочтительна вертикальная установка плоскости кольцевого накопителя ленты.

Кинематическая схема МТЛ с пространственным ненапряженным накопителем и пространственной замкнутой рабочей зоной содержит наклонный цилиндр 6 с установленными в нем по винтовой линии магнитными головками 10 (рис. 17, в). Накопитель по форме представляет собой кольцо из двух стенок 1 и 14 большого и малого диаметров, сходящихся в зоне ведущего вала 8. Торцевые стенки кармана располагаются плавно по винтовой линии. Внутри кармана размещаются ненапряженные петли 13 магнитной ленты. Стабильное натяжение магнитной ленты в пространственной винтовой рабочей зоне 6 обеспечивается ступенчатым (дифференциальным) ведущим валом 8, нижний рабочий диаметр которого на 1,5—2% больше, чем верхний. К валу магнитная лента прижимается роликами 7. Ведущий вал приводится во вращение электро-

---

\* Предложил инж. Л. Н. Шайтан в 1967 г.

двигателем 12. Описанная кинематическая схема обеспечивает стабильную работу МТЛ при вертикальной и горизонтальной установке ненапряженного кармана [70].

К достоинствам МТЛ с накопителем типа ненапряженный карман относятся незначительные практически потери на трение в накопителе; минимальное время пуска и остановки ленты (1—5 мс при скорости 304,8 см/с), что объясняется незначительной инерционностью петель магнитной ленты; значительная емкость ленты в накопителе (до 75 м при полезной площади 750 см<sup>2</sup> и 550 м при полезной площади около 5800 см<sup>2</sup>); возможность работы (в большинстве случаев) при произвольной ориентации плоскости кольцевого накопителя. К некоторым недостаткам МТЛ с такими накопителями относятся неудобство смены кольца магнитной ленты, возможность электризации ленты внутри полости накопителя, остаточная деформация петель ленты при нахождении в кармане без движения (свыше одних суток), особенно при высокой плотности заполнения, что приводит к увеличению ПАМ.

Большой оперативностью при замене колец магнитной ленты обладает МТЛ с накопителем в виде роликового лабиринта, размещенного в специальной кассете (рис. 18). Кассета состоит из большего числа цилиндрических роликов 1, установленных в коробчатом корпусе 8 с прямоугольным внутренним вырезом — полостью в торцевой части. По краям полости расположены направляющие ролики 4. Кольцо магнитной ленты 2 размещено на роликах 1, небольшая ветвь ленты выходит из корпуса 8 в виде прямолинейного участка. Натяжение ленты 2 в кассете и рабочей зоне создается с помощью подпружиненного ролика 3. Для уменьшения влияния допуска (отклонения) на длину смежных колец ленты на натяжение в рабочей зоне применена эластичная пружина большой длины, которая при обрыве ленты поворачивает подпружиненный рычаг и включает микропереключатель. Автоматика отключает МТЛ, а поступающая информация записывается на включаемый в этот момент резервный МТЛ. Кассета устанавливается сверху на штырях на точно спланированные площадки несущей плиты МТЛ и крепится быстродействующими замками. Прямолинейный участок ленты располагается в рабочей зоне МТЛ между магнитными головками 5 и узлом транспортирования 7, которые размещены в зоне прямоугольной полости кассеты. При включении прижимного ролика 6 магнитная лента 2 транспортируется ведущим валом 7 известным способом. К недостаткам кассеты с плоским роликовым лабиринтом относятся значительные потери на трение в опорах многочисленных обводных роликов, необходимость обеспечения высокой параллельности цилиндрических поверхностей этих роликов, некоторое увеличение неравномерности мгновенной скорости движения ленты вследствие

генерирования (возбуждения) высокочастотных колебаний шарикоподшипниками опор вращения роликов. Описанная кинематическая схема применена в малогабаритной прецизионной аппаратуре магнитной записи PS-207 фирмы PI [145].

Поиски решений, сокращающих габаритные размеры МТЛ с целью уменьшения сил трения в накопителе, привели к созданию

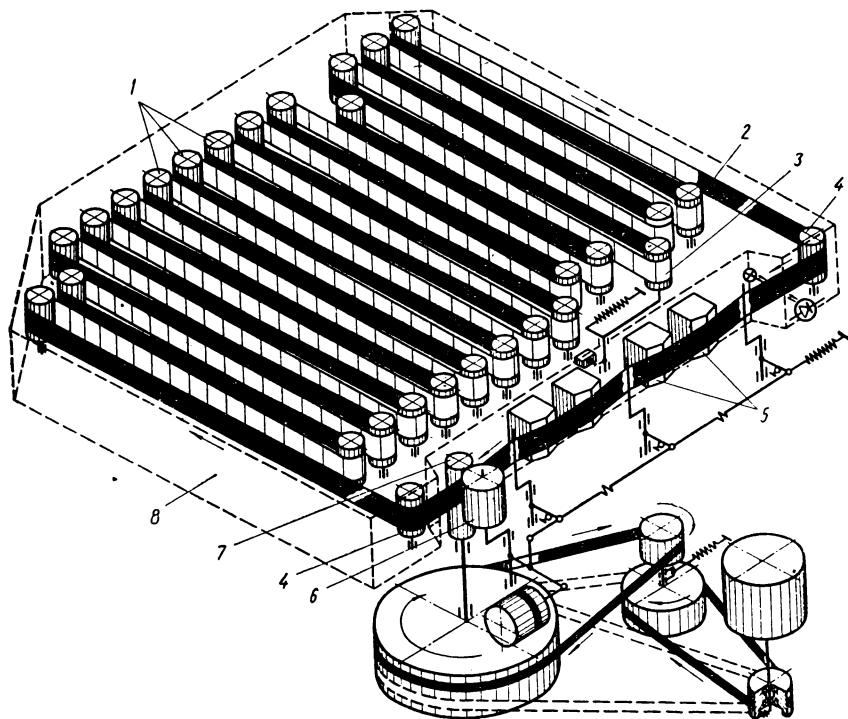


Рис. 18. Кинематическая схема кольцевого МТЛ с плоским роликовым накопителем в виде кассеты.

принципиально нового многоэтажного роликового накопителя, который может эффективно работать с любыми МТЛ (рис. 19). Рабочая зона МТЛ — петлевая замкнутая и для прижимных роликов 7 к ведущему валу 6 используются электромагниты 3 и 8. Стабилизация средней скорости движения ленты 15 и задержка включения прижимных роликов производится индукционным бесконтактным датчиком 4, который выдает импульсы на схему сравнения автоматики МТЛ. Когда количество импульсов, выдаваемых датчиком,

достигает определенной величины, при которой магнитная лента разгоняется двигателем 14 до номинального значения установленной скорости движения, срабатывает схема сравнения автоматики. При этом включаются электромагниты 3 и 8. Такая задержка включения прижимных роликов исключает деформацию магнитной ленты в пусковой период и ее выброс из зоны контакта лента — ведущий

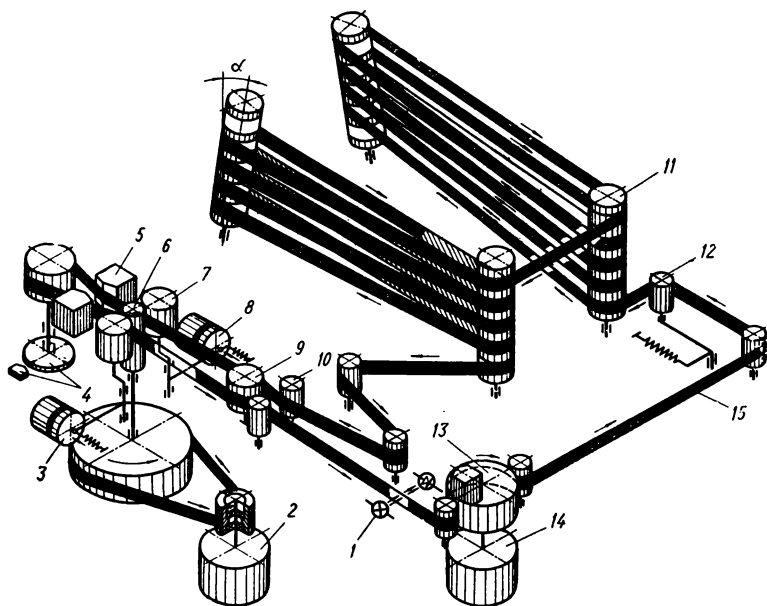


Рис. 19. Кинематическая схема кольцевого МТЛ с пространственным роликовым накопителем.

вал, особенно при высоких скоростях транспортирования. Точное положение магнитной ленты по высоте относительно магнитных головок 5 достигается направляющей стойкой 9, для увеличения угла обхвата которой служат ролики 10. Натяжение ленты в тракте МТЛ создается подпружиненным роликом 12. Ведущий вал 6 приводится во вращение от электродвигателя 2 через ременную передачу. При записи — воспроизведении информации на движущуюся ленту работает блок головок 5. Диск анализатора 13 с магнитной головкой вращается лентой 15 как маховик. Двигатель 14 при этом обесточен. В режиме анализа кратковременной информации магнитная лента 15 неподвижна, а диск анализатора 13 приводится во вращение двигателем 14 с необходимой высокой скоростью

(обычно в 5—100 раз большей, чем рабочая скорость ленты). Для слежения за целостностью магнитной ленты служит фотодатчик 1. Вход и выход магнитной ленты с многоэтажного роликового накопителя 11 расположены на одном уровне. Выполненные по такой схеме МТЛ компактны, обладают уменьшенными потерями на трение

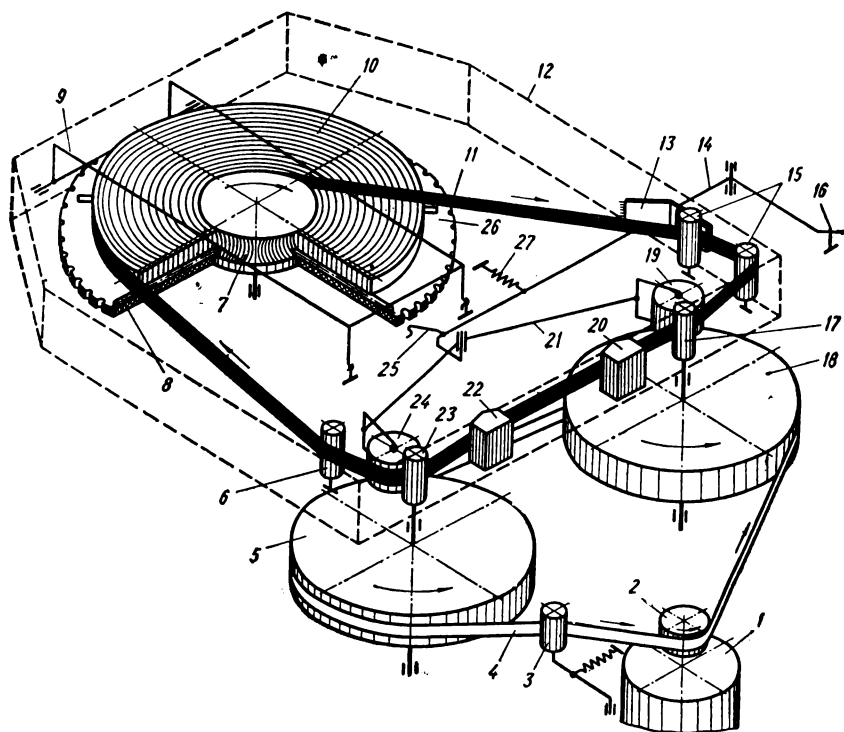


Рис. 20. Кинематическая схема МТЛ с накопителем типа одношупный кольцевой рулон.

в накопителе ввиду небольшого числа роликов, применяются в аппаратуре магнитной записи 7001 фирмы «Брюль и Кьер» [6].

Механизмы транспортирования ленты с накопителем типа одношупный кольцевой рулон (рис. 20) содержат рабочую замкнутую зону с двумя ведущими валами 17 и 23, к которым через рычаг 14 и коромысло 21 включаются прижимные ролики 19 и 24. Магнитная лента 11, направляемая стойками 6 и 15, транспортируется в одном направлении по магнитным головкам 20 и 22 с внутреннего витка «рыхлого» кольцевого рулона 10. Кольцо магнитной ленты,

намотанной в «рыхлый» рулон, по внутреннему диаметру опирается на гиперболическую поверхность сердечника 7, а по торцу — на восемь радиальных стержней 8, укрепленных в щеке 26, выполненной заодно с сердечником 7. Форма поверхности сердечника обеспечивает плавный без рывков выход ленты с внутреннего витка кольцевого рулона, а радиальные стержни — уменьшают трение рулона по торцу его и стабилизируют скольжение витков внутри всего рулона. Натяжение ленты перед рабочей зоной достигается за счет усилия прижима фетрового тормоза 13 к стойкам 15. Для предохранения выпадения ленты рулона 10 с сердечника служат отводимые при зарядке стержни 9. Кольцевой рулон с прижимными роликами 19 и 24, направляющими стойками 6 и 15 и фетровым тормозом 13 установлены в корпусе 12 (обозначен штриховой линией) из ударопрочного прозрачного полистирола. Пружина 27 при снятии этого накопителя, представляющего собой кольцевую кассету, отводит рычаг 21, который своим концом 25 входит в паз на щеке 26, не давая ей проворачиваться и разматывать ленту при транспортировке и др. При установке кассеты на МТЛ (с помощью системы штырей и ловителей) рычаг 14 своим вторым концом упирается в стойку 16, поджимается, освобождает щеку 26 от фиксации концом 25 и создает определенное усилие прижима роликов 19 и 24 к ведущим валам 17 и 23. Привод ведущих валов осуществляется посредством плоского ремня 4 на маховики 5 и 18 от шкива 2 ведущего двигателя 1. Натяжение ремня производится подпружиненным роликом 3. Описанная кинематическая схема использована в модели DP-3 [161] фирмы TEAC.

В настоящее время в многоканальной АМЗ применяют МТЛ, имеющие один или два длинных ведущих вала, к которым на различных уровнях подводятся магнитные ленты. Магнитные ленты располагаются в сменных кольцевых кассетах. Кассеты располагаются на различных уровнях по одну сторону ведущих валов и работают независимо один от другого. Количество кассет, расположенных друг над другом, может достигать до 40—50 шт. Такие МТЛ имеют малые размеры, сравнительно небольшое количество узлов и деталей (два ведущих вала на все кассеты). Время замены кольцевых кассет в них минимальное: Недостатки — отсутствие визуального контроля за работой кассет. Подобные МТЛ работают в современной АМЗ фирм TEAC (Япония) и «Электроимпекс» (Венгрия) для записи звука при телефонных переговорах и аэродромном обслуживании [85].

В МТЛ с накопителем типа двушпульный (овальный) кольцевой рулон (рис. 21) замкнутая рабочая зона РЗ осуществляет транспортирование магнитной ленты 8, которая с внутреннего слоя овального рыхлого рулона 9, преломляясь в плоскости на некоторый угол, идет на наклонные ролики 13 и 14, оси вращения которых парал-

лельны, а углы обхвата равны  $90^\circ$ . Поднявшись на уровень верхней части рулона, лента, преломляясь в плоскости, движется на роликах  $12$  и  $11$ , оси которых параллельны осям шпудлей  $3$  и  $5$  «рыхлого» кольцевого рулона, а углы обхвата равны  $90^\circ$ . Преломляясь в плоскости, лента движется на наклонные на угол  $\alpha$  ролики  $7$  и  $6$ , оси которых параллельны. Ролик  $6$  расположен внизу на уровне «рыхлого» рулона ленты. Обхватывая этот ролик на угол  $90^\circ$  и прелом-

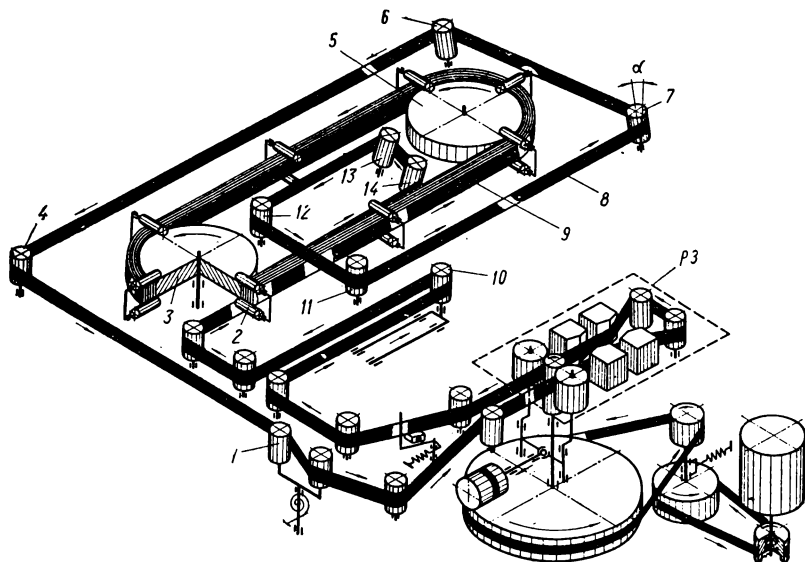


Рис. 21. Кинематическая схема МТЛ с накопителем типа двухшпудельный (овальный) кольцевой рулон.

ляясь в плоскости, лента при движении проходит ролик  $4$ , ось вращения которого параллельна осям шпудлей  $3$  и  $5$  «рыхлого» рулона. Обхватывая ролик  $4$ , лента идет в рабочую зону  $PЗ$ , после рабочей зоны — на наружный слой «рыхлого» рулона  $9$ . Для натяжения ленты применяется сбалансированная система натяжных роликов  $1$ . Для исключения влияния допуска на длину кольца на натяжение ленты (должно быть всегда среднее положение натяжных роликов) установлен на подвижной каретке компенсирующий ролик  $10$ , который может передвигаться в обе стороны. Рассмотренная кинематическая схема МТЛ применяется при больших емкостях рулона ленты (до  $600$  м) в стационарной АМЗ [49]. Иногда для уменьшения трения в кольцевом накопителе применяют дополнительный привод на ограничительные ролики  $2$ .

В МТЛ с накопителем типа многошпильный кольцевой рулон (рис. 22) рабочая зона осуществляет фрикционное транспортирование магнитной перфорированной ленты 15 [61]. Это позволяет сочетать высокие параметры мгновенной скорости и кинематическое замыкание без скольжения при помощи перфораций необходимого

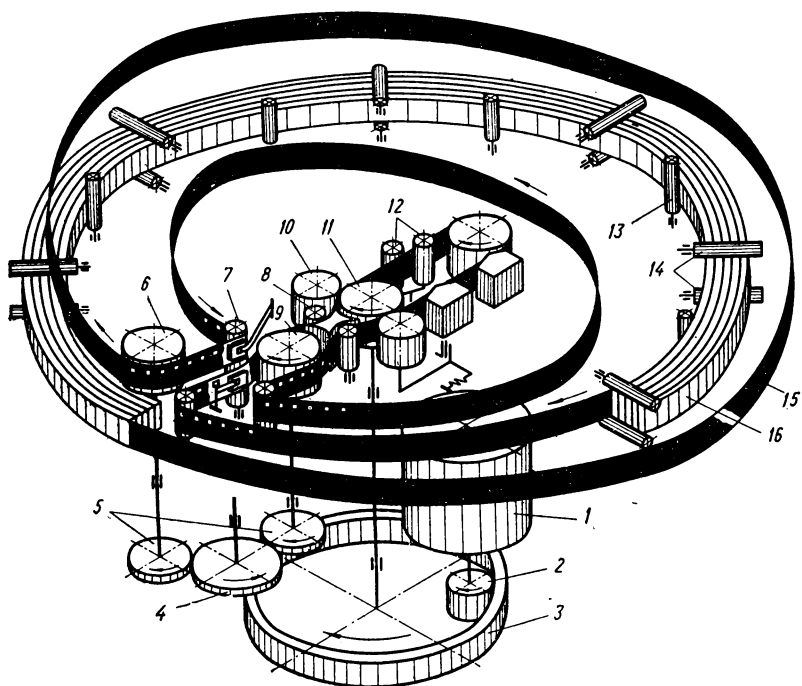


Рис. 22. Кинематическая схема МТЛ с накопителем типа многошпильный кольцевой рулон.

участка ленты. Натяжение магнитной перфорированной ленты 15 в рабочей зоне создается двумя натяжными роликами 12. Прижимные ролики 10 поджаты к ведущему валу 11 и создают необходимое фрикционное сцепление для нормального транспортирования ленты. Лента 15, входящая в рабочую зону, фрикционно подтормаживается на нижнем этаже ролика 7, поступает на зубчатый барабан 9 и с направляющих роликов 8 — в рабочую зону МТЛ. Из рабочей зоны магнитная лента возвращается на противоположную сторону зубчатого барабана 9 и затем, поднимаясь по внутреннему винтовому пазу, поступает с подтормаживанием на второй этаж ролика 7 и



Таблица 14

## Характеристики кольцевых МТЛ

Параметр	Кольцевой накопитель магнитной ленты		
	Ненапряженный карман	Роликовый лабиринт	Рыхлый рулон
Коэффициент колебания скорости $K_c$	Минимальный	Средний	Средний
Время пуска и остановки $t$	Минимальное	Среднее	Большое
Длина ленты $L$ , м, при одной площади	Средняя	Минимальная	Большая
Потери на трение	Минимальные	Большие	Средние
Ориентация в пространстве	Произвольная (предпочтительна вертикальная)	Произвольная	Произвольная
Количество циклов работы кольца	$(170...200) \cdot 10^3$	$(2...2,5) \cdot 10^3$	До $6 \cdot 10^3$
Работа при механических воздействиях	Нормальная с амортизацией	Нормальная без амортизации	Удовлетворительная без амортизации, нормальная с амортизацией
Работа при повышенной влажности	Невозможна без осушителя	Нормальная	Только в сухих условиях
Применение в АМЗ	Профессиональной	Профессиональной	Бытовой и специальной
Габарит МТЛ при одной длине ленты $L$ , м	Средний	Максимальный	Минимальный

закрывается на зубчатом барабане 6. Этот барабан жестко посредством зубчатых колес 4 и 5 соединен с зубчатым барабаном 9, причем направления вращения барабанов и их окружные (линейные) скорости одинаковы. Таким образом, сколько магнитной перфоленты подается зубчатым барабаном 9 в винтовой паз, столько же и отдается барабаном 6, поэтому лента во внутреннем винтовом пазу не испытывает натяжения, а располагается свободно и равномерно без принудительных деформаций. С зубчатого барабана 6 магнитная перфолента по наружному винтовому пазу опускается до уровня наружного витка «рыхлого» рулона 16, который размещается на роликках 13 и с торцов ограничивается парами роликов 14. Таким образом магнитная перфолента по двум винтовым пазам плавно поднимается и опускается, соединяясь с наружным слоем «рыхлого» рулона 16. Привод ведущего вала от двигателя 1 осуществляется фрикционной передачей от шкива 2 на маховик 3. Такие МТЛ с описанной кинематической схемой применяются в компактной АМЗ, работающей при повышенных механических нагрузках, обеспечивая при этом высокие параметры при высокой надежности работы. Характеристики рассмотренных кольцевых МТЛ приведены в табл. 14.

## 2. МЕХАНИЗМЫ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЛЕНТЫ С РУЛОННЫМИ ПЛОСКОРАЗМЕЩЕННЫМИ НАКОПИТЕЛЯМИ

Наиболее распространены в аппаратуре магнитной записи МТЛ с разомкнутым отрезком магнитной ленты (1 . . . 2500 м) и одноплоскостным размещением накопителей. Отрезок магнитной ленты в рабочих режимах размещается на двух отдельных или совмещенных рулонных накопителях и движется через рабочую зону, при этом возможны изменения емкости накопителей, реверсивное движение и ускоренная перемотка ленты с одного накопителя на другой. Вне МТЛ магнитная лента обычно размещается на одном накопителе типа плотный рулон на катушке или сердечнике и одношпульной или двухшпульной кассете. Рабочая зона, накопители и весь тракт движения магнитной ленты располагаются при этом в одной плоскости.

По виду соединения магнитной ленты рабочей зоны и рулонных накопителей различают следующие структурные схемы МТЛ:

1) с небольшими прямолинейными свободными участками ленты длиной 0,1 . . . 0,3 м (рис. 23, а);

2) с промежуточными накопителями в виде буферных устройств с запасом ленты 0,5 . . . 2,5 м (рис. 23, б);

3) без свободных участков ленты, так называемые МТЛ с нулевой петлей (рис. 23, в).

**Механизмы со свободными участками магнитной ленты.** В профессиональной, специальной и бытовой АМЗ применяют МТЛ со свободными участками ленты.

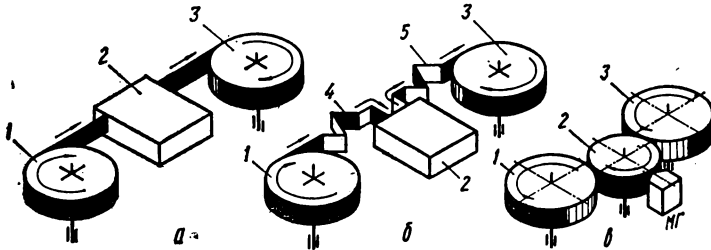


Рис. 23. Структурные схемы МТЛ с разомкнутым отрезком магнитной ленты в виде плотно намотанного рулона:  
 а — со свободными участками; б — с промежуточными (буферными) накопителями; в — с нулевой петлей; 1 и 3 — основные накопители ленты; 2 — рабочая зона; 4 и 5 — промежуточные накопители ленты.

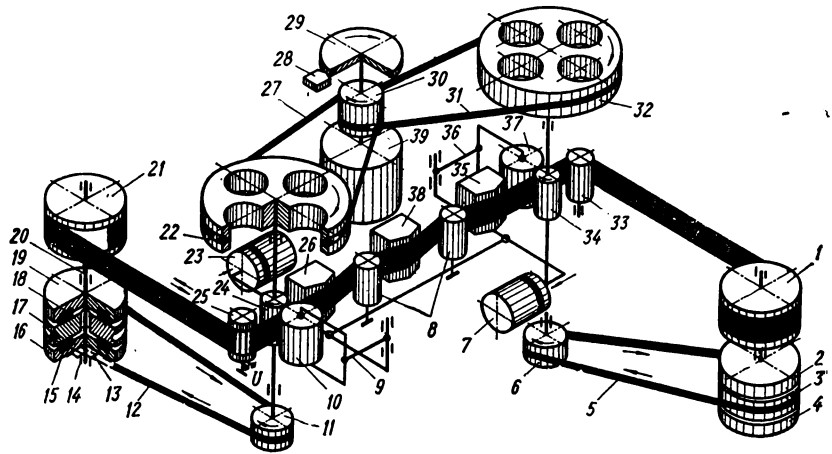


Рис. 24. Кинематическая схема одномоторного бортового рулонного МТЛ с реверсивным движением магнитной ленты.

Реверсивный рулонный МТЛ со свободными участками ленты, выполненный по одномоторной кинематической схеме (рис. 24), содержит два ведущих вала 24 и 34, которые вращаются в одном направлении (по часовой стрелке) от двигателя 39 посредством круглых ремней 27 и 31, шкива 30 и маховиков 22 и 32. Транспортирование магнитной ленты в разных направлениях осуществляется раздель-

ным включением попеременно прижимных роликов 10 и 37 к ведущим валам 24 или 34 электромагнитами 23 или 7 с помощью рычагов 9 и 36 соответственно. Стойки 8 обеспечивают заданный обхват лентой магнитных головок 26, 38 и 35. Направляющие стойки 25 и 33 выполняют функции контактных концевых переключателей, срабатывающих от металлизированных ракордов ленты. Ведущие шкивы фрикционных муфт 17 и 3 вращаются в одном направлении по часо-

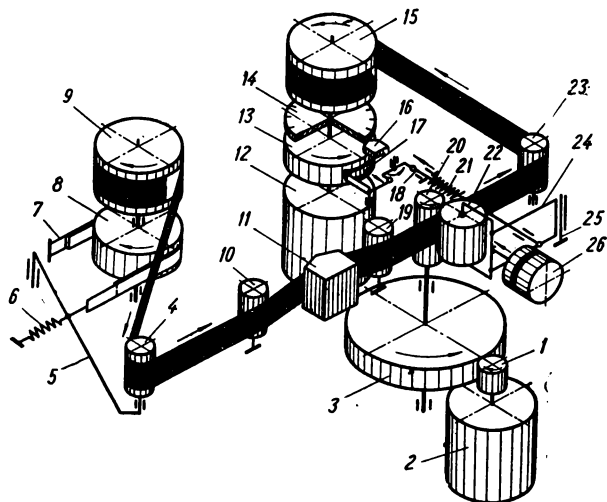


Рис. 25. Кинематическая схема двухмоторного бортового рулонного МТЛ с системой автоматического слежения за постоянством натяжения магнитной ленты.

вой стрелке. Ведомые шкивы 16, 19, 4 и 2, укрепленные жестко на валах рулонных накопителей 1 и 21, воспринимают вращающий момент через фрикционные кольца 15 и 18 от ведущих шкивов муфт. Привод ведущих шкивов осуществляется ремнями 12 и 5 от шкивов 11 и 6 ведущих валов 24 и 34 соответственно. В зависимости от направления транспортирования магнитной ленты муфты накопителей выполняют функции подматывания или подтормаживания. На валу двигателя размещен диск 29 с постоянными магнитами и против него магнитная головка 28, представляющие вместе индукционный таходатчик. Достоинства — оригинальность решения реверсивного движения ленты, простота кинематической схемы, недостаток — применение фрикционных муфт. Описанная схема была применена в малогабаритной самолетной АМЗ модели MR-43 фирмы СЕС [113].

Кинематическая схема двухмоторного бортового рулонного МТЛ с прямой разомкнутой рабочей зоной (рис. 25) содержит

ведущий вал 20 с косвенным приводом от двигателя 2. Постоянное натяжение магнитной ленты в рабочей зоне создается рычагом автоматического подтормаживания 5 со следящим роликом 4 при помощи тормозной ленты 7 и пружины 6. Наматывание магнитной ленты на рулонный накопитель 15 обеспечивается двигателем 12, на валу которого установлен датчик конца и обрыва ленты 14 и 16. Режим УХВ осуществляется при отведенном прижимном ролике 22

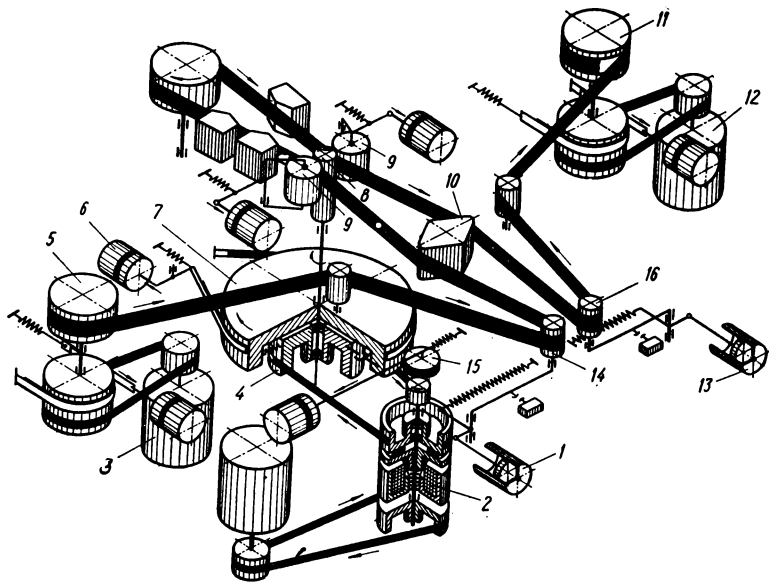


Рис. 26. Кинематическая схема прецизионного трехмоторного рулонного МТЛ с замкнутой петлевой рабочей зоной.

подачей повышенного напряжения на двигатель 12. Тормоз 17 при этом допускает вращение только в одну сторону. Достоинства — постоянство натяжения ленты в рабочей зоне, автоматическое торможение ленты при обрыве; недостаток — отсутствие режима УХН. Описанная кинематическая схема применена в бортовом самописце модели 750—8000 фирмы СЕС [113].

Кинематическая схема трехмоторного МТЛ с петлевой замкнутой рабочей зоной, ведущий вал которой 8 с помощью прижимных роликов 9 транспортирует направляемую ромбической стойкой 10 магнитную ленту, показана на рис. 26. Ведомый стабилизирующий маховик 7 жестко укреплен на ведущем валу, а ведущий 4 — на двух шарикоподшипниках и соединен с ведомым маховиком пружины

жиной. Для уменьшения динамических деформирующих нагрузок на пружину в момент пуска и остановки поворот ведущего маховика ограниченвилкой, а ведомый маховик тормозится ленточным тормозом, выключаемым электромагнитом 6. Ведущий маховик 4 приводится через электромагнитную муфту 2 от двигателя посредством двухступенчатой ременной передачи с редукцией 4. Подавая напряжения питания на обмотку муфты и включая паразитный обрезиненный ролик 15, можно непосредственно от вала муфты передавать с редукцией 16 вращающий момент ведомому маховику 7, тем самым изменять скорости транспортирования ленты. Натяжение ленты в рабочих режимах, УХВ и УХН создается двигателями 3 и 12 приемного 11 и подающего 5 рулонных накопителей. Натяжные ролики 14 и 16 выполняют функции контактных датчиков обрыва и благодаря воздушным демферам 1 и 13 уменьшают ударные нагрузки на ленту в момент пуска и остановки. Описанная схема была применена в прецизионной АМЗ TD-4 фирмы EMI (Англия) [116]. К достоинствам МТЛ следует отнести минимальные колебания скорости ленты, строгое распределение функций между двигателями, высокую надежность работы.

Кинематическая схема четырехмоторного многоцелевого совмещенного (универсального) рулонного МТЛ бытового магнитофона высшего класса, обеспечивающего независимую работу со стандартными катушками, кольцевыми одношпульными и двухшпульными кассетами, показана на рис. 27. Удлиненный ведущий вал 18 с помощью прижимного ролика 17 при вращении транспортирует с катушки 9 на катушку 11 магнитную ленту 8, взаимодействующую с головками 7. Привод катушек осуществляется от двигателей 10 и 12. Ведущим валом 18 служит вал двигателя 13 с наружным ротором, имеющим индукционный таходатчик. К нижней части ведущего вала 18 с боковой стороны аппарата подключается прижимной ролик, при этом обеспечивается независимое транспортирование магнитной ленты 14 одношпульной с «рыхлой» намоткой кольцевой кассеты 15 мимо своих магнитных головок 16. На несущей плите МТЛ имеется также дополнительный ведущий вал 6 с приводным двигателем 1, приемным и подающим узлами и магнитными головками 4. В специальную полость с ловителями устанавливается двухшпульная кассета 2 с рулонами ленты 3 и 5, например типа С-30, С-60 и С-90 фирмы Philips. При этом также обеспечивается независимое транспортирование магнитной ленты, взаимодействующей со своими магнитными головками 4. Построенные по этой кинематической схеме МТЛ обеспечивают как отдельную работу со всеми стандартными накопителями, так и одновременную работу (например, при перезаписи с одного вида накопителей на другие) и применены в стереомагнитофоне X-2000 SD фирмы AKAI [91].

Сложную кинематическую схему имеют МТЛ видеоманитонов (рис. 28), где на магнитную видеоленту 7 записываются два вида сигналов: 1) звуковые сопровождения изображения с частотным диапазоном от 20—40 до 16000—18000 Гц (музыка, речь, пение и др.); 2) видеoinформация с частотным диапазоном от 30 Гц до 10 МГц (телевизионные изображения, спортивные состязания и др.).

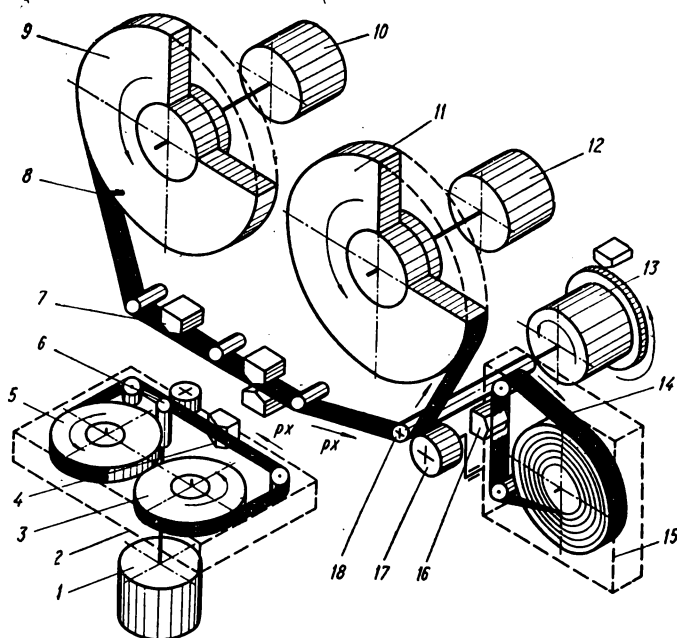


Рис. 27. Кинематическая схема четырехмоторного многоцелевого совмещенного (универсального) рулонного МТЛ бытового магнитофона высшего класса.

Первый вид сигналов записывается продольным способом неподвижными головками 20 и 22 на видеоленту, движущуюся продольно с относительно небольшой скоростью (обычно 39,7 или 19,85 см/с). Второй вид сигналов записывается с огромной относительной скоростью лента — головка (до 40 м/с) вращающимися поперек движения ленты четырьмя видеоголовками, размещенными под углом  $90^\circ$  на диске 14. Стандартная ширина видеоленты 50,8 мм, при этом вдоль обоих краев размещаются дорожки звукозаписи, а между ними поперек, немного наклонно (вследствие движения ленты под углом  $33'$ ) — строчки видеoinформации. Взаимодействие видео головок

и ленты происходит в зоне вакуумной направляющей камеры 13, к которой по внутренней полурадиусной поверхности лента прижимается отрицательным давлением —  $p_2$ . Согнутая в вакуумной направляющей камере видеолента постепенно распрямляется по обе стороны и полностью возвращается в одну плоскость (челнокообразный изгиб) на головках стирания 15 и универсальной звукозаписи — воспроизведения 20. Диск 14 с видеоголовками враща-

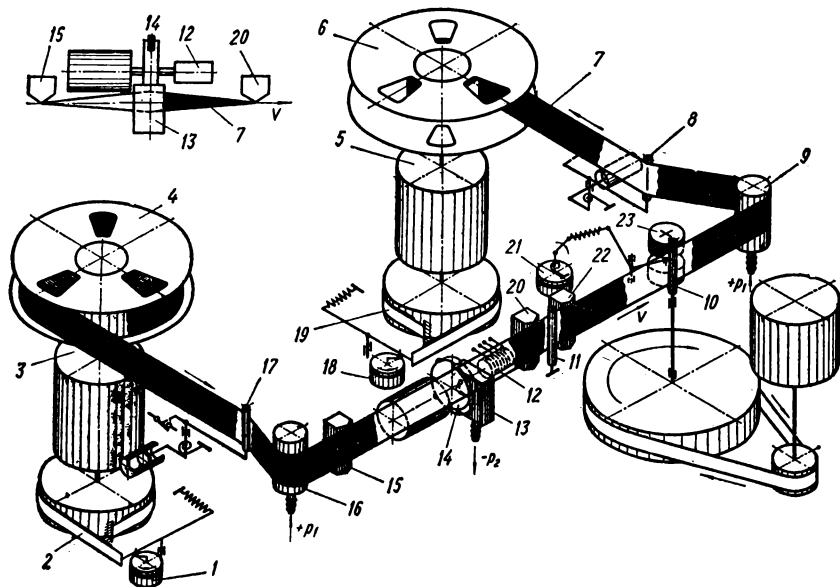


Рис. 28. Кинематическая схема мнгомоторного рулонного МТЛ профессиональных видеомагнитофонов поперечно-строчной записи.

ется — отдельным прецизионным двигателем с частотой вращения 250 Гц. Видеосигналы на вращающиеся головки поступают через токосъемное устройство 12 (контактное или бесконтактное). Фрикционное транспортирование видеоленты 7 осуществляется ведущим валом 10 (косвенного привода) и прижимным роликом 23, включаемым электромагнитом 21. Для уменьшения трения и износа, динамических перекосов ленты применены в МТЛ направляющие стойки 9 и 16 с аэростатической смазкой  $+p$  (воздушная подушка между лентой и поверхностью стоек). Сглаживание неравномерностей движения видеоленты (рывков при пусках, остановках) и слежение за натяжением в режимах рабочего хода обеспечивается подпружиненными натяжными рычагами 17 и 8, оси которых соединены с воздуш-



ными демпферами и потенциометрами (последние на схеме не обозначены). Подающий 4 и приемный 6 рулонные накопители установлены на валах двигателей 3 и 5, на нижних вылетах которых размещены тормозные системы 2 и 19 со своими растормаживающими электромагнитами. Описанная кинематическая схема применена в профессиональных видеомагнитофонах II поколения серии TR-5 фирмой RCA [146].

Зубчато-перфорационный способ транспортирования ленты применяют в МТЛ, работающих на перфорированной магнитной ленте. Для получения высоких параметров движения ленты в МТЛ вводят различные стабилизаторы скорости (двухзвенные, трехзвенные, блок-стабилизатор проф. А. М. Мелик-Степаняна, Дэвиса и др.). Оригинальную кинематическую схему имеет механизм транспортирования перфорированной магнитной ленты 13 фирмы Siemens Halske модели Magnetocord Sologerät 16 M/R (рис. 29). Для уменьшения времени пускового периода инерционных роликов стабилизатора скорости ленты применен принудительный разгон ведущего основного маховика 10 с помощью двигателя 8 и одного обрезиненного ролика 9. Ролики 9 и 5 установлены на поворотной каретке 7 и прижаты пружиной с усилием  $N$  к шкиву 6 двигателя 8 в нерабочем состоянии и не имеют контакта с маховиком 10. При включении шкив двигателя, вращаясь по часовой стрелке, поворачивает каретку и вводит в контакт с основным маховиком 10 ролик 9. Вспомогательный маховик 2 разгоняется лентой 13, а маховик 10 быстро, за 1,5—2 с, разгоняется до номинальной скорости, и пусковой двигатель 8 выключается, а пружина выводит из контакта ролик 9, не препятствуя стабилизирующей работе маховиков. Для уменьшения динамических нагрузок на ленту при остановке основной 10 и вспомогательный 2 маховики, растормаживаемые в рабочих режимах электромагнитом 4, тормозятся колодочными тормозами 3 и 1. Магнитная перфорированная лента транспортируется зубчатым барабаном 14, необходимый угол обхвата которого создается придерживающими роликами 17. Привод рулонных накопителей 15 и 16 выполняется от отдельных электродвигателей с мягкой характеристикой.

Эта кинематическая схема отличается применением трехзвенного стабилизатора скорости, разных по массе маховиков (основной 10 больше, вспомогательный 2 меньше), воздушного демпфера в набегающей на стабилизатор ветви ленты, ленточных тормозных систем с большим углом обхвата тормозного барабана (около 450°) в узлах рулонных накопителей [154].

**Механизмы транспортирования ленты с упругосвязанными рулонными накопителями** составляют особую группу механизмов со свободными участками. Они экономичны по электропитанию и имеют наиболее простую конструкцию, поэтому широко применяются

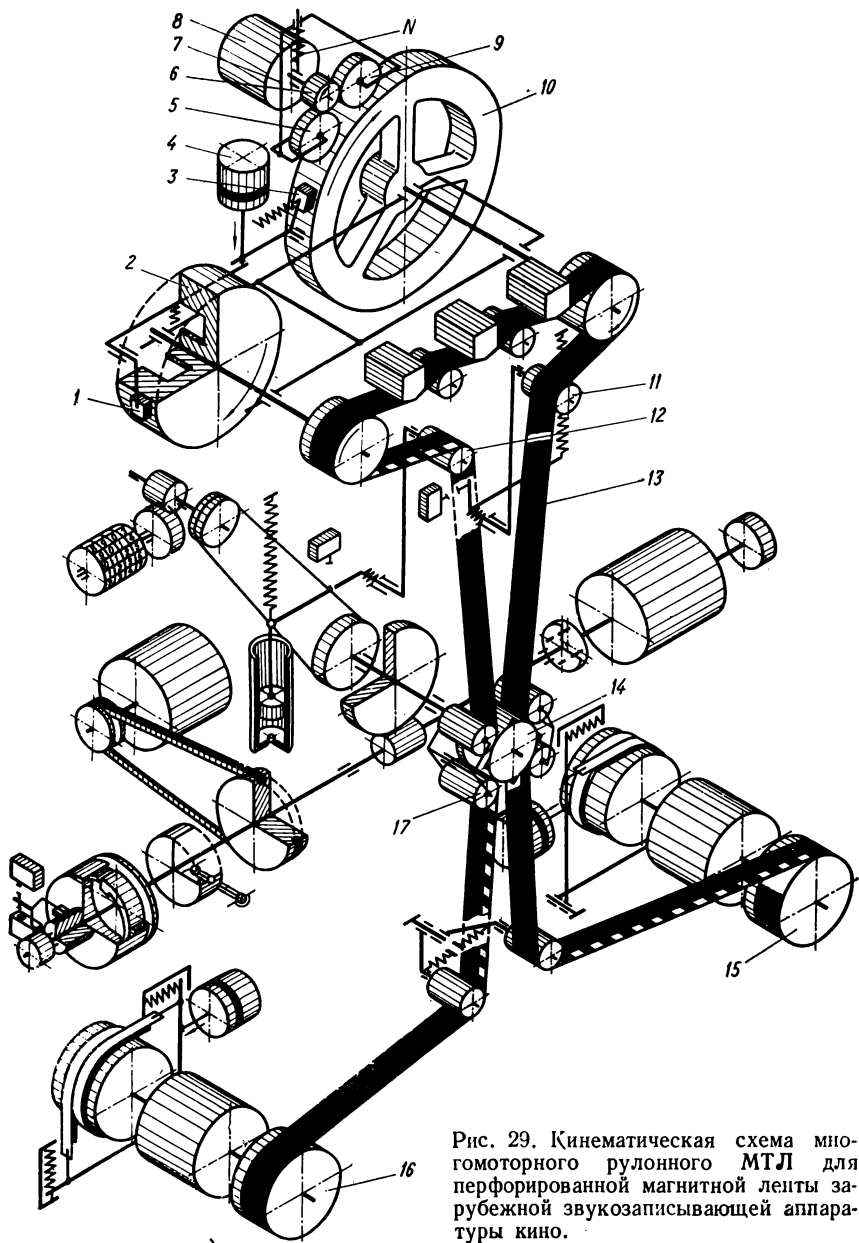


Рис. 29. Кинематическая схема много моторного рулонного МТЛ для перфорированной магнитной ленты зарубежной звукозаписывающей аппаратуры кино.

в АМЗ, устанавливаемой на космических объектах [3]. При этом кинематическая связь (замыкание) приемного и подающего рулонных накопителей может выполняться: 1) по валам их вращения; 2) по наружным поверхностям намотки рулонов. В первом случае натяжение ленты изменяется от начала к концу рулона намотки, во втором — остается неизменным (постоянным) в течение всей работы.

Кинематическая схема МТЛ, где рулонные накопители 15 и 23 имеют упругое замыкание по валам их вращения через спиральную заводную пружину 18, показана на рис. 30.

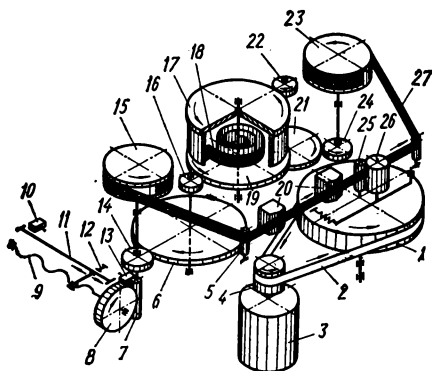


Рис. 30. Кинематическая схема одно-моторного рулонного МТЛ с упруго-замкнутой цепью накопителей с помощью спиральной пружины.

Наружный конец пружины прикреплен к барабану 17, зубчатый венец которого через зубчатые колеса 22, 21 и 24 соединен с валом приемного рулонного накопителя 23. Внутренний конец этой пружины укреплен на валу с зубчатым колесом 19, которое через зубчатые колеса 16, 6 и 14 соединено с валом подающего рулонного накопителя 15. Магнитная лента 27 транспортируется с постоянной линейной скоростью ведущим валом 25 и прижимным роликом 26 и взаимодействует с магнитными головками 20. Ведущий вал приводится во вращение

двигателем 3 через ременную передачу 2. При разматывании магнитной ленты с подающего рулона 15, который имеет в начале работы полную емкость, внутренний конец пружины 18 стремится увеличить завод и момент, который вначале максимален. В это же время приемный рулон 23 при наматывании ленты стремится размотать спиральную пружину 18 и уменьшить ее завод и момент. Ввиду того, что угловая скорость подающего рулона меньше, чем приемного (неодинаковость их диаметров), наружный конец спиральной пружины раскручивается быстрее, чем внутренний закручивается. При этом момент пружины плавно уменьшается, достигая своего минимального значения при равной емкости ленты на обоих рулонах. В дальнейшем угловая скорость приемного накопителя 23 будет уменьшаться, а подающего — увеличиваться, и, следовательно, спиральная пружина 18 будет закручиваться и увеличивать свой момент в обратной последовательности. В конце рулона ленты на подающем накопителе 15 момент спиральной пружины вновь будет мак-

симален. Чтобы магнитная лента 27 не была полностью размотана с подающего накопителя 15 или при реверсе движения ленты с приемного 23, на валу накопителя 15 укреплен червяк 7, вращающий червячное колесо 8 с ходовым винтом 9. Ходовой винт перемещает гайку 12 по направляющей каретке 11, на обоих концах которой установлены микропереключатели 10 и 13. Весь этот механизм представляет собой концевые переключатели. Отказ концевых переключателей или обрыв магнитной ленты может привести к поломке МТЛ, что является основным недостатком МТЛ с упругосвязанными рулонами [30, 31, 32].

Кинематическая схема МТЛ, где рулонные накопители 1 и 5 замкнуты между собой упругим (эластичным) плоским ремнем 2, показана на рис. 31. Этот ремень также глубоко обхватывает ведущие валы 4 и 7, вращаемые двигателем 11 через червячные передачи 10, 3 и 9, 8. Окружная скорость вала 4 выше на 3—6%, чем вала 7, что согласно теории ременных передач создает большее натяжение набегавших ветвей А и Б, чем сбегающих В и Г, а также большую окружную скорость  $V_1$  и  $V_2$ , чем  $V_3$  и  $V_4$ . Вследствие

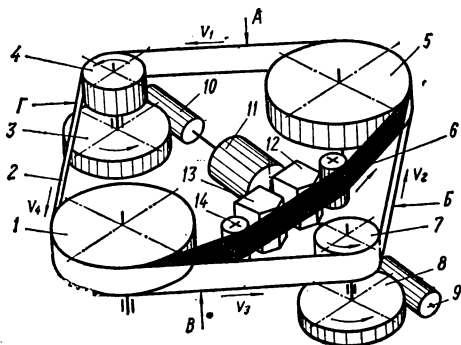


Рис. 31. Кинематическая схема одноторного бортового рулонного МТЛ с упругим замыканием накопителей плоским эластичным ремнем (привод «Изоэластик»).

этого, обхватываемый приемный рулон 5 будет иметь несколько большую окружную скорость, чем подающий рулон 1, а свободный участок ленты 6, имеющий контакт с магнитными головками 12, 13 и стойками 14, будет иметь некоторое натяжение. Это натяжение неизменно от начала намотки рулона к его концу и зависит только от разности окружных скоростей ведущих валов и эластичных свойств полиэфирного плоского ремня 2. При реверсировании движения ленты набегавшие и сбегающие ветви плоского ремня меняются местами, и скорость рулона 1 будет больше, чем рулона 5, что вновь обеспечит натяжение ленты в зоне магнитных головок (рабочей зоне). Описанный привод был предложен ведомством НАСА (США) для космических объектов и назван «Изоэластик» [3]. Недостаток—высокие требования к материалу приводного эластичного ремня.

**Механизмы с промежуточными накопителями магнитной ленты.** Специфическую группу составляют МТЛ с промежуточными (буферными) накопителями с запасом ленты от 0,5 до 2,5 м, которые

размещаются между рабочей зоной и обоими рулонными (основными) накопителями. Промежуточные накопители применяются для следующих целей:

1) исключения влияния значительных моментов инерции рулонных накопителей на время пуска и остановки ленты в рабочей зоне (время старт-стопа);

2) предупреждения появления остаточной деформации магнитной ленты в старт-стопных режимах МТЛ;

3) устранения влияния неравномерности скорости вращения рулонных накопителей на стабильность скорости движения ленты в рабочей зоне;

4) слежения за постоянством натяжения магнитной ленты во всем тракте;

5) уменьшения динамических перекосов и временных рассогласований (ошибок) сигналов.

В механизмах транспортирования ленты с промежуточными накопителями можно улучшить те или иные его характеристики. Например, уменьшение времени пуска и остановки, особенно при высоких скоростях движения ленты (до 304,8 см/с при времени 1...5 мс), позволяет осуществлять весьма уплотненную запись информации (нет больших чистых участков ленты между сигналами), точно и быстро находить требуемый участок ленты, мгновенно переводить ленту на реверсивное движение [18]. В некоторых МТЛ, например, важно не время пуска — остановки, а уменьшение временных рассогласований и неравномерности скорости движения ленты в рабочей зоне. Рассмотрим МТЛ с промежуточными накопителями.

В механизме транспортирования ленты с промежуточными вакуумными накопителями небольшой длины (около 0,4...0,6 м), предназначенными, в основном, для развязки рабочей зоны от неравномерностей вращения рулонных накопителей 4 и 14 (рис. 32), уменьшения динамических перекосов и временных рассогласований записываемой и воспроизводимой информации, применена новая рабочая зона с ведущим валом 6 большого диаметра (около 117 мм). Вал 6 жестко укреплен на валу двигателя 9 с большим перепадом угловых скоростей вращения (1 : 100), где для сглаживания высокочастотных колебаний скорости применен большой маховик 10 (около 50—55 Н). Лента 15 прижимается к ведущему валу отрицательным давлением —  $p$  и от поверхности вала отходит только на направляющие стойки 8 и 12 для подвода к блокам 7 и 11 магнитных головок. Отличительная особенность этого МТЛ состоит в том, что магнитная лента имеет механический контакт рабочим слоем (ферромагнитным) только с магнитными головками, а на остальных элементах тракта ее движения (стойках 1, 8 и 12) покоится на воздушной подушке (с зазором 10—20 мкм), создаваемой положительным давле-

нием воздуха  $+p$  от отдельного компрессора. В системе, следящей за емкостью ленты в промежуточных вакуумных карманах 2 и 3 и ее натяжением, применяются вакуумные индуктивные датчики давления, которые имеют выход к двум удлиненным щелям А внутри

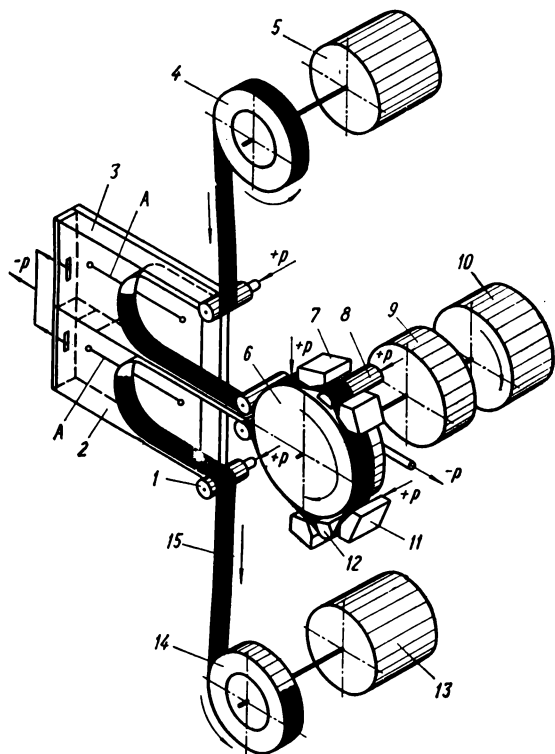


Рис. 32. Кинематическая схема рулонного МТЛ с вакуумными промежуточными накопителями современной аппаратуры широкополосной записи.

карманов. Датчики управляют моментами двигателей 5 и 13 рулонов приемного 14 и подающего 4 накопителей. Эта кинематическая схема МТЛ применена в аппаратуре широкополосной магнитной записи (от 400 Гц до 2 МГц) модели FR-1600 фирмой AMPEX [107], где временные рассогласования не превышают 3 мкс на скорости ленты 304,8 см/с, колебания мгновенной скорости не более 0,08% на скорости 152,4 см/с, натяжение ленты от начала к концу рулонов составляет  $4 \pm 0,08$  Н. Недостаток схемы — постоянный контакт ленты

(даже в режимах ускоренных перемоток) с магнитными головками, что вызывает их обоюдный износ.

В шестимоторном МТЛ с промежуточными накопителями в виде весовых карманов (рис. 33) рабочая зона подобна МТЛ вычисли-

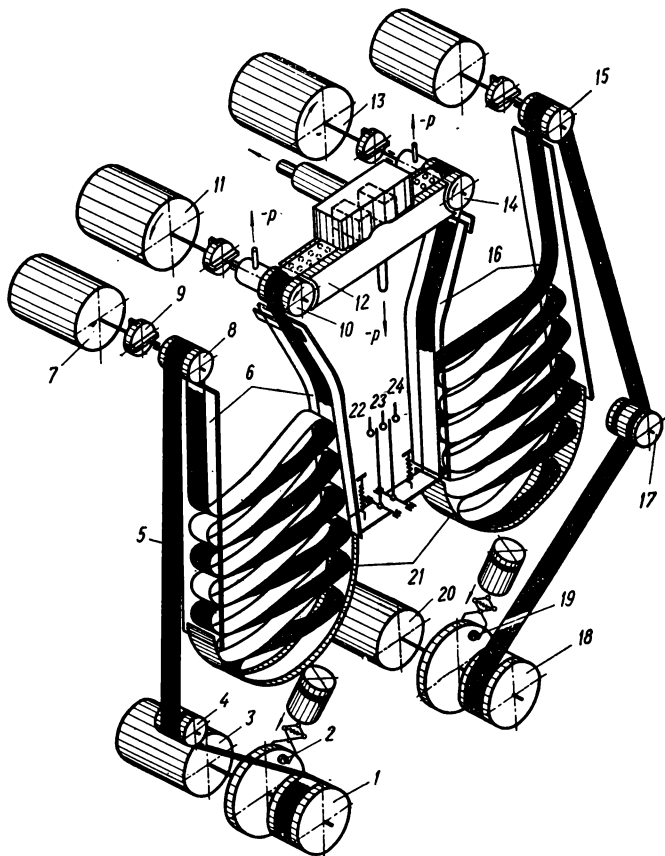


Рис. 33. Кинематическая схема шестимоторного рулонного старт-стопного МТЛ с «весовыми» промежуточными накопителями типа ненапряженный карман.

тельных машин с вакуумными промежуточными накопителями, но вместо прижимных роликов здесь применен поперечный вакуумный контакт ленты с ведущими валами 10 или 14, и прямой привод валов от двигателей 11 и 13. На входах весовых карманов 6 и 16 установлены балансные валы 8 и 15, вращаемые двигателями 7. Магнит-

ная лента 5 накапливается на весочувствительных рычагах 21, которые соединены с подвижным контактом и удерживаются в среднем положении пружинами. Пружины отрегулированы так, что увеличение массы петель ненапряженной ленты в кармане (увеличение длины) приводит к замыканию крайних контактов 22 и 24, а уменьшение массы (длины) — к замыканию средних контактов 23. Весочувствительные рычаги управляют работой двигателей 7 балансных ведущих валов и двигателями 3 и 20 рулонных накопителей 1 и 18. Остановка рулонных накопителей производится колодочными тормозами 2 и 19 вместо ленточных в ближайшем аналоге. К некоторым недостаткам этого МТЛ можно отнести работу исключительно при вертикальной ориентации весочувствительных карманов, применение дополнительных балансных ведущих валов с двигателями. Использован в вычислительной машине «Урал-14».

В четырехмоторном МТЛ с промежуточными рычажно-роликовыми накопителями (рис. 34) два ведущих вала 9 и 17 вращаются в разные стороны. Рабочая зона — прямолинейная, с блоком магнитных головок 13, двумя узлами прижимных роликов 10 и 18 и прижимных колодок. Эти узлы укреплены на пластинчатых пружинных безлюфтовых рычагах 12 и 16, которые жестко закреплены посередине на стойках плиты МТЛ. Ограничена рабочая зона направляющими роликами 8 и 19. С обеих сторон рабочей зоны установлены рычажно-роликовые промежуточные накопители, состоящие из роликов на подвижных рычагах 6 и 21 и роликов 5 и 20, оси вращения которых укреплены неподвижно на плите МТЛ. Оси вращения подвижных рычагов подпружинены и внизу на них размещены сельсин-датчики угла поворота 3 и 22. Рулонные накопители 1 и 24 вращаются через зубчатые редукторы от двигателей 2 и 23 соответственно, как и в большинстве МТЛ для цифровой записи в вычислительных машинах. За емкостью ленты следит ролик 25, рычаг которого соединен с потенциометром 26. Между прижимными роликами и ведущими валами, прижимными колодками и стоповыми стойками 11 и 14 имеется небольшой зазор (0,4—0,6 мм). В момент пуска, как и во всех старт-стопных МТЛ, промежуточные накопители имеют половинную емкость, т. е. подвижные рычаги находятся в среднем положении, а соответствующий прижимной ролик 10 или 18 подводится к своему ведущему валу 9 или 17 малоинерционным электромагнитом. Запас петель ленты выбирается со стороны подающего рулона, и увеличивается со стороны приемного рулона, при этом следящие системы через сельсин-датчики 3 и 22 воздействуют на двигатели 2 и 23, которые быстро восстанавливают исходное состояние и начальную емкость ленты в рычажно-роликовых промежуточных накопителях. Для остановки ленты в рабочей зоне прижимной ролик пластинчатым пружинным рычагом отводится от



ведущего вала, а обе прижимные колодки электромагнитами приводят ленту к стоповым стойкам 11 и 14, обеспечивая минимальное (до 3—10 мс на скорости до 2 м/с) время остановки. Сбалансированные относительно оси поворота рычаги с роликами обеспечивают нормальную работу МТЛ при механических воздействиях (вибрации,

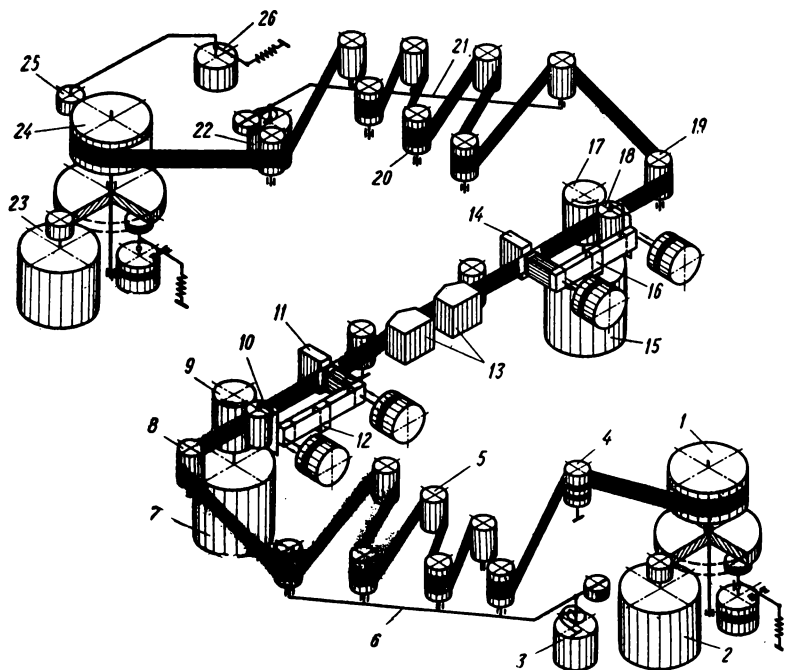


Рис. 34. Кинематическая схема четырехмоторного старт-стопного рулонного МТЛ с рычажно-роликовыми промежуточными накопителями.

тряски, ускорения). Такие МТЛ с рычажно-роликовыми промежуточными накопителями работоспособны при произвольной ориентации механизма в пространстве и применены в модели 750—7300 фирмой СЕС (США) для бортовой вычислительной машины [113].

**Механизмы с нулевой петлей.** В кинематической схеме МТЛ с нулевой петлей (без свободных участков магнитной ленты) с приводом Ньюэлл [135] два рулона 5 и 7 магнитной ленты плотно прижаты сильной пружиной 13 к обремененному ведущему валу 6, обхватываемому по углу  $\alpha$  (от 180 до 270°) участком ленты (рис. 35). Блок магнитных головок 12 устанавливается против ведущего вала

на подпружиненных безлюфтовых рычагах. Ведущий вал вращается двигателем 2. Необходимое условие работоспособности МТЛ с нулевой петлей — подтормаживание рулона, с которого разматывается магнитная лента в любом из направлений движения (например, согласно обозначенному стрелками движению, подтормаживание выполняется для рулона 5). Рулоны с магнитной лентой установлены на поворотных рычагах 3 и 9, а подтормаживание обычно выполняется: для студийной АМЗ электродвигателями 4 или 11, а для бытовой АМЗ — простыми ленточными тормозами с различными

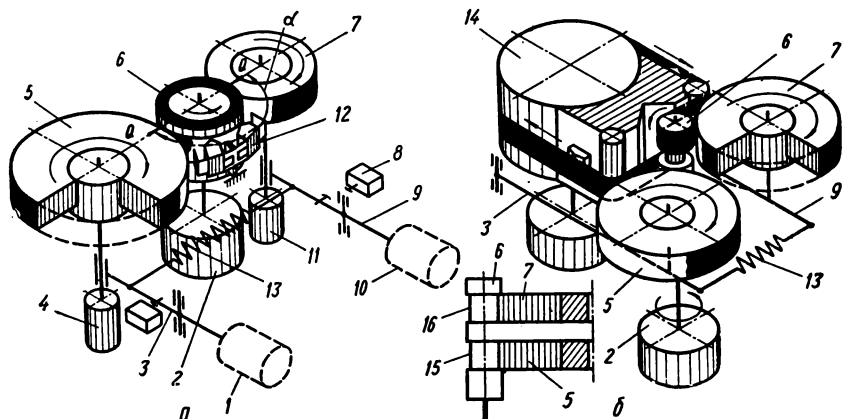


Рис. 35. Кинематическая схема рулонного МТЛ с нулевой петлей и приводом «Ньюэлл» (Newell) с плоским (а) и пространственным (б) трактом движения ленты.

тормозными моментами в зависимости от направления вращения рулонов. Простота кинематической схемы, высокие параметры взаимодействия ленты с головками, высокая плотность намотки рулонов, возможность работы при очень больших линейных скоростях (до 50 м/с), не достижимых для всех остальных МТЛ, являются достоинствами МТЛ с нулевой петлей. Недостаток — невозможность работы в условиях тряски и вибраций. Этот недостаток устраним, если вдоль подвижных рычагов разместить гиromотóры 1 и 10, оси вращения роторов в которых являются продолжением направления рычагов [66].

Тракт движения магнитной ленты в рассмотренном МТЛ плоский. Более сложную кинематическую схему имеет МТЛ с пространственным трактом движения ленты (рис. 35, б) [71], предназначенный для видеомагнитофонов с наклонно-сточной записью. Лента обхватывает на  $180^\circ$  по винтовой линии видеоблок 14 и замыкается

на разных уровнях ведущего вала *б* с глубоким обхватом его поверхности (около  $210^\circ$  каждая ветвь). Подвижные нижний *5* и верхний *7* рулоны входят в неглубокие направляющие проточки *15* и *16* ведущего вала, которые обеспечивают точную фиксацию рулонов по высоте МТЛ. Рулоны ленты прижимаются к ведущему валу пружиной *13*.

### 3. МЕХАНИЗМЫ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЛЕНТЫ С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗМЕЩЕНИЕМ РУЛОНОВ

В аппаратуре магнитной записи с жесткими требованиями к объему, занимаемому на объекте установки (самолете, автомашине, космическом корабле и др.), применяют МТЛ с пространственным размещением рулонов магнитной ленты. Кроме того, такое размещение часто единственно возможное и продиктовано трактом движения ленты, например, в видеомагнитофонах наклонно-строчной записи. В зависимости от применения МТЛ могут иметь различную компоновку в пространстве рабочей зоны и рулонных накопителей.

**Компоновка механизмов.** Различают следующие варианты компоновки МТЛ с пространственным размещением рулонов относительно рабочей зоны.

**Вариант I.** Рабочая зона *4* расположена за пределами рулонных накопителей *1* и *2*, размещенных соосно, и на уровне нижнего накопителя в одной с ним плоскости (рис. 36, *а*). Переход *3* магнитной ленты (перевод) с одного уровня на другой происходит в одной ветви между верхним рулоном и рабочей зоной.

**Вариант II.** Рабочая зона *4* расположена наклонно к плоскости рулонных соосных накопителей *1* и *2* (рис. 36, *б*) под углом  $\alpha$ , так что ветвь ленты до рабочей зоны находится на уровне нижнего рулона, а ветвь ленты после рабочей зоны — на уровне верхнего рулона. Ветви ленты испытывают только преломление в своей плоскости. Переход рассредоточен на две ветви равномерно (до и после рабочей зоны).

**Вариант III.** Рабочая зона *4* расположена под двумя рулонными накопителями *1* и *2*, которые размещены в одной плоскости (рис. 36, *в*). Переход ленты распределен равномерно в обоих участках *3* и *5* соединения накопителей с рабочей зоной.

**Вариант IV.** Рабочая зона *4* расположена между соосными рулонными накопителями *1* и *2* (рис. 36, *г*) в параллельной им плоскости. Магнитная лента плавно с нижнего накопителя *1* переходит участком *5* на уровень рабочей зоны, после которой также плавно участком *3* переходит на уровень верхнего накопителя *2*.

**Вариант V.** Рабочая зона 4 расположена между соосными рулонными накопителями 1 и 2 в плоскости, перпендикулярной плоскостям вращения накопителей (рис. 36, д). Магнитная лента, преломляясь в своей плоскости на  $90^\circ$ , по переходам 3 и 5 переходит с рабочей зоны 4 на накопители. Переход равномерно распределен на две ветви ленты, соединяющие рабочую зону и накопители.

**Вариант VI.** Накопители размещены в параллельных плоскостях с шагом  $S$ , а переход магнитной ленты выполнен внутри самой

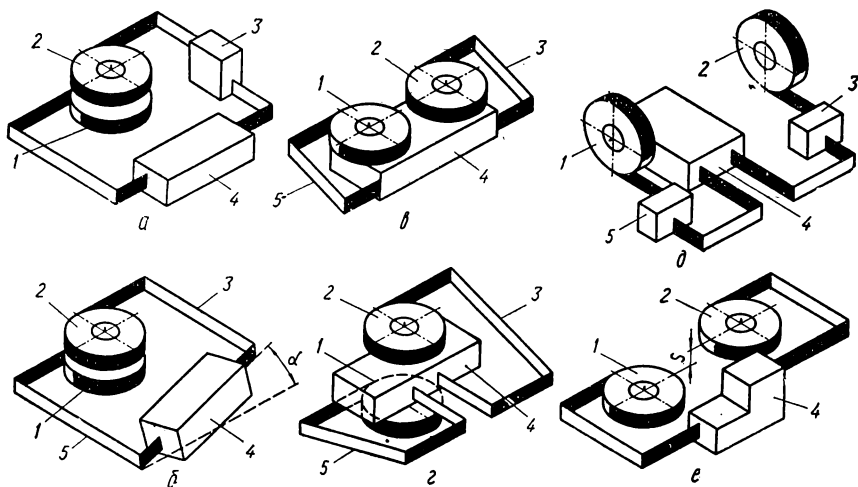


Рис. 36. Схемы построения рулонных МТЛ с пространственным размещением рулонов и рабочей зоны.

рабочей зоны и органически составляет с ней одно целое [например, в МТЛ видеомэгнитофонов наклонно-строчной записи (рис. 36, е)].

**Переходы магнитной ленты с одного уровня на другой** в зависимости от конструктивных элементов, осуществляющих перевод магнитной ленты с одного уровня на другой, можно разделить на две большие группы: 1) с подвижными элементами — роликовые; 2) с неподвижными — винтовые и профильные. От выбора перехода магнитной ленты зависят надежность работы МТЛ, срок службы ленты, размеры механизма, потери на трение и энергопотребление, динамические перекосы и временные ошибки обрабатываемой информации.

**Роликовые переходы** осуществляются с преломлением магнитной ленты в ее плоскости на определенный угол (от  $3$  до  $90^\circ$ ). При этом, если переход сосредоточен в одной ветви до или после рабочей

зоны, лента имеет двойное преломление в своей плоскости, а если равномерно рассредоточен на обе ветви до и после рабочей зоны, тогда лента имеет одинарное преломление в плоскости в каждой ветви.

В роликовом переходе с двойным преломлением магнитной ленты в плоскости на  $90^\circ$  (рис. 37, а) направляющий элемент 2 (ролик или стойка) имеет два канала (проточки) для ленты и обводной ролик 1. Оси вращения роликов лежат во взаимно перпендикулярных плоскостях. Лента с нижнего канала направляющего элемента 2, равномерно преломляясь в плоскости на  $90^\circ$ , обхватывает на  $180^\circ$  обводной ролик 1. Далее, вновь преломляясь равномерно в плоскости на  $90^\circ$ , лента поступает на верхний канал направляющего элемента 2. Необходимое условие работоспособности роликового перехода — перпендикулярность нейтральной линии  $N$  (средняя линия нейтрального слоя ленты) к образующей направляющего элемента и обводного ролика. При этом для двойного роликового перехода нейтральные линии обеих преломляемых ветвей должны быть параллельны друг другу и расстояние между ними равно высоте подъема ленты  $h$  на этом переходе, т. е. его шагу. Высота подъема ленты  $h = D_p + \delta$ , где  $\delta$  — толщина магнитной ленты, мм;  $D_p$  — диаметр обводного ролика. Ввиду большого угла преломления ленты в своей плоскости и недопустимости остаточной деформации при многократных прогонах ленты с натяжением минимальная длина перехода  $L_{\min}$  значительна. Для ленты шириной 25,4 мм  $L_{\min} \approx 240 \dots 250$  мм, для ленты 12,7 мм —  $L_{\min} \approx 140 \dots 150$  мм и для ленты 6,25 мм —  $L_{\min} \approx 90 \dots 100$  мм.

Роликовый переход с одинарным преломлением ленты в плоскости на  $90^\circ$  (рис. 37, б) представляет разновидность предыдущего перехода, выполненного между направляющим роликом 1, параллельным рулонному накопителю 3, и направляющим роликом 2 рабочей зоны, размещенной в плоскости, перпендикулярной плоскости накопителя. Такой вид перехода использован в АМЗ AD-1010 фирмы Sfim (Франция) [153]. Нейтральная линия должна быть перпендикулярной образующим роликов.

В простейшем роликовом переходе с двойным преломлением магнитной ленты МЛ в плоскости на небольшой угол (рис. 37, в) ролик 2 имеет верхний и нижний направляющие каналы. Лента обхватывает ролик 1 на угол  $180^\circ$  при равных диаметрах роликов 1 и 2 и более  $180^\circ$  — при большем диаметре ролика 1. Ролик 1 наклонен по отношению к ролику 2 на небольшой угол  $\alpha$ . Высота подъема магнитной ленты  $h = (D_p + \delta) \sin \alpha$ . Ролик 2 обычно обхватывается магнитной лентой на угол  $90^\circ$  каждой ветвью. Этот переход применяют для узких магнитных лент (6,25 мм и ниже), например в АМЗ модели T7001 фирмы Brüel und Kjaer (Дания) [6].

В наиболее распространенном роликовом переходе с двойным преломлением магнитной ленты *МЛ* (рис. 37, *в*) ролик *1* размещен на уровне нижнего рулонного накопителя, а ролик *2* — на уровне верхнего. Оси вращения роликов параллельны оси вращения накопителей, которые размещаются обычно в середине пространства

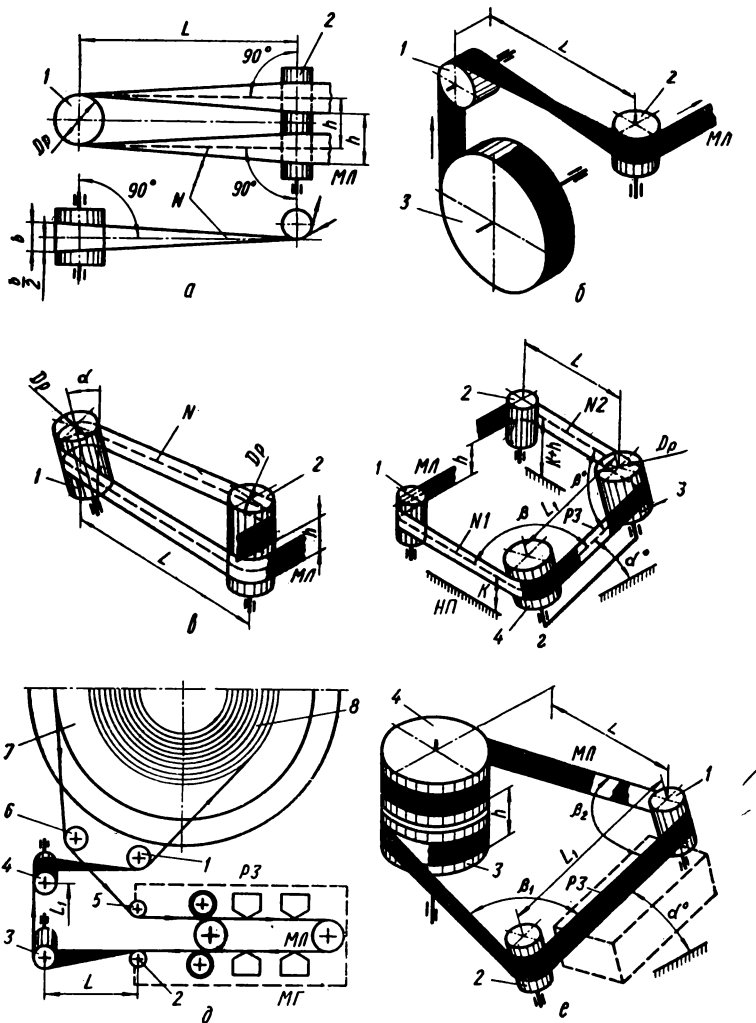


Рис. 37. Роликовые переходы магнитной ленты с одного уровня на другой.

между всеми роликами. Ролики 3 и 4 установлены под углом  $\alpha$  к роликам 1 и 2, причем ролик 3 размещен на уровне ролика 2, а ролик 4 — на уровне ролика 1. Лента между роликами 1 и 4, 3 и 2 имеет небольшое преломление в своей плоскости. Наклонный участок ленты под углом  $\alpha$  между роликами 4 и 3 преломления в своей плоскости не имеет и предназначен для размещения элементов рабочей зоны РЗ (ведущего вала, магнитных головок, прижимных роликов и др.). Нейтральные линии преломляемых участков N1 и N2 параллельны несущей плите НП механизма и между собой. Углы обхвата наклонных роликов  $\beta = 90^\circ$  и постоянны. Высота подъема магнитной ленты для этого перехода  $h = (D_p + \delta + L_1) \sin \alpha$ , где  $L_1$  — расстояние между центрами роликов 3 и 4. Длины участков преломления ленты между роликами 1 и 4, 3 и 2 обычно равны между собой. Этот переход применяют для лент любой ширины при относительно небольших углах наклона роликов, например в АМЗ фирмы Ralf Parsons (США).

Переход с двойным преломлением ленты МЛ плоскости (рис. 37, д) применен в серии самолетных самописцев AR-1600 и AR-1700 фирмой АМРЕХ [103]. Магнитная лента с уровня рабочей зоны РЗ, размещенной в одной плоскости с нижним подающим рулоном 7, после направляющего ролика 2, преломляясь в плоскости под небольшим углом ( $10-15^\circ$ ), поступает на наклонный ролик 3. Обхватывая этот ролик под углом  $90^\circ$ , лента без преломления поступает на второй наклонный ролик 4, параллельный ролику 3. Обхватывая ролик 4 на угол  $90^\circ$ , лента, преломляясь в плоскости, идет на верхний направляющий ролик 1, ось вращения которого параллельна оси вращения соосных рулонов 7 и верхнего приемного 8. Ролик 1 расположен в одной плоскости с верхним рулоном 8. Описанный роликовый переход сосредоточен в ветви ленты после рабочей зоны (по ходу движения ленты при записи — воспроизведении). Достоинство этого перехода — компактность и простота выполнения МТЛ с замкнутыми петлевыми рабочими зонами. Для ленты шириной 25,4 мм длина перехода  $L \approx 130 \dots 140$  мм, а расстояние  $L_1 \approx 120 \dots 130$  мм.

Упрощенная схема роликового перехода с двойным преломлением магнитной ленты в плоскости движения показана на рис. 37, е. Магнитная лента МЛ после наклонных роликов 1 и 2, преломляясь в плоскости, поступает одной ветвью на нижний подающий рулонный накопитель 3, другой — на верхний приемный 4. Углы обхвата  $\beta_1$  и  $\beta_2$  наклонных роликов по мере изменения диаметров намотки ленты на соосных рулонах изменяются, что нарушает перпендикулярность нейтральной линии образующим роликов преломляемого участка ленты. Чтобы уменьшить деформацию ленты, наружная, обхватываемая лентой, поверхность роликов выполняется бочко-

образной формы с большим радиусом 200—210 мм для ленты шириной 25,4 мм, 110—120 мм для ленты шириной 12,7 мм и 50—60 мм для ленты шириной 6,25 мм. Применяется описанный переход в АМЗ Р1-200, PS-300 фирмы Р1 (США) [105], «Миджетейп» (США) и др.

Бочкообразную форму роликов целесообразно использовать при больших преломлениях ленты в своей плоскости (от 30 и до 90°) для переходов с перпендикулярной нейтральной линией элементам перехода, что уменьшает деформацию ленты по ширине и потери на гистерезис в устройстве. Экспериментальные графики зависимости длины межцентрового расстояния  $L$  от угла наклона ролика в одной ветви, снятые автором в 1969 г., для роликовых переходов лент шириной 6,25 (кривая III); 12,7 (кривая II) и 25,4 мм (кривая I) показаны на рис. 38. Длина  $L = bn$ , где  $b$  — ширина ленты, мм;  $n$  — коэффициент умножения.

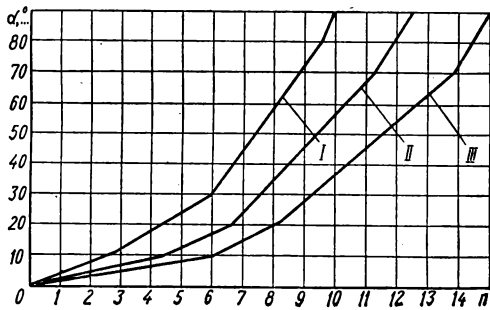


Рис. 38. Экспериментальные графики зависимости угла наклона ролика  $\alpha$  от межцентрового расстояния для роликовых переходов магнитной ленты.

Достоинства роликовых переходов — минимальные потери на трение, высокая надежность работы, многочисленность схемных решений для различных МТЛ; недостатки — сравнительно большие габаритные размеры и деформация лент.

**Винтовые переходы** магнитной ленты (рис. 39, а) представляют собой устройства, содержащие наклонный по отношению к оси рулонных накопителей цилиндр (барабан) 2 и два цилиндрических направляющих элемента 1 и 3, оси которых параллельны друг другу. Направляющий элемент 3 (обычно ролик) расположен на уровне верхнего накопителя, а ролик 1 — на уровне нижнего. Магнитная лента движется по винтовой линии наклоненного на угол  $\beta$  барабана и обхватывает его на угол 360°, при этом входная и выходная ветви ленты параллельны друг другу. Применяется описанный переход в видеомагнитофонах, например, фирмы АМРЕХ в модели VR-8000. Особенность этого перехода — направляющие ролики расположены после образующей  $K$  симметрично по обе стороны наклоненного барабана, что обеспечивает без малейших деформаций вход и выход ленты с барабана. Винтовой переход магнитной ленты (рис. 39, б) отличается от предыдущего тем, что ось барабана 2 параллельна осям рулонных накопителей. Наклонно, под



углом  $\beta$ , расположены направляющие ролики 1 и 3. При этом ветви ленты, направляющиеся на ведущий вал, имеют преломление в своей плоскости. Угол обхвата барабана  $356\text{--}360^\circ$ , как в видеомагнитофонах «Малахит» (СССР) или EL-3400 фирмы Philips.

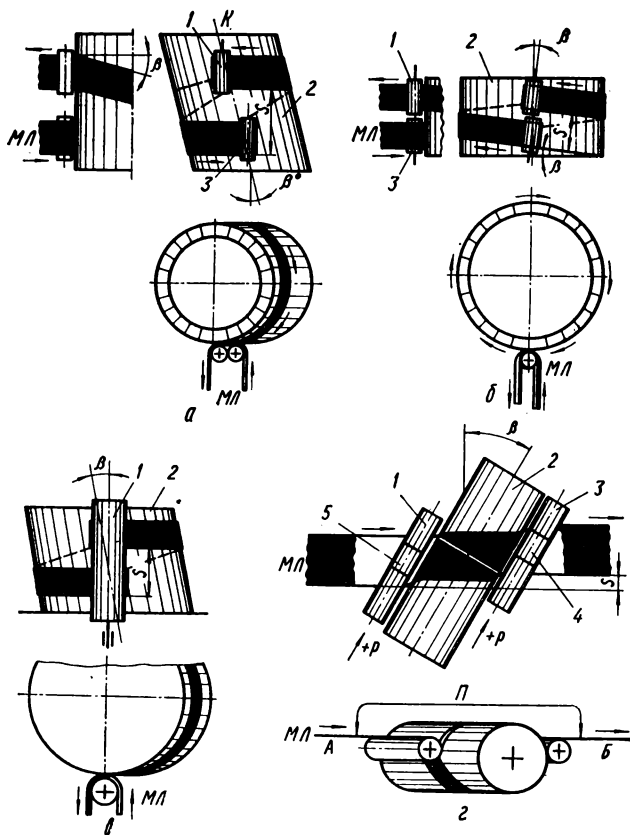


Рис. 39. Винтовые переходы магнитной ленты с одного уровня на другой.

Винтовой переход магнитной ленты (рис. 39, в) отличается от описанных ранее двух установкой одного направляющего ролика 1 вместо двух, что упрощает конструкцию устройства, но создает угол обхвата наклонного барабана  $359\text{--}360^\circ$ . Поэтому для исключения остаточной деформации ленты, по исследованиям автора,

применять этот переход рекомендуется для диаметров барабана свыше 50 мм (для ленты 25,4 мм) [49]. Вместо направляющего ролика 1 может быть установлен ведущий вал, что превращает этот переход в рабочую зону с пространственной нулевой петлей.

В ранее рассмотренных винтовых переходах лента обхватывала барабан на угол  $360^\circ$  или чуть менее, а направляющие элементы не имели наклона по отношению к ленте, т. е. нейтральная линия ленты была перпендикулярна к образующим этих элементов (роликов). Для большой группы МТЛ применяются винтовые переходы, где магнитная лента МЛ обхватывает наклонный неподвижный барабан 2 на угол  $180^\circ$  (иногда  $120^\circ$ ) по винтовой линии, а также наклонные направляющие стойки 1 и 3 на углы по  $90^\circ$  каждую по винтовой линии (рис. 39, з). Магнитная лента входного и выходного участков перехода А и Б должна лежать в одной плоскости П или параллельных, что является необходимым условием бездеформационного движения ленты в этом винтовом переходе. Если угол обхвата наклонного барабана лентой составляет  $180^\circ$ , то переход применяется для двухголовочных видеомагнитофонов, а если  $120^\circ$  — то для трехголовочных видеомагнитофонов цветной видеозаписи.

Достоинства винтовых переходов — компактность, равномерность растяжения и натяжения краев ленты и ее нейтральной линии, отсутствие преломления в плоскости ленты; недостатки — сравнительно большие потери на трение по неподвижным барабанам и го неподвижным стойкам возле барабана. Потери на трение могут быть сведены к минимуму следующими способами:

1. Выполняют вращаемой на шарикоподшипниках среднюю часть 4 и 5 для направляющих стоек 3 и 1' (рис. 39, з). Высота вращаемых частей равна  $2/3$  длины образующей стойки, контактирующей с лентой МЛ (при  $\beta \approx 10^\circ$  она близка к ширине ленты).

2. Выполняют верхнюю половину барабана 2 (для первых трех вариантов) вращаемой на шарикоподшипниках от ленты.

3. Создают от отдельного компрессора аэростатическую подушку 5—15 мкм между лентой и поверхностью стоек 1 и 3, а если необходимо — то и поверхностью барабана 2 с помощью положительного поддува  $+p$ . В зоне стоек, обращенной к ленте, выполняются отверстия диаметром 0,1—0,15 мм.

4. Создают автоматически аэродинамическую подушку между лентой и верхней половиной барабана при большой угловой скорости вращения.

При первом и втором способах, применяемых в МТЛ переносной к бортовой АМЗ, потери на трение снижаются на 20—40%, при третьем — в стационарной АМЗ — на 50—99%, при четвертом — в МТЛ профессиональных и бытовых видеомагнитофонов — на 30—50%.

**Профильные переходы** магнитной ленты (рис. 40, а) являются разновидностью винтовых и состоят из бруска 2 со скругленной цилиндрической рабочей гранью (можно и обыкновенный цилиндр) и направляющих роликов 1 и 3. Оси роликов взаимно перпендикулярны и расположены в параллельных плоскостях на расстоянии диаметра бруска плюс две толщины ленты. Брусок 2 имеет точный

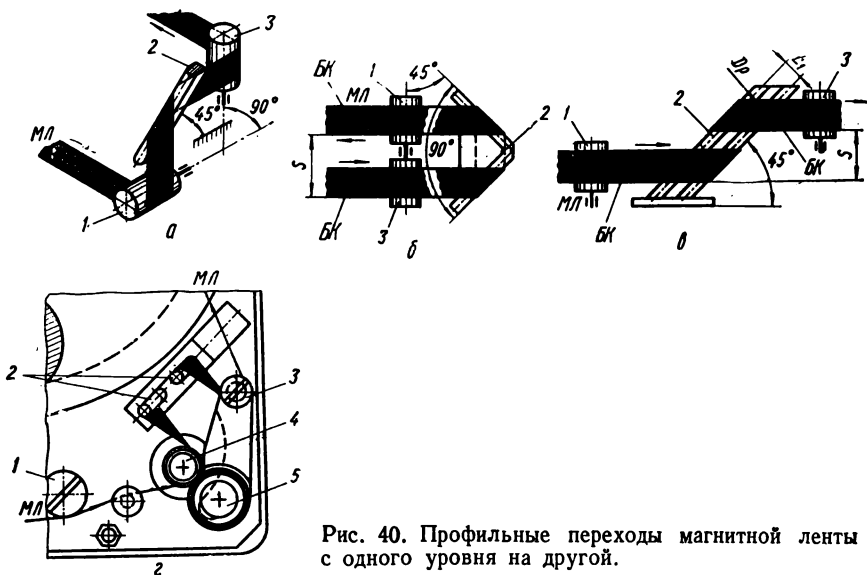


Рис. 40. Профильные переходы магнитной ленты с одного уровня на другой.

наклон рабочей грани под углом  $45^\circ$  к осям роликов 1 и 3. Магнитная лента движется на бруске по винтовой линии. Описанный переход применен в самолетном регистраторе фирмы Eliot.

В профильном переходе магнитной ленты (рис. 40, б) с трапецией 2 направляющие ролики 1 и 3 расположены в одной плоскости. Угол между рабочими цилиндрическими гранями трапеции  $90^\circ$ . Ролики по отношению к рабочим граням расположены под углом  $45^\circ$ . В этом переходе возможен переворот нижнего базового края БК ленты МЛ, поэтому его применяют только для МТЛ с несъемными рулонными накопителями.

В профильном переходе с двумя цилиндрическими стойками 2, установленными параллельно друг другу на небольшом расстоянии, лента МЛ не переворачивается (рис. 40, в). Стойки обычно устанавливают под углом  $45^\circ$  к базовому (нижнему) краю ленты, при этом шаг подъема  $S$  определяется диаметром стоек и расстоянием  $L_1$  между их центрами. Ролики 1 и 3 расположены в одной плоскости.

При небольших натяжениях ленты возможно применение перехода с двумя цилиндрическими наклонными стойками 2, одна из которых расположена на уровне нижнего накопителя, а другая — на уровне верхнего (рис. 40, з). Между ведущим валом 4 и нижней стойкой, верхней стойкой и направляющей стойкой 3 магнитная лента

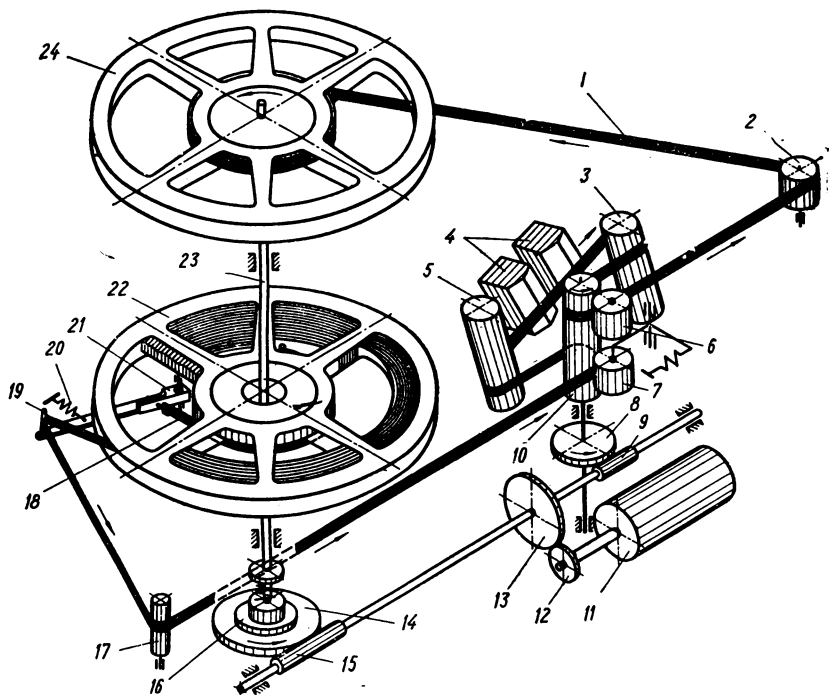


Рис. 41. Кинематическая схема одномоторного рулонного МТЛ с соосным расположением накопителей и замкнутой пространственной рабочей зоной.

преломляется в плоскости, как и в роликовых переходах. Стойки 2 обхватываются лентой на угол  $90^\circ$  каждая. Направляющая стойка 1 размещена на одном уровне с прижимным роликом 5. Описанный переход применен в портативном АМЗ PS-303М [143].

**Механизмы продольной записи с пространственным трактом.** Механизм транспортирования ленты, построенный по варианту VI компоновки, выполнен по одномоторной кинематической схеме (рис. 41). Обрезиненный ведущий вал 10 глубоко обхватывается на угол по  $180^\circ$  в плоскости нижнего подающего рулонного накопителя 22 и верхнего приемного 24. Переход магнитной ленты 1 осуществ-

лен в рабочей зоне на двух наклонных стойках 3 и 5, между которыми наклонно установлены головки 4 (по отношению к направлению движения ленты — перпендикулярно). Лента на наклонных стойках движется по винтовой линии. Ролики 6 и 7 прижаты к ведущему валу, который приводится в движение двигателем 11 через зубчатую (12, 13) и червячную (8, 9) передачи. Магнитная лента, разматываемая с нижнего подающего накопителя 22, растормаживает ленточный тормоз 18, укрепленный на поворотном рычаге 21. С помощью следящего штыря 19 и пружины 20 ленточный тормоз поддерживает постоянное натяжение магнитной ленты в ветви подающего накопителя. Для направления ленты до и после рабочей зоны установлены направляющие ролики 17 и 2. Лента 1 наматывается на приемный накопитель 24 с определенным натяжением, определяемым фрикционной муфтой. Ведущая часть муфты 14 получает вращающий момент от червяка 15, ведомая 16 установлена на валу 23 приемного накопителя 24 через обгонную муфту, которая при подмотке ленты жестко соединяет ведомую часть с валом 23, а при выключенном МТЛ в условиях тряски и вибраций препятствует самопроизвольному разматыванию ленты с приемного накопителя 24.

Достоинства — простота схемы, надежность работы; недостаток — отсутствие режимов ускоренных перемоток. Применяется в бортовой АМЗ для записи в одном направлении движения ленты [49].

В одномоторном МТЛ, построенном по варианту II компоновки, ведущий вал 11 с помощью постоянно включенного прижимного ролика 10 транспортирует магнитную ленту 8 (рис. 42). Привод ведущего вала осуществляется от двигателя 13 через червяк 14 и червячное колесо 15. Натяжение магнитной ленты до рабочей зоны в ветви подающего накопителя 5 создается тормозом покоя 4 и пружиной 3. Направляющие ролики 1, 18, 16, магнитные головки 17, ведущий вал 11, направляющая стойка 9 установлены на отдельной плате под небольшим углом  $\alpha$  к соосно размещенным накопителям. Намотка магнитной ленты на приемный накопитель 7 осуществляется от шкива 12 червячного колеса круглым ремнем 21 через фрикционную муфту 20 и от нее вторым ремнем 19 на шкив 2. Для предотвращения разматывания магнитной ленты с приемного накопителя в режиме «Стоп» или при транспортировке АМЗ установлен пластинчатый тормоз покоя 6 с фетровой подушкой, покоящейся на рулоне ленты. Описанная кинематическая схема МТЛ применена в малогабаритной профессиональной АМЗ модели Р1-300 фирмы Р1 (США) [142].

Кинематическая схема трехмоторного МТЛ, построенного по варианту II компоновки с узлами рабочей зоны и соосно расположенных накопителей типа жесткий рулон, изображена на рис. 43.

Ведущий вал 2 с прижимным роликом 16 транспортирует магнитную ленту 4. Электромагнит 1 прижимного ролика с помощью тяг поворачивает по стрелке  $k$  эксцентричные штыри 15, подводящие ленту к блокам головок 17 и 20. Для исключения вибрации штырей при движении магнитной ленты их рычаги подводят к жестким упорам 14. В режимах «Стоп», УХВ и УХН возвратная пружина 12 с помощью прижимного ролика и штырей 15 отводит магнитную ленту

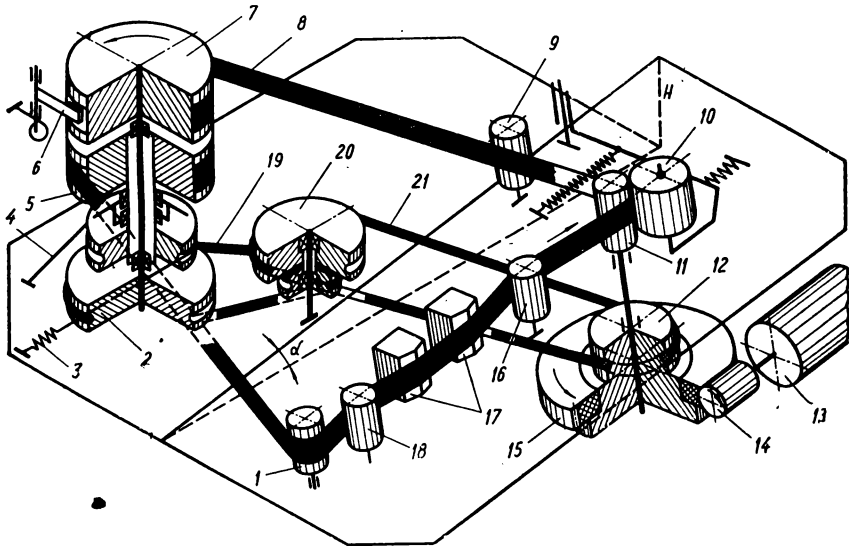


Рис. 42. Кинематическая схема одномоторного рулонного МТЛ с соосным расположением накопителей и разомкнутой плоской рабочей зоной.

от головок, при этом уменьшается их износ. Двигатель 13, направляющие ролики 3 и 11, головки 17 и 20 установлены под углом  $\alpha$  к соосным накопителям 9 и 10. Привод накопителей — косвенный, от автономных двигателей 6 и 19 посредством ремней 7 и 18. Ленточные тормоза выключаются электромагнитами 5 и 8.

Этот многоцелевой универсальный МТЛ, выполненный по одной кинематической схеме, при замене накопителя (роликового лабиринта на рулон ленты) сочетает функции оперативной памяти с замкнутым отрезком ленты или долговременной памяти с разомкнутым отрезком ленты. Достоинства — компактность, высокая надежность работы, универсальность. Подобная кинематическая схема МТЛ применена в профессиональной АМЗ модели PS-207 фирмы PI (США) [145].

Кинематическая схема трехмоторного МТЛ с промежуточными накопителями типа вакуумные карманы, построенного по варианту III компоновки с замкнутой рабочей зоной, двумя ведущими валами 8 и 10 и приводом от одного двигателя 11, показана на рис. 44. Магнитная лента 6 глубоко обхватывает ведущие валы (по  $125^\circ$ ) и имеет с ними надежный поверхностный контакт. Затем лента поступает

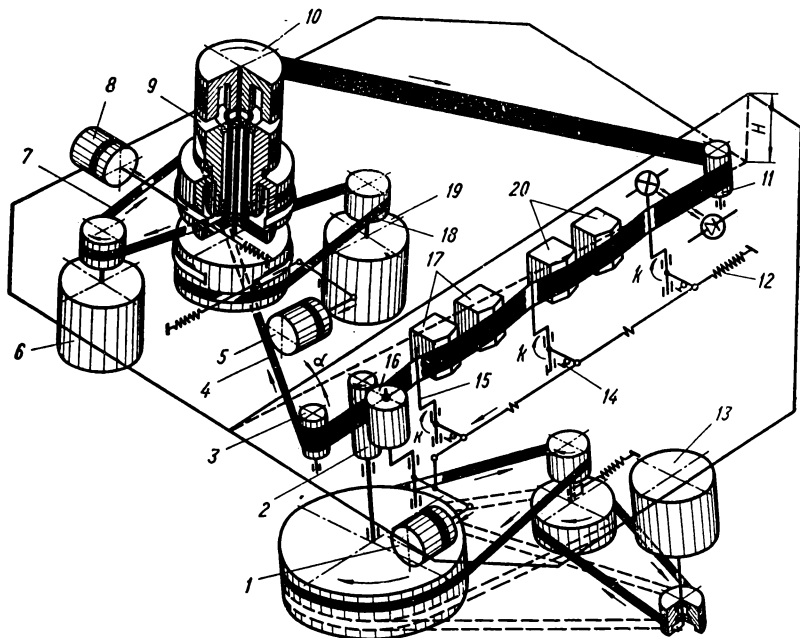


Рис. 43. Кинематическая схема трехмоторного рулонного МТЛ с разомкнутой рабочей зоной и соосным размещением накопителей.

в промежуточные накопители типа вакуумных карманов в виде петли длиной около 500 мм, где создается разрежение  $-p = 30$  кПа (225 мм рт. ст.). Возле вакуумных карманов 4 и 17 лента направляется роликами 7 и 12, оси вращения которых параллельны осям вращения валов. Далее лента, преломляясь в плоскости на небольшой угол  $\alpha$ , по наклонным роликам 13 и 14, 5 и 2 поднимается на уровень накопителей 16 и 3. Преломляясь еще раз в плоскости, лента после перпендикулярных плите МТЛ роликов 15 и 1 поступает на накопители. Слежение за длиной петли в вакуумных карманах осуществляет фототриодная система. Время старт-стопа этого МТЛ не превышает 6 мс при скорости движения ленты

190,5 см/с. Тракт движения ленты выбран так, что лента рабочим слоем контактирует только с магнитными головками 9. Это увеличивает срок службы ленты и элементов тракта МТЛ, который был применен в бортовом устройстве дискретной памяти в модели АТМ-13 фирмы АМРЕХ (США) [92].

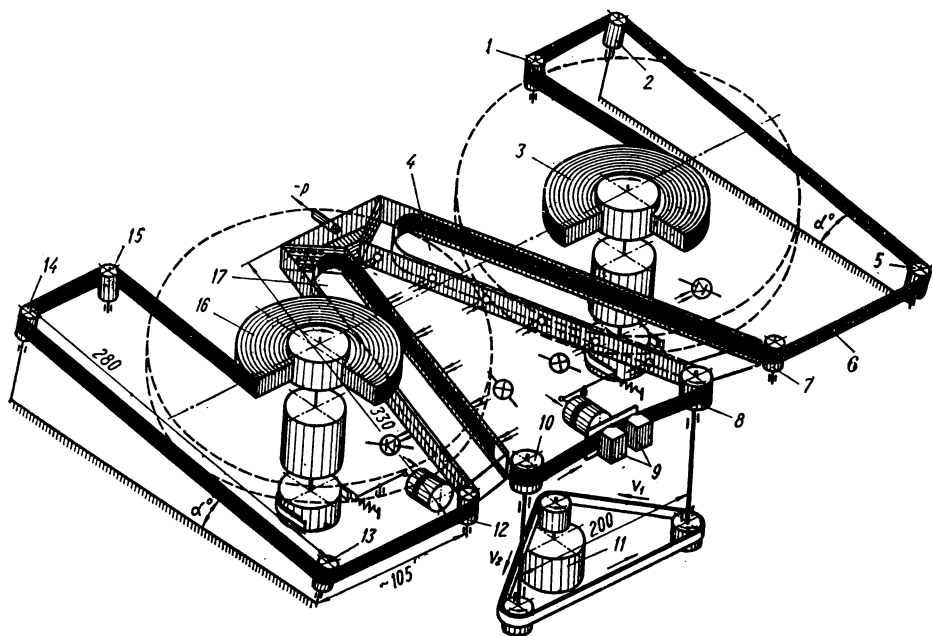


Рис. 44. Кинематическая схема трехмоторного рулонного МТЛ с размещением промежуточных накопителей под основными накопителями.

**Механизмы наклонно-строчной записи с пространственным трактом.** Кинематическая схема МТЛ одноголовочного видеомэгнитофона с нулевой петлей в рабочей зоне, т. е. участком 2 видеоленты 7, который обхватывает по винтовой линии видеоблок 3 и замыкается без свободных участков на разных уровнях ведущего вала 9, показана на рис. 45, а. Видеоголовка 4, установленная на диске, имеет косвенный привод от двух двигателей. Головки звука 5 и синхроимпульсов 11 размещены непосредственно в нижнем и верхнем направляющих барабанах видеоблока. Стирающая головка 10 вынесена из рабочей зоны и расположена в ветви подающего накопителя 1. Приемный 6 и подающий 1 накопители имеют прямой привод. При использовании этой схемы для МТЛ продольной записи вместо видеоблока устанавливают наклонный цилиндр 3 с неподвиж-



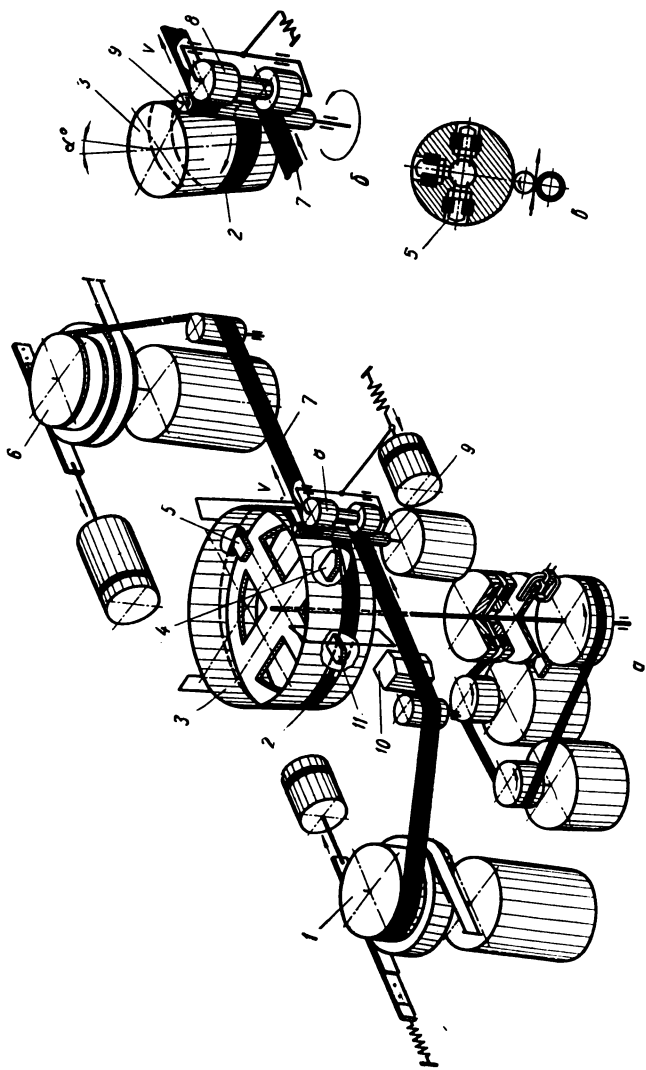


Рис. 45. Кинематическая схема рулонного МТЛ видеоманитофона с нулевой петлей в рабочей зоне.

ными головками 5, размещенными по винтовой линии (рис. 45, б, в). Достоинства описанной кинематической схемы — высокие параметры скорости движения видеоленты, повышенные защитные свойства рабочей зоны, простота тракта прохождения ленты: Ее применяют в АМЗ профессиональной и специальной видеозаписи.

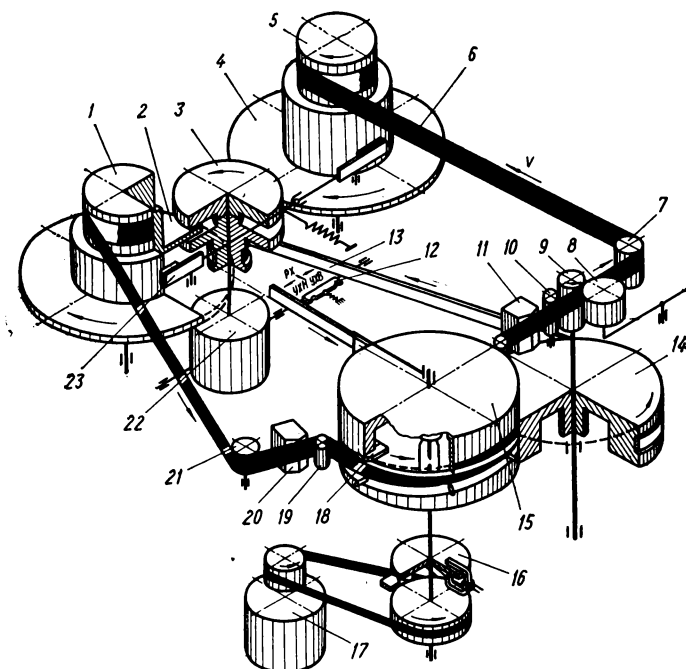


Рис. 46. Кинематическая схема рулонного МТЛ видеомagnитофона с одноплоскостным размещением накопителей.

В кинематической схеме МТЛ двухголовочного видеомagnитофона LDL-1000 фирмы Philips (рис. 46) имеется наклонный видеоблок с неподвижным нижним и вращающимся верхним барабанами 15 [139]. В верхнем барабане установлены две видеоголовки 18 под углом  $180^\circ$  по окружности барабана. Привод верхнего барабана — косвенный, осуществляется от двигателя 17 посредством плоского ремня. На валу барабана 15 размещен диск индукционного тормоза 16. Видеолента 6 обхватывает видеоблок по винтовой линии на угол  $180^\circ$  и следует на конусные направляющие стойки 19 (конусность вверх), установленные по обе стороны барабана. Обхватывая стойки на угол  $60^\circ$ , видеолента взаимодействует с головкой стирания 20

с одной и универсальной 11 с другой стороны видеоблока 15. Видеоленга 6 благодаря специально рассчитанному наклону конусных стоек 19 в двух плоскостях не имеет преломлений в своей плоскости и располагается после направляющих роликов 21, 10 и 7 на одном уровне. Привод ведущего вала 9 — косвенный, осуществляется от двигателя 22 посредством плоского ремня 13 и маховика 14. Транспортирование видеоленты — фрикционное, осуществляется парой ведущих вал 9 — прижимной ролик 8. На валу ведущего двигателя 22 размещена дисковая индукционная шестиполусная муфта 3 с постоянными магнитами (индуктор). В торцевой зазор между магнитными дисками в режимах рабочего хода (запись — воспроизведение) равномерно входят алюминиевые диски 2 и 4, жестко укрепленные на валах подающего 1 и приемного 5 накопителей магнитной ленты. Индукционная муфта 3 создает при этом необходимое натяжение видеоленты на обоих накопителях. В режиме УХВ двигатель 22, установленный на подвижной каретке 12, перемещается прямолинейно в сторону приемного накопителя 5. Муфта 3 при этом глубоко заходит над поверхностью диска 4, а с диска 2 подающего накопителя почти полностью выходит. В этом режиме максимальный вращающий момент передается приемному накопителю 5, а подтормаживание подающего накопителя 1 обеспечивается небольшим фрикционным тормозом покоя. В режиме УХН двигатель 22 перемещается в сторону накопителя 1, муфта 3 глубоко заходит над поверхностью 2 и остальное происходит аналогично описанному выше режиму УХВ. Остановка видеоленты осуществляется тормозной системой 23.

Достоинства — расположение рулонных накопителей в одной плоскости, что упрощает зарядку тракта МТЛ, обеспечивает возможность установки дополнительного тракта для звуковой ленты, исключает остаточную деформацию видеоленты и повышает надежность работы. Недостаток — намотка видеоленты на приемный накопитель рабочим слоем наружу.

В кинематической схеме МТЛ двухголовочного видеомэгнитофона (рис. 47, а) с наклонным видеоблоком 23 применяют вращающуюся видеоголовку 24 с автономным двигателем. Видеолента 1 обхватывает видеоблок по активной (рабочей) и замыкающей поверхностям по 180° каждую и выходит на нижний и верхний параллельные уровни ведущего вала 25 прямого привода. На валу двигателя 21 установлен шкив 22. К ведущему валу поджимается обрeзиненный ролик 26. После направляющих роликов 27 и 20, размещенных на разных уровнях, видеолента поступает на соосно расположенные накопители (катушки) 8 и 9. К наружной поверхности рулонов видеоленты накопителей подведены с определенным радиальным усилием эластичные плоские ремни с буртиком посередине

(мягкая резина, полиуретан) 5 и 11. Ремни размещены на группе роликов 4 и 7, 10 и 13. Ролики 10 и 7, в свою очередь, состоят из двух секций, например 30 и 31, размещенных по разные стороны концов при-

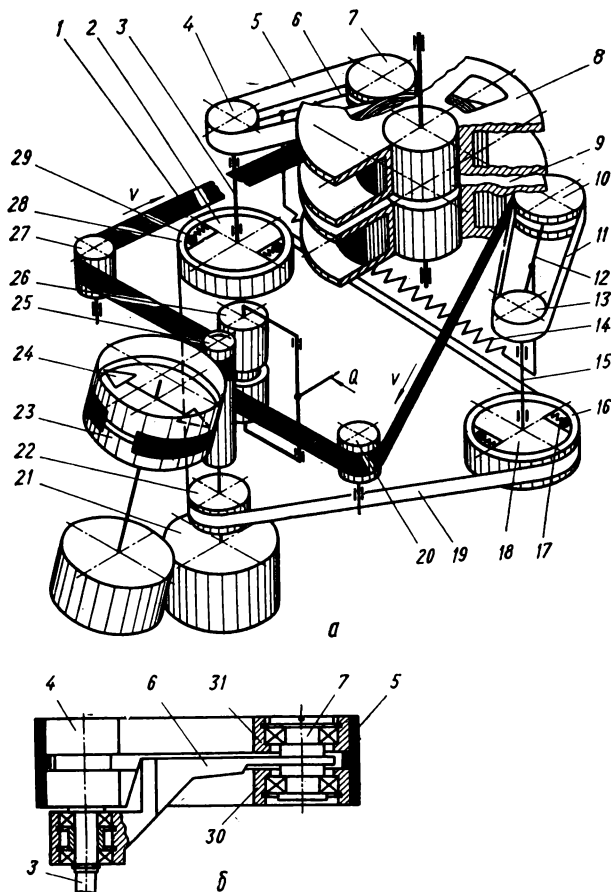


Рис. 47. Кинематическая схема МТЛ одноголовочного видеоманитофона с ременным приводом соосных накопителей за наружную поверхность рулонов.

жимных рычагов 6 или 12 (рис. 47, б). Прижимные рычаги соединены между собой длинной пружиной растяжения 14. Ролики 4 и 13 жестко укреплены на вращаемых валах 3 и 15, с нижней стороны которых размещены неподвижно внутренние части 2 и 18 обгонных муфт разностороннего действия. Через подпружиненные шарики

29 и 17 внутренние части имеют контакт с наружными шкивами 28 и 16, вращаемыми от ведущего вала ремнем 19. При движении видеоленты 1 с нижнего накопителя 9 на верхний 8 наружный шкив 28 передает вращение на ролик 4 и ремень 5, который наматывает видеоленту на катушку 8. Окружная скорость ремня на 5—10% больше скорости подачи видеоленты ведущим валом 25, что обеспечивает

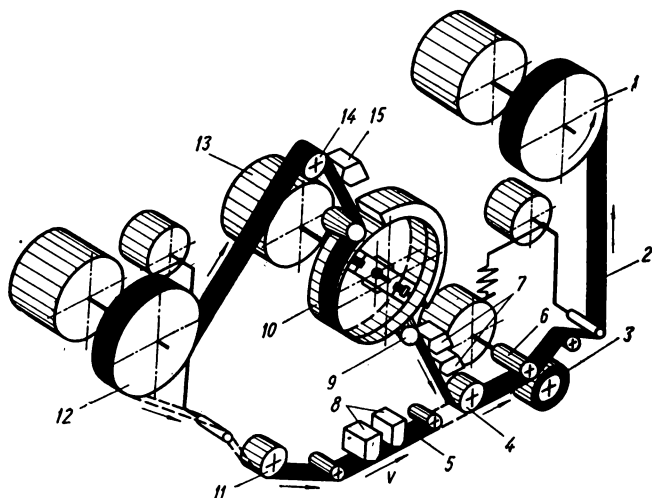


Рис. 48. Кинематическая схема рулонного многоцелевого (совмещенного) МТЛ видеоманитофона и стереоманитофона.

стабильное натяжение видеоленты в этой ветви от начала до конца рулона. Наружный шкив 16 при этом не передает вращающего момента внутренней части 18 и ролику 13, который вращается только ремнем 10 при разматывании видеоленты с рулона нижнего накопителя 9. Натяжение видеоленты в этой ветви, стабильное от начала до конца рулона, создается только за счет сил упругого гистерезиса (внутреннего трения) материала плоского ремня 11. При реверсе вращения ведущего вала описанные процессы наматывания и разматывания видеоленты 1 повторяются аналогично, но в обратной последовательности.

Достоинства — минимальное энергопотребление, стабильное натяжение видеоленты без специальных систем слежения, отсутствие отдельных тормозных систем (их роль выполняют рычаги с ремнями), возможность работы в условиях тряски и вибраций. Описанная схема применяется в бортовой аппаратуре видеозаписи, размещаемой на подвижных объектах. [56].

В кинематической схеме совмещенного двухголовочного бытового видеомэгнитофона для ленты шириной 6,25 мм в модели X-500 VT фирмы АКАИ (Япония) [88] предусмотрены два отдельных тракта движения ленты: для видеозаписи и стереофонической звукозаписи (рис. 48). Тракт ленты видеозаписи состоит из подающего 12 и приемного 1 накопителей видеоленты 2, направляющих

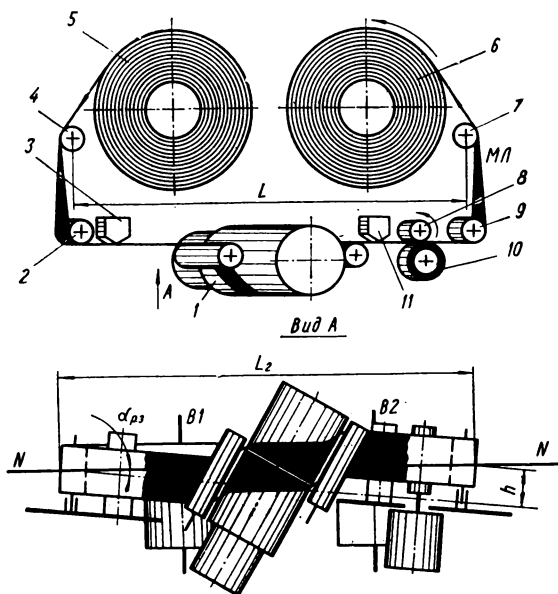


Рис. 49. Кинематическая схема МТЛ видеомэгнитофона с расположением рулонных накопителей ленты на одном уровне.

роликов 14 и 4, стирающей головки 15, видеоблока 10 с конусными направляющими стойками 9, двигателя видеоголовок 13, головок универсальных звукового сопровождения и синхроимпульсов 7, ведущего вала 6 прямого привода, прижимного ролика 3. Накопители 12 и 1 расположены на одном уровне (как в видеомэгнитофоне LDL-1000 фирмы Philips). Тракт ленты звукозаписи состоит из накопителей 12 и 1, направляющих роликов 11 и 4, блока головок стирания и двухканальной стереофонической записи — воспроизведения 8 звука, ведущего вала 6 с прижимным роликом 3 и ленты звукозаписи 5. Следовательно, при установке дополнительного ролика 11 и блока головок звукозаписи 5 с направляющими стойками появилась возможность поочередно, независимо производить видео-

и звукозапись с использованием ленты одной ширины (6,25 мм). Достоинства — универсальность и высокая надежность работы МТЛ.

В некоторых МТЛ видеомagnитофонов наклонно-строчной записи (рис. 49) рулонные накопители 5 и 6 можно расположить на одном уровне, если наклонить рабочую зону на угол  $\alpha_{p.z} = \arcsin h/L_2$ , где  $h$  — уровень (шаг) подъема ленты в рабочей зоне;  $L_2$  — длина горизонтальной линии  $NN$  по середине наклонных роликов, равная сумме расстояния между центрами роликов 4 и 7, наружного диаметра одного из этих роликов (равных) и толщине магнитной ленты  $MЛ$ . При этом оси направляющих роликов 4 и 7 параллельны валам  $B1$  и  $B2$  рулонных накопителей, а оси роликов 2 и 9 наклонены на угол  $\alpha_{p.z}$ . Магнитная лента  $MЛ$  между роликами 4 и 2, 7 и 9 имеет небольшое преломление в своей плоскости. Наклон рабочей зоны такого МТЛ небольшой, например, для видеомagnитофона с катушками № 18 типа 1 он составляет угол  $3^\circ$ , но создает удобства заправки тракта и эксплуатации, упрощает АМЗ. В рабочую зону этого МТЛ входят, кроме наклонных роликов 2 и 9, магнитные головки стирания 3, универсальная 11, видеоблок 1, ведущий узел 8 с прижимным роликом 10.

#### Глава IV

### КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАБОЧИХ ЗОН

#### 1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛЕНТЫ С МАГНИТНЫМИ ГОЛОВКАМИ И КОНСТРУКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Рабочая зона МТЛ определяет тракт движения участка ленты, взаимодействующей с магнитными головками, и определяет основные качественные параметры этого взаимодействия, поэтому выбору и применению типовых или разработке новых кинематических схем и конструктивных исполнений необходимо уделять особое внимание [13].

Рабочая зона МТЛ является частью сквозного канала АМЗ, поэтому характеристики зоны должны согласовываться с параметрами остальных электронных блоков и условиями эксплуатации аппаратуры. При этом рабочие зоны должны обеспечивать:

- 1) заданную скорость перемещения магнитной ленты относительно магнитных головок;
- 2) заданную стабильность (равномерность), определяемую коэффициентами колебания скорости  $K_c$  или детонации  $K_d$ , и скорость перемещения ленты или магнитных головок;

3) возможно простой тракт (схема движения) ленты для удобства заправки и разрядки ее;

4) минимальные потери на трение в тракте для уменьшения износа ленты, головок и контактирующих с лентой конструктивных элементов;

5) взаимозаменяемость лент с записью информации, выполненной на одной рабочей зоне, при воспроизведении ее на идентичных рабочих зонах МТЛ;

6) минимально допустимые статические и динамические перекосы ленты;

7) минимальные остаточные деформации магнитной ленты в течение заданного времени эксплуатации;

8) высокую надежность работы при заданных механических и климатических воздействиях;

9) заданную отдачу пары лента — головка в течение времени эксплуатации АМЗ;

10) требуемую жесткость конструкции, простоту ее изготовления, сборки, настройки, возможность унификации.

Рабочие зоны МТЛ различают по взаимодействию ленты с магнитными головками и конструктивными элементами (ведущим валом, роликами и др.) и трактам магнитной ленты. Взаимодействие ленты с магнитными головками и конструктивными элементами, имеющими контакт с лентой в процессе записи — воспроизведения информации, определяется динамическим состоянием головок и ленты, способом ее перемещения, видом движения ленты, направлениями перемещения, способом контакта ленты с магнитными головками (рис. 50).

Под динамическим состоянием головок и ленты понимают взаимодействие подвижной или неподвижной ленты с подвижными или неподвижными магнитными головками. Неподвижные головки и подвижную (перемещаемую) магнитную ленту с постоянной линейной скоростью применяют в рабочих зонах МТЛ аналоговой магнитной записи, неподвижную ленту и неподвижные магнитные головки, оставляющие магнитные отпечатки на ленте, в режиме записи информации — в рабочих зонах цифровой записи. Процесс воспроизведения в этих рабочих зонах осуществляется при перемещении магнитной ленты. Неподвижная магнитная лента и подвижные вращающиеся головки применяют в рабочих зонах анализаторов, когда выбранный участок на ленте многократно воспроизводится и анализируется. Лента фиксируется стоповым рычагом. В режиме поиска необходимого участка информации магнитная лента перемещается с небольшой скоростью мимо вращающегося барабана с головкой. Подвижную магнитную ленту, взаимодействующую с неподвижными и вращающимися головками, применяют в рабочих



зонах МТЛ видеомagnитофонов, а также в некоторых совмещенных МТЛ аналоговой записи, выполняющих несколько функций поочередно.

**Способы перемещения магнитной ленты.** Перемещение или транспортирование магнитной ленты в рабочих зонах МТЛ может выполняться : 1) с преобразованием вращательного движения эле-

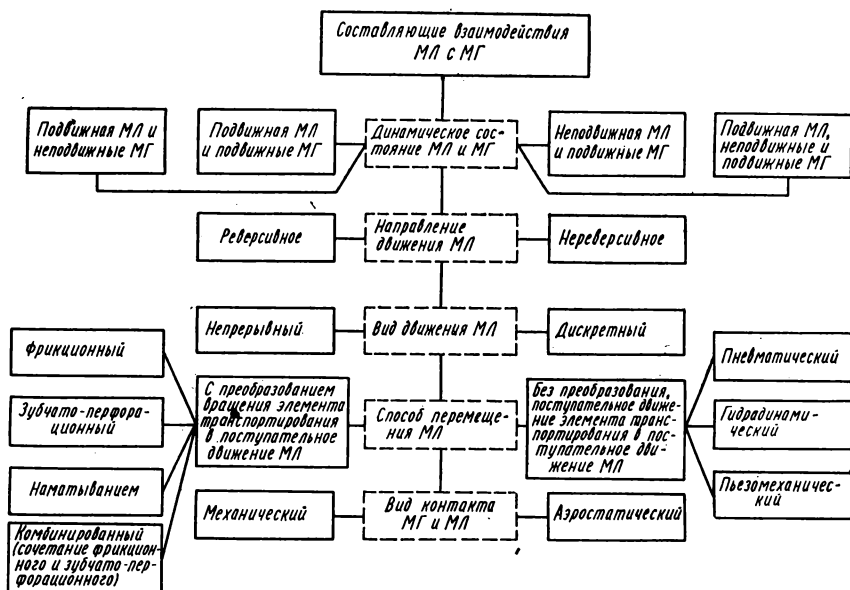


Рис. 50. Классификация взаимодействия магнитной ленты с головками.

мента транспортирования (ЭТ) в поступательное движение ленты; 2) без преобразования, т. е. поступательное движение ЭТ осуществляет поступательное движение ленты. Первое наиболее распространено и известно давно, второе — изобретено недавно (1968—1970 гг.)

Транспортирование магнитной ленты с преобразованием вращательного движения ЭТ в поступательное ленты осуществляется цилиндрическим телом — ведущим валом или его разновидностями (зубчатым или гладким барабаном). При этом различают три способа транспортирования магнитной ленты: 1) фрикционный\*; 2) зубчато-перфорационный; 3) наматыванием [48]. Первый и третий способы транспортирования применяются в рабочих зонах с непер-

\* Название в 1964 г. предложил канд. техн. наук Д. Г. Луарсабишвили.

форированной магнитной лентой, второй — только с перфорированной.

**Фрикционное транспортирование** осуществляется за счет сил трения (лат. *frictio*) между магнитной лентой и ведущим валом. При этом сила трения, обуславливающая механическое сцепление ленты с валом и являющаяся максимальной силой транспортирования, должна всегда превышать (в 1,5—3 раза) силы сопротивления тракта рабочей зоны.

В зависимости от распределения действия сил трения между магнитной лентой и ведущим валом для фрикционного способа транс-

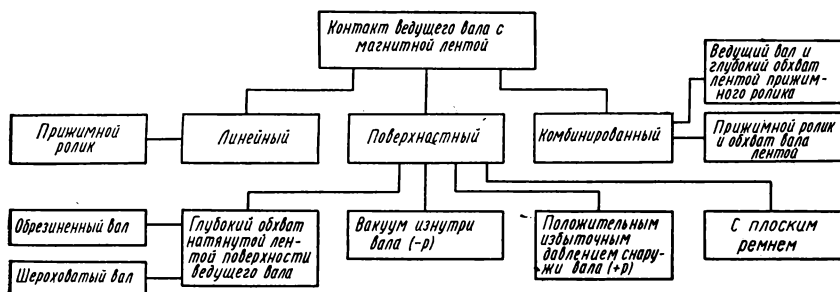


Рис. 51. Виды контакта магнитной ленты с ведущим валом.

портирования различают линейный, поверхностный и комбинированный контакты этих элементов (рис. 51). Силы трения при фрикционном транспортировании создаются внешними и внутренними по отношению к ведущему валу конструктивными элементами или источниками, прижимающими ленту к нему с определенным радиальным усилием.

При сосредоточенном действии сил трения транспортирования на линейном участке взаимодействия лента — ведущий вал возникает линейный (узкоповерхностный) контакт этих элементов. Силы трения при линейном контакте ленты — ведущий вал обеспечиваются наружным конструктивным элементом (прижимным роликом или роликами) (рис. 52). Эластичный рабочий слой ролика 1 (резина, полиуретан) с небольшим обхватом ленты *МЛ* и ведущего вала 2 деформируется, поэтому теоретически линейный контакт превращается практически в лункообразный узкоповерхностный (рис. 52,а). Чем жестче материал рабочего слоя ролика и меньше его толщина, тем меньше эта поверхность контакта и наоборот.

При рассредоточенном действии сил трения на значительную поверхность взаимодействия лента — ведущий вал при транспортировании возникает поверхностный контакт этих элементов. Силы

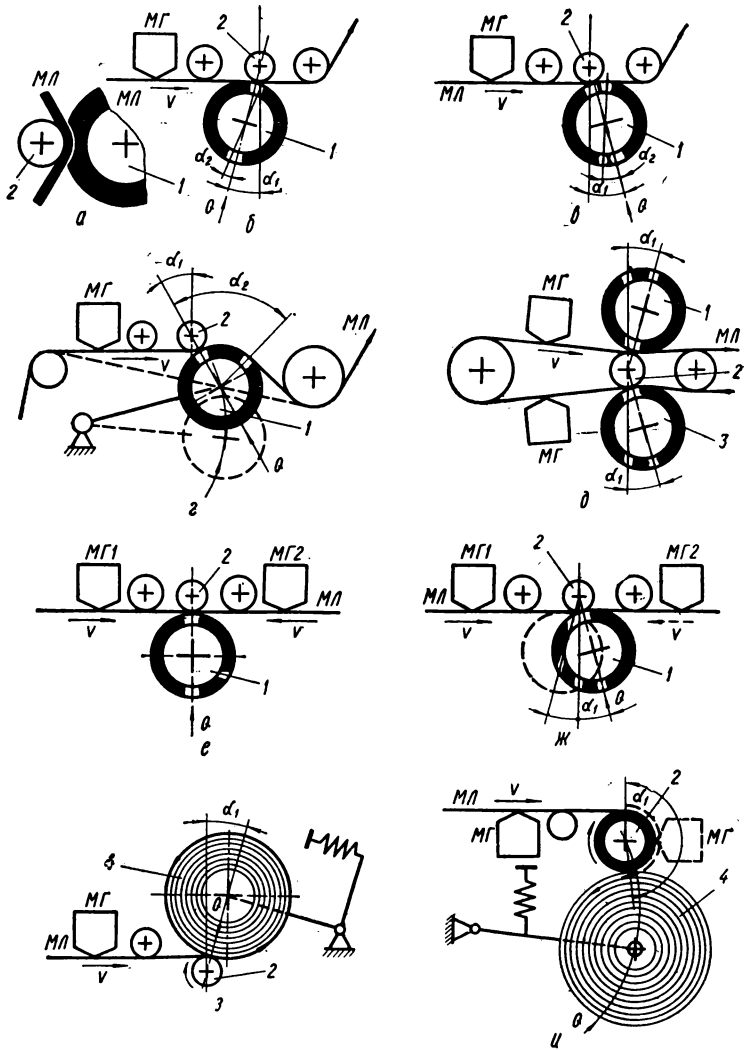


Рис. 52. Схемы фрикционного транспортирования магнитной ленты при линейном и комбинированном контактах с ведущим валом и прижимным роликом.

трения при поверхностном контакте создаются внешними или внутренними конструктивными элементами (ролики, ремни) и источниками (давление воздуха, натяжение ленты).

Если в рабочей зоне имеется линейный и поверхностный контакт взаимодействующих ведущего вала 2, ленты *МЛ* и прижимного ролика 1, то это комбинированный контакт элементов (рис. 52, *е*).

Магнитная лента при фрикционном транспортировании в режимах записи — воспроизведения должна сначала по ходу движения от магнитных головок касаться поверхности ведущего вала 2, а затем после небольшого его обхвата на угол  $\alpha_1$  поступать в зону контакта с прижимным роликом 1 с обхватом его на угол  $\alpha_2$  (рис. 52, *в, г, ж*). В замкнутых рабочих зонах лента *МЛ* должна поступать на магнитные головки *МГ* после небольшого обхвата на тот же угол  $\alpha_1$  поверхности ведущего вала 2 (рис. 52, *д*). Это объясняется тем, что металлический ведущий вал, обладая значительно высшей точностью формы (меньшими отклонениями от круглости и цилиндричности), меньшим радиальным биением и большей жесткостью, чем прижимной ролик, будет обеспечивать минимальные колебания мгновенной скорости транспортируемой ленты. В противном случае (рис. 52, *б*), т. е. когда лента *МЛ* после головок *МГ* попадает на поверхность прижимного ролика 1, на основной параметр скорости ее движения — коэффициент колебания скорости — будут сильно влиять неравномерность толщины эластичного рабочего слоя прижимного ролика и его деформация, радиальные биения и отклонения точности формы. Поэтому приведенную выше схему фрикционного транспортирования в МТЛ не применяют. Угол расположения зоны линейного контакта  $\alpha_1 = 10 \dots 20^\circ$ .

В реверсивных рабочих зонах (рис. 52, *е*) используют компромиссное решение: располагают прижимной ролик 1 «в лоб» ведущему валу, т. е.  $\alpha_1 = 0$  (теоретически). При этом для уменьшения паразитного влияния прижимной ролик согласно схеме рис. 52, *а*, выполняют из материала более высокого модуля упругости (более жесткого). Такая схема фрикционного транспортирования применена в бытовом магнитофоне «Мелодия МГ-56» [24]. Оригинальное решение фрикционного транспортирования для реверсивной рабочей зоны [46] было предложено в изобретении (рис. 52, *ж*), где прижимной ролик 1 в зависимости от направления движения ленты *МЛ* автоматически изменял свое расположение к валу 2 (штриховой линией обозначены изменения направления движения ленты и расположение при этом прижимного ролика).

Для уменьшения радиальной нагрузки на ведущий вал 2 (рис. 52, *з*), создаваемой прижимным роликом 1, и увеличения усилия транспортирования ленты *МЛ* применяется комбинированный контакт взаимодействующих элементов. Углы обхвата ведущего

вала  $\alpha_1$  и прижимного ролика  $\alpha_2$  составляют каждый от 30 до 90°. В режимах *УХВ* и *УХН* прижимной ролик далеко отводится от ведущего вала (показано штриховой линией), что уменьшает сопротивление движению ленты в тракте рабочей зоны. В таких схемах фрикционного транспортирования *МЛ* уменьшаются разброс фактической скорости движения ленты от одного МТЛ к другому, потери на трение в опорах вращения вала и прижимного ролика. Применяют описанную схему в бытовых видеомагнитофонах LDL-1000 и N-1500 фирмы Philips и профессиональных Studer C-37 для записи звука.

Схему фрикционного транспортирования при линейном контакте по рис. 52, *в* используют в бытовых магнитофонах «Днепр-12», «Яуза-10», «Комета МГ-206», «Юпитер-стерео» и других для записи звука, а по рис. 52, *д* — в профессиональной и специальной АМЗ FR-100, AR-200, VB-400 фирмы AMPEX, 33600 фирмы СЕС и др.

Предложены схемы фрикционного транспортирования магнитной ленты (рис. 52, *з*, *и*), где рулон 4 с лентой установлен на подвижном рычаге и прижат с усилием  $Q$  непосредственно к ведущему валу 2. Рулон 4 выполняет функции прижимного ролика, а вал, кроме транспортирования ленты *МЛ* с постоянной линейной скоростью (контакт ведущий вал — рулон ленты — линейный), выполняет функции наматывающего элемента ленты в рулон 4 (контакт комбинированный).

Фрикционное транспортирование магнитной ленты при поверхностном контакте (рис. 53, *а*) осуществляется ведущим валом 2, который глубоко обхвачен лентой *МЛ* на угол  $\alpha_1$ . Необходимое сцепление ленты с валом создается натяжением ленты с обеих сторон ведущего вала  $F_1$  и  $F_2$ . При этом максимальное усилие транспортирования определяем по формуле Эйлера:

$$F_{\text{транс}} = F_2 - F_1 = F_1 (e^{\alpha f} - 1).$$

Ведущий вал для увеличения коэффициента трения обычно выполняют обрешиненным, как в магнитофонных приставках МП-1, МП-2, «Волна» (СССР), «Тони» (ГДР), «Римавокс» (ФРГ), бортовых самописцах модели АТМ-13 фирмы AMPEX (США), или шероховатым, как в моделях 10-276А, 10-286А фирмы Genisco и ME-1097 фирмы Leach Corporation. Угол обхвата  $\alpha_1 = 90 \dots 270^\circ$  в одной плоскости. При обхвате лентой *МЛ* ведущего вала 2 в двух параллельных плоскостях (рис. 53, *б*) (штриховой линией обозначен нижний уровень ленты) в пространственных рабочих зонах МТЛ видеомагнитофонов, например, VR-7900 фирмы AMPEX, суммарный угол обхвата может составлять от 280 до 600°.

Для увеличения сцепления ленты с ведущим валом 2 при поверхностном контакте применяют дополнительный прижим ленты к валу

плоским натянутым на роликах эластичным ремнем 1 (рис. 53, в), который изготавливают из тонкоструктурной резины, полиуретана или литого лавсана. В этой схеме фрикционного транспортирования натяжение ленты после ведущего вала может быть равно нулю, например, если лента поступает в накопитель типа ненапряженный карман. Устройство транспортирования может находиться в нерабочем

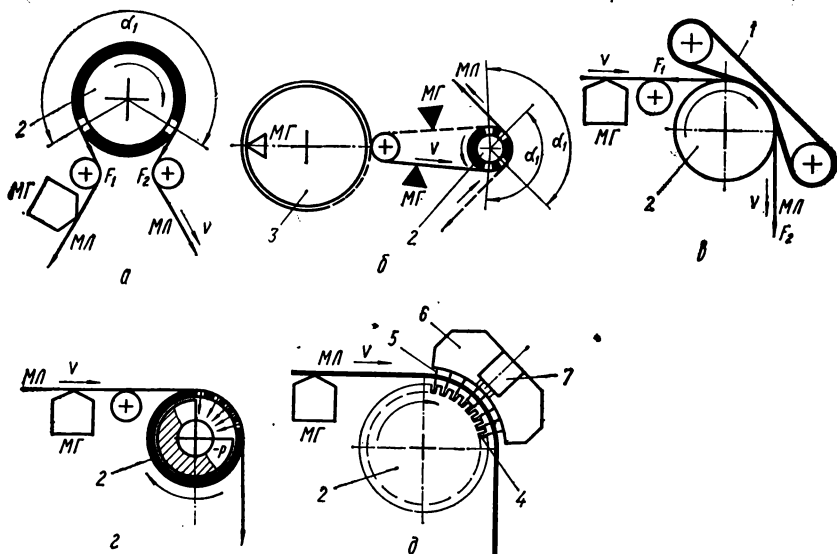


Рис. 53. Схемы фрикционного транспортирования магнитной ленты при поверхностном контакте ее с ведущим валом и прижимным элементом.

состоянии до 7 лет, не вызывая остаточных деформаций плоского ремня. Описанная схема фрикционного транспортирования ленты была впервые предложена автором в 1963 г., а подобная применена в 1965 г. в космическом аппарате «Маринер-4» [3].

Широко распространено в вычислительной технике фрикционное транспортирование магнитной ленты МЛ, прижатой к ведущему валу 2 внутренним отрицательным давлением —  $p$  (рис. 53, г). Полый вал чашеобразной формы выполнен с рядом отверстий и внутри его расположен сектор вакуумного прижима. Усилие транспортирования в этой схеме определяем по формуле [48]

$$F_{\text{транс}} = (p_{\text{ат}} - p_{\text{вак}}) S_{\Sigma} f,$$

где  $p_{\text{ат}} = 9,8 \cdot 10^4$  Па — атмосферное давление;  $p_{\text{вак}}$  — пониженное давление, Па;  $S_{\Sigma}$  — суммарная площадь отверстий ведущего вала в рабочем секторе.

При использовании малоинерционного устройства переключения вакуума описанная схема фрикционного транспортирования обеспечивает хорошие старт-стопные характеристики (3—5 мс на скорости 2,4 м/с). Схема фрикционного транспортирования с прижимом ленты *МЛ* к ведущему валу 2 положительным давлением извне была предложена в МТЛ цифровой записи (рис. 53, *д*). Вдоль образующих рабочей цилиндрической поверхности вала выполнены многочисленные углубления 4 (рифления). При неподвижной ленте *МЛ* и быстро вращающемся вале 2 между рифленой поверхностью и лентой создается воздушная прослойка. Для пуска ленты через щелевой трубопровод 6, обхватывающий вал приблизительно на 80°, подается воздушный поток 5 положительного давления. Поток разрушает воздушную прослойку и вводит магнитную ленту *МЛ* в контакт с рифленой поверхностью полого ведущего вала. В результате происходит очень быстрый и вместе с тем плавный разгон ленты за 2,5 мс до скорости 2,4 м/с. В щелевом трубопроводе размещен пневмоклапан 7 [18].

Преимущества фрикционного способа транспортирования магнитной ленты заключаются в достижении весьма небольших коэффициентов колебания скорости движения ленты (0,04% при скорости 152,4 см/с в диапазоне измерений до частоты 3100 Гц), большом сроке службы ленты (до 200 000 прогонов) и сравнительной простоте конструктивного исполнения устройств. К некоторым недостаткам этого способа следует отнести упругое скольжение в зоне контакта лента — ведущий вал (от 0,6 до 3%), приводящее к некоторому износу этих элементов, а также повышенные радиальные нагрузки при линейном контакте прижимной ролик — ведущий вал.

**Зубчато-перфорационное транспортирование магнитной ленты** с односторонней или с двухсторонней перфорацией осуществляется зубчатым барабаном 1, возле которого установлены придерживающие ролики 2, создающие угол обхвата лентой барабана  $\alpha_1 = 30 \dots 90^\circ$  (рис. 54, *а, б*). Усилие транспортирования, полученное автором, складывается из силы трения между поверхностью барабана и лентой, и окружным усилием *P* зубьев барабана на перфорационные перемычки ленты:

$$F_{\text{транс}} = F_1 (e^{\alpha f} - 1) + P,$$

где  $F_1$  — натяжение ленты перед зубчатым барабаном, т. е. чем больше сила трения между барабаном и лентой, определяемая коэффициентом трения *f* между лентой и барабаном и углом его обхвата  $\alpha$ , тем меньше может быть усилие на перфорационные перемычки *P* и, следовательно, больше срок службы ленты, который обычно не превышает 800 прогонов [61].

На практике встречаются два вида выполнения этого способа транспортирования: 1) отдельными зубчатыми барабанами (рис. 54, а), когда один барабан 4 работает как тянущий ленту *МЛ*, а другой

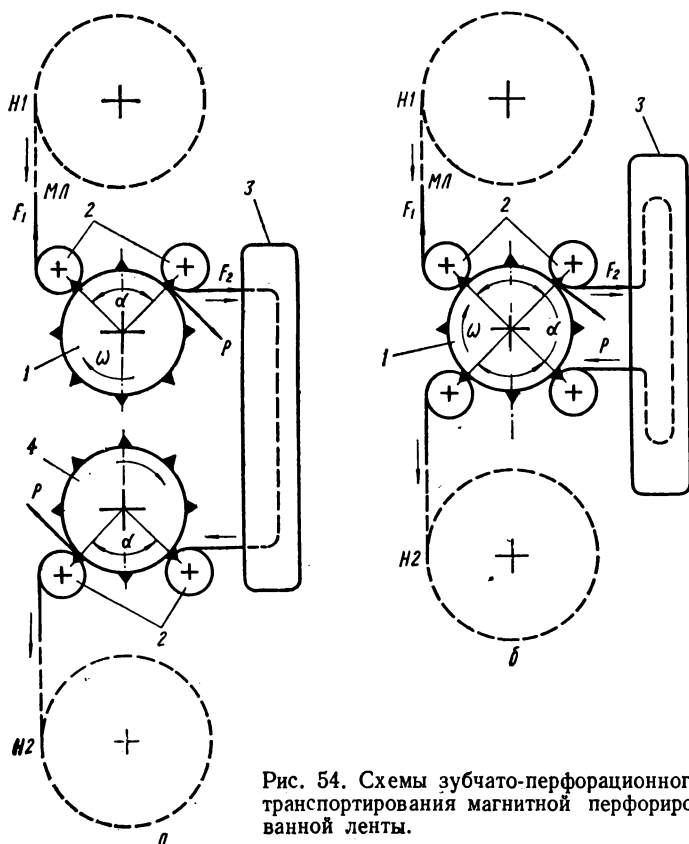


Рис. 54. Схемы зубчато-перфорационного транспортирования магнитной перфорированной ленты.

1 — как подающий ее на участок 3 взаимодействия с магнитными головками и механическим стабилизатором скорости; 2) одним общим зубчатым барабаном 1, называемым комбинированным (рис. 54, б), где нижние зубья работают как тянущего, а верхние — как задерживающего барабанов. Магнитная лента *МЛ* разматывается с подающего рулонного накопителя *Н1* и наматывается на приемный *Н2*.

К достоинствам зубчато-перфорационного способа транспортирования относятся отсутствие скольжения в зоне контакта лента —



зубчатый барабан, незначительные радиальные нагрузки на вал барабана, простота синхронизации скоростей движения магнитной и киноленты при производстве кинофильмов, высокое постоянство средней скорости, особенно при использовании синхронных двигателей.

В момент выхода зубьев барабана зацепления с перфорацией ленты происходит рывок ленты и колебания мгновенной скорости ее транспортирования, что снижает равномерность движения ленты [5]. Поэтому для прецизионной АМЗ устанавливают между зубчатым барабаном (барабанами) и магнитными головками различные механические стабилизаторы скорости (инерционные ролики и подпружиненные рычаги с демпфером). Стабилизаторы также сглаживают неравномерность скорости ленты, вызываемой неравномерностью угловой скорости барабана, которая присуща зубчатому редуктору, установленному обычно при этом способе между валами двигателя и барабана. Кроме того, вследствие значительных усилий на перфорационные перемычки применяют очень толстые ленты (150 и реже 100 мкм), что при одинаковых диаметрах рулонов уменьшает длину ленты в 3—8 раз по сравнению с фрикционным способом транспортирования, а также резко снижает срок службы ленты в результате разрывов перфорационных перемычек.

Зубчато-перфорационный способ транспортирования широко применяют в аппаратуре записи звука в кино, например, в КЗМ-22 (СССР), 16 M/R фирмы Siemens Halske (ФРГ) и др.

**Транспортирование наматыванием** (рис. 55) осуществляется ведущей катушкой или сердечником 1, на котором жестко укреплен конец магнитной ленты *МЛ*. При вращении сердечника лента наматывается на него слой за слоем в плотный рулон 2. Если сердечник вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega$ , тогда линейная скорость транспортирования ленты изменяется по закону изменения радиуса  $R$  намотки рулона (рис. 55, а, б). Максимальный вращающий момент, сообщаемый рулону ленты, определяем для рис. 55, а по формуле  $M_{вр. макс} = F_{м. л} R_{макс} K$ , а для рис. 55, б  $M_{вр. макс} = F_{м. л} R_{макс} K / i \eta$ , где  $F_{м. л}$  — натяжение магнитной ленты.

$R_{макс}$  — максимальный радиус намотки рулона ленты;  $K = 1,5 \dots 3$  — коэффициент запаса;  $i$  — передаточное отношение, равное отношению угловой скорости вала 3 ведущего двигателя 4 к угловой скорости шкива 5;  $\eta$  — КПД передачи (фрикционной, зубчатой или другой). Для малогабаритных МТЛ в схеме транспортирования применяется зубчатая передача вал 3 — сердечник 1 (рис. 55, б). Разновидностью, где сочетаются транспортирования наматыванием с постоянной линейной скоростью  $v$  и фрикционное (рис. 55, в, г), являются устройства, в которых рулон 2 с магнит-

ной лентой  $MЛ$  имеет надежный контакт с валом  $З$  ведущего двигателя  $4$ . В схеме рис. 55,  $в$  рулон установлен на поворотном рычаге, а корпус двигателя неподвижно, а рис. 55,  $г$  — ось рулона неподвижна, а двигатель установлен на поворотном рычаге. Кон-

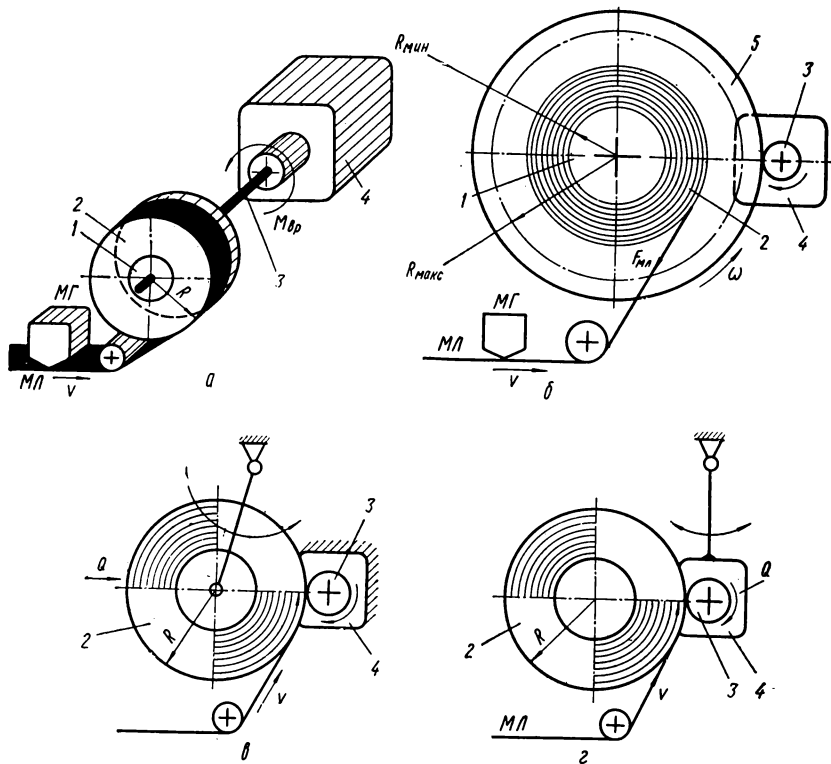


Рис. 55. Схемы транспортирования магнитной ленты наматыванием ее в плотный рулон.

такт вала двигателя с рулоном ленты обеспечивается расчетным усилием прижима  $Q$ .

Схемы транспортирования наматыванием магнитной ленты благодаря своей простоте, сравнительно высокой равномерности скорости движения ленты (последнее относится к схемам рис. 55,  $в$  и  $г$ ) применяют в специальной АМЗ. Схемы рис. 55,  $а$ ,  $б$  обладают высокой надежностью работы при сравнительно невысоких равномерностях скорости движения ленты и поэтому их используют

для цифровой записи в вычислительных машинах или для бортовых аварийных регистраторов.

Транспортирование магнитной ленты без преобразования вида движения элемента транспортирования осуществляется пьезомеханическим шаговым, пневматическим и гидродинамическим способами.

Пьезомеханическое шаговое транспортирование магнитной ленты было предложено фирмой «Теледайн Рейян аэронотикал ком-

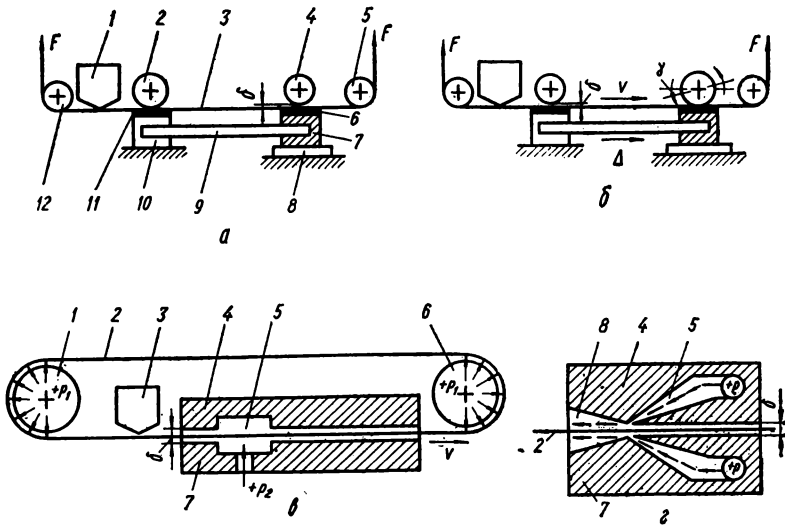


Рис. 56. Схемы транспортирования магнитной ленты без преобразования вида движения.

пани» (США, Сан-Диего, штат Калифорния) и основано на механической деформации пьезоэлектрической керамики [35]. Устройство транспортирования ленты (рис. 56, а, б) состоит из двух вертикальных прижимных пьезокерамических стержней 2 и 4 круглой формы. Стержень 2 в исходном положении прижимает ленту 3 к неподвижной опоре 10 с фрикционным покрытием 11. В последней одним концом заделывается приводной пьезокерамический стержень 9, расположенный параллельно траектории движения ленты (рис. 56, а). На втором конце стержня 9 размещена антифрикционная скользящая опора 7 с фрикционным покрытием 6, обращенным к магнитной ленте. Опора 7 покоится на неподвижной пластине 8. При подаче управляющих импульсов стержень 2 сокращается в диаметре, высвобождая ленту 3 с зазором  $\delta$  (рис. 56, б), стержень 4 увеличивается

в диаметре, прижимая ленту к скользящей опоре 7. При подаче на стержень 9 из поликристаллической керамики цирконато-титаната свинца толщиной 0,025 мм напряжения 30—50 В, совпадающего с направлением поляризации, его длина увеличивается на 0,01 см на 1 см длины стержня. При этом лента перемещается на такую же величину  $\Delta$ , а стержень 4 скручивается относительно геометрической оси на небольшой угол  $\gamma$ . После прохождения управляющих импульсов все стержни возвращаются в исходное положение. Лента 3 натянута с обеих сторон рабочей зоны с силой  $F$ . Таким образом, частота повторения управляющих импульсов  $f$ , Гц, определяет дискретную скорость, см/с, транспортирования магнитной ленты относительно магнитной головки 1 и направляющих 12 и 5  $v = \Delta f$ .

**Пневматическое транспортирование магнитной ленты** заключается в сцеплении ее по большой поверхности с воздушным направленным потоком и увлечении ленты за счет сил трения в сторону движения последнего. Устройство транспортирования (рис. 56, в) состоит из узла направляющей, магнитной головки 3, направляющих стоек 1 и 6 с аэроstaticкой смазкой избыточным давлением  $+p_1$  и кольца магнитной ленты 2. Направляющая состоит из двух половин 4 и 7 с зазором  $\delta$ , равным сумме зазоров минимального между ними и лентой и толщины магнитной ленты. С обеих сторон по торцам лента 2 ограничена пластинами. В половинах 4 и 7 направляющей выполнены асимметрично продольные специальные полости 5, в которые подается воздух под избыточным давлением  $+p_2$ . Воздух истекает из полости в обоих направлениях с одинаковой скоростью. Поверхность сцепления ленты с воздушным потоком вправо от полости значительно больше поверхности, расположенной влево, поэтому магнитная лента 2 будет увлекаться потоком и двигаться со скоростью  $v$  в направлении стрелки (рис. 56, в). Чем больше давление потока  $p_2$ , тем выше скорость транспортирования магнитной ленты.

Устройство пневматического транспортирования магнитной ленты, схема которого показана на рис. 56, г состоит из сопла 4 и 7, имеющего прямолинейный канал с зазором между стенками  $\delta$ , который заканчивается расходящимся соплом 8. В узкой части сопла сходятся два сопла 5, через которые набегают на ленту 2 поток воздуха с двух сторон. Воздушный поток передает часть своей кинетической энергии магнитной ленте 2. Сопла 5 расположены наклонно по отношению к продольному направлению ленты и их поперечное сечение выбрано таким образом, чтобы набегающий поток воздуха имел максимальную скорость и кинетическую энергию. Энергия передается магнитной ленте с помощью ударов воздушных молекул о ленту. Трение является необходимым посредником. Чтобы избежать контакта ленты с соплом воздушные потоки обоих наклонных

сопел должны быть одинаковыми. Лента при этом плавает на воздушной подушке. Взаимодействие ленты с магнитной головкой контактное или бесконтактное.

При гидродинамическом транспортировании магнитной ленты (обычно металлической) вместо воздушного потока применяется гидравлическая смесь, а в остальном этот способ аналогичен пневматическому.

**Шаговое перемещение магнитной ленты.** Механизмы транспортирования бывают с непрерывным и шаговым (дискретным) перемещением ленты. Для МТЛ с непрерывным перемещением характерно небольшое количество остановок или пусков за сравнительно большое время движения ленты, например, одна остановка за 3—4 мин или даже за целые сутки работы. Все бытовые магнитофоны и видеоманитофоны, аппаратура аналоговой записи имеют непрерывное движение магнитной ленты. Для МТЛ с шаговым перемещением характерно очень большое количество остановок и пусков за сравнительно небольшое время движения ленты, например 500 пусков за 1 с работы (500 шагов за 1 с). Это широко применяется в запоминающих устройствах, предназначенных для ввода информации в ЦВМ [83]. Запись информации происходит на неподвижную ленту, что повышает четкость магнитного отпечатка и исключает динамические перекосы в этом режиме. Команда на начало движения ленты приходит одновременно с поступлением информации строки. Лента перемещается на фиксированное расстояние (шаг), равное промежутку между строками. Это перемещение имеет частоту до нескольких сотен шагов в секунду. Воспроизведение информации в этих устройствах происходит либо при непрерывном движении ленты со скоростью до 7200 строк /с либо при построчном шаговом со скоростью до 500 строк/с.

Шаговый привод магнитной ленты служит одним из основных узлов шагового МТЛ и рабочей зоны. С помощью шагового привода можно добиться плотности записи 20 имп./мм и более. Шаговое перемещение магнитной ленты осуществляется различными способами с механической и электромагнитной фиксации шага. Эти способы образуют две группы устройств: 1) с непрерывно вращающимся ведущим валом и пульсирующим с частотой шага включением контакта ленты с ним; 2) с пульсирующим вращением ведущего вала при постоянном контакте с ним ленты.

В наиболее простых рабочих зонах МТЛ лента *МЛ* перемещается на заданную величину шага в обозначенном направлении стрелкой с помощью пульсирующего прижимного ролика *1* и непрерывно вращающегося ведущего вала *2* (рис. 57, *а*). Ролик на короткое время прижимает ленту к ведущему валу, обеспечивая с ним надежный контакт. При отключении ролика лента прижимается к стопо-

вой стойке 4 тормозной колодкой 5, укрепленной на противоположном конце кронштейна 6. Стоповая стойка имеет эксцентричное отверстие для винта, что позволяет просто регулировать зазор между ней и тормозной колодкой. Кронштейн 6 жестко укреплен на валу 8, верхний конец которого установлен подвижно в кронштейне 7, а на нижнем жестко — плоский якорь 10. Якорь может поворачиваться в зазоре между магнитопроводами 12 и 14, установленными симметрично по обоим торцам постоянных магнитов 13. Симметрично

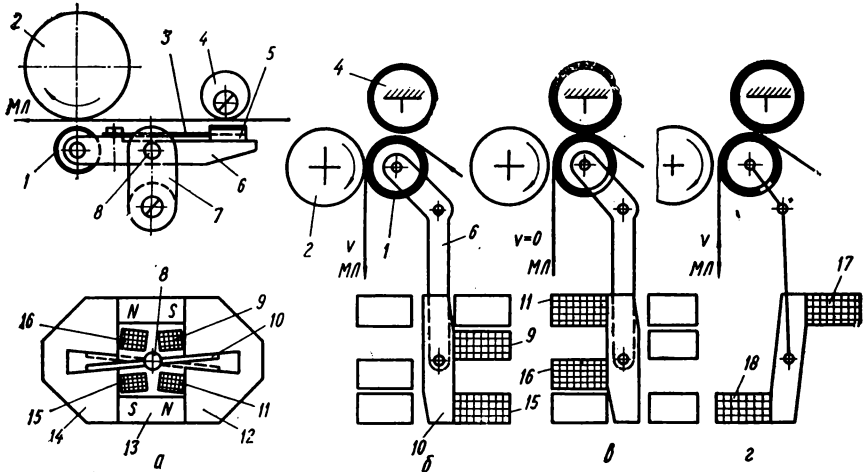


Рис. 57. Дискретное перемещение магнитной ленты с помощью пульсирующего прижимного ролика.

якорю с плоских его сторон размещены обмотки 9, 11, 15 и 16 электромагнитов. При подаче импульса питания на обмотки 11 и 16 якорь 10 быстро поворачивается по часовой стрелке, прижимая ролик 1 и ленту МЛ к ведущему валу 2. Направление движения ленты показано стрелкой. При подаче импульса питания на обмотки 9 и 15 якорь мгновенно поворачивается против часовой стрелки, отводит ролик 1, а ленту МЛ прижимает к стоповой стойке 4. Постоянные магниты удерживают якорь в крайних положениях при обесточенных обмотках электромагнитов [122]. При использовании малоинерционных прижимных роликов и быстродействующих электромагнитов, особенно диффузорного типа, такой привод может перемещать ленту со скоростью до 200 шагов/с (строк/с). При этом достигается плотность записи до 10 имп./мм. Описанная схема шагов перемещения ленты применяется в старт-стопных МТЛ 750-7300, 33600 фирмы СЕС и др. Зазоры между ведущим валом и прижимным

роликом, стоповой стойкой и тормозной накладкой выбираются возможно меньшими (около 0,2 . . . 0,3 мм).

Оригинальная схема шагового перемещения ленты применена в МТЛ «Quantum CX» вычислительной машины фирмы Метогех [130]. При подаче питания на обмотки 9 и 15 якорь 10 (рис. 57, б) прижимает обрезиненный ролик 1 и ленту *МЛ* к ведущему валу 2, который сообщает ей перемещение со скоростью  $v$ , при подаче питания на обмотки 11 и 16 — прижимает к обрезиненной стоповой стойке 4, размещенной вблизи прижимного ролика (рис. 57, в). Таким образом, прижимной ролик 1 выполняет функции перемещения и остановки ленты. Зазоры между валом, прижимным роликом и стоповой стойкой составляют 0,4—0,5 мм. При подаче питания на обмотки 17 и 18 прижимной ролик занимает среднее положение между валом и стоповой стойкой, обеспечивая возможность ускоренной перемотки ленты в обоих направлениях (рис. 57, з).

В рассмотренных схемах контакт ведущего вала с лентой линейный пульсирующий, что приводит к каландрированию и снижению срока службы последней. Поэтому в современных МТЛ вычислительной техники широко применяют постоянный поверхностный контакт ленты с ведущим валом, при этом прерывистое вращение вала обеспечивает шаговое перемещение ленты.

Простейшая схема шагового привода (рис. 58, а) состоит из ведущего вала 5, на нижнем вылете которого жестко укреплен стальной тонкий диск 3. С торцевой части диска на его краю с небольшим зазором установлен мощный электромагнит 12. Соосно с валом размещен синхронный двигатель 1, вал которого соединен с диском 3 фрикционной муфтой в виде мощной пружины сжатия 2. На валу 5 также размещено кодовое колесо 4 и чувствительная головка 8. Момент двигателя постоянен и пружина сжатия оттарирована на определенный постоянный передаваемый валу 5 вращающий момент. Каждая строка, поступающая через информационный вход канала записи, записывается на неподвижную магнитную ленту *МЛ* головкой 6. Одновременно через управляемый мультивибратор 11 и усилитель мощности 10 сигнал подается на обмотку электромагнита 12, который быстро останавливает диск 3 и соответственно ведущий вал 5. Команда начала выполнения шага обесточивает электромагнит 12, лента за короткое время разгоняется до постоянной скорости  $v$ , и с приходом импульса через усилитель 9 с вращающегося кодового колеса 4 осуществляется останов электромагнитом диска 3, вала 5 и выполняется статическая запись информационной строки. При воспроизведении информации по шагам кодовое колесо заменяется схемой *ИЛИ*, включенной на выходе усилителя воспроизведения 7. Переключатель 13 при этом включает усилитель 7 на вход мультивибратора 11. Команда воспроизведения обесточивает элек-

тромагнит 12, лента мгновенно начинает двигаться со скоростью  $v$ . При прохождении информационной строки мимо головки воспроизведения 6 первый же импульс включает электромагнит 12 и останавливает вал 5 и ленту *МЛ*. При остановленном диске 3 вал электродвигателя 1 вращается, а пружина 2 обеспечивает необходимое скольжение в этом режиме. Описанная схема при тщательном

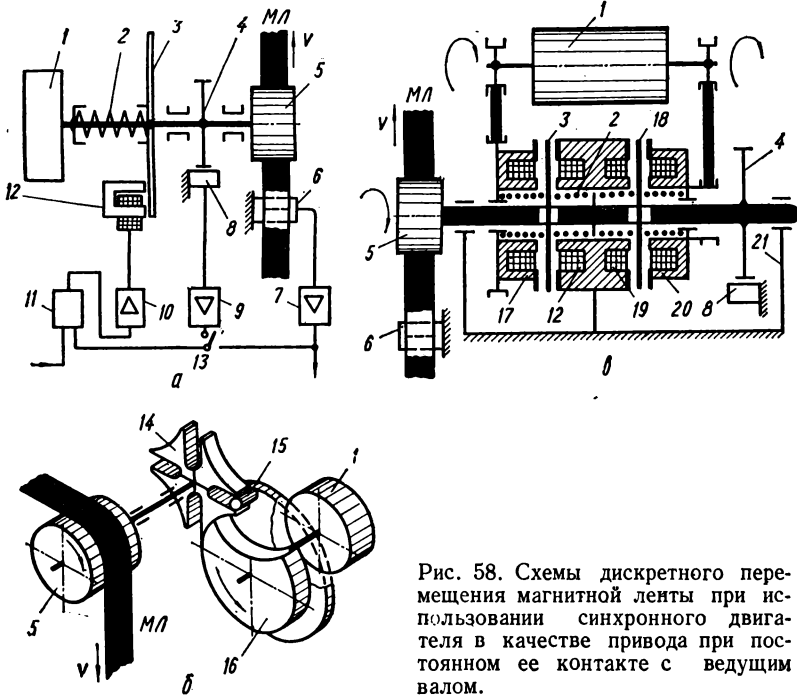


Рис. 58. Схемы дискретного перемещения магнитной ленты при использовании синхронного двигателя в качестве привода при постоянном ее контакте с ведущим валом.

конструктивном исполнении может обеспечить скорость шагового перемещения до 500 строк/с [83].

Более простая схема шагового перемещения магнитной ленты с механической фиксацией шага (рис. 58, б) состоит из ведущего вала 5, обхваченного лентой *МЛ*. На вылете вала укреплен мальтийский крест 14. На валу синхронного электродвигателя 1 установлена фиксирующая шайба 16 с пальцем 15. Шайба имеет радиусный вырез, равный радиусу мальтийского креста, и установлена на круглом диске. Во время скольжения радиусной поверхности шайбы 16 по выемке мальтийского креста 14 вал 5 неподвижен. Происходит запись информационной строки. Палец 15 входит в паз маль-



тийского креста *14*, поворачивает его и выходит из паза. Лента *МЛ* перемещается в это время на определенный шаг. Таким образом, при постоянно вращающемся валу двигателя *1* ведущий вал *5* имеет шаговое вращение, скорость которого достигает до 50 строк/с. Недостатки этой схемы — невысокая скорость шагового перемещения и повышенный акустический шум.

Схема шагового перемещения магнитной ленты, в которой шаговую скорость при воспроизведении получают как при записи, так и ускоренную в несколько раз по отношению к записи, показана на рис. 58, *в*. Синхронный двигатель *1* вращает две электромагнит-

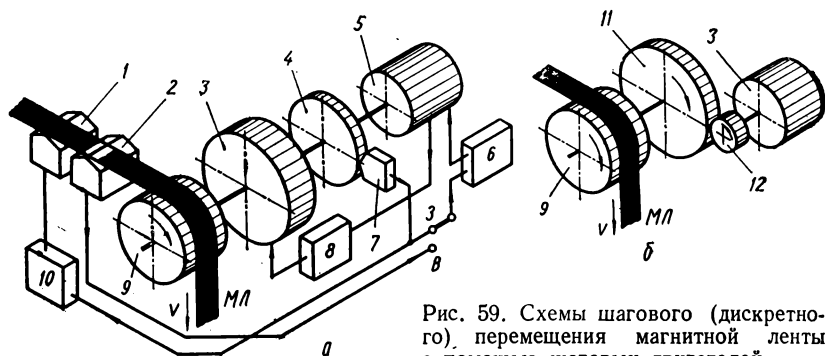


Рис. 59. Схемы шагового (дискретного) перемещения магнитной ленты с помощью шаговых двигателей.

ные муфты *17* и *20* с фрикционными кольцами, угловые скорости которых различны вследствие различных диаметров приводных шкивов. При попеременном взаимодействии левого металлического диска *3*, подпружиненного с двух сторон пружинами сжатия *2*, с муфтой *17* и неподвижным электромагнитным тормозом *12*, ведущий вал *5* и лента *МЛ* имеют шаговое перемещение с относительно небольшой скоростью. Работа схемы при этом аналогична изображенной на рис. 58, *а*. При попеременном взаимодействии правого металлического диска *18*, подпружиненного также с двух сторон, с муфтой *20* и электромагнитным тормозом *19*, ведущий вал *5* и лента *МЛ* имеют шаговое перемещение со скоростью, в несколько раз большей, чем в схеме рис. 58, *а*. Ведущий вал вращается в опорах общего кронштейна *21* и имеет кодовое колесо *4* и головку *8*. Описанная схема шагового привода обеспечивает в асинхронном режиме скорость от 0,03 до 400 строк/с и в синхронном режиме — скорость движения ленты до 53 см/с [122].

Шаговое перемещение магнитной ленты со следящей системой ведущего двигателя (рис. 59, *а*) более универсально, чем применение привода с шаговым двигателем. При этом можно не только записы-

вать, но и воспроизводить информацию по шагам, частота которых изменяется в большом диапазоне. Привод этого типа может работать в старт-стопных МТЛ с непрерывным транспортированием магнитной ленты. Для шагового перемещения ленты с регулированием скорости вращения полого ведущего вала 9 при помощи следящей системы применяется малоинерционный двигатель 3 с печатным якорем, на нижнем вылете которого укреплен дискретный датчик положения — кодовое колесо 4. Этот же вылет жестко соединен с тахогенератором 5. Верхний вылет вала двигателя соединен с ведущим валом 9, который глубоко обхвачен лентой МЛ. При записи информации переключатель соединен с входом блока приема команд 6, что соответствует режиму «Запись по шагам». Каждая строка, поступая через информационный вход канала записи 10, записывается головкой 1 на неподвижную ленту. Одновременно на вход блока управления шаговым перемещением ленты поступает команда «Шаг», и двигатель под действием подаваемого напряжения разгоняется за кратчайшее время до номинальной скорости. С приходом импульса с вращающегося кодового колеса 4 и головки 7 осуществляется запись информационной строки и останов двигателя 3. Кодовый диск выполнен так, что команда «Стоп» приходит после того, как лента передвинется на расстояние одного шага (с учетом расстояния, необходимого для остановки). Для образования междустрокового расстояния нужно подавать на двигатель управляющее напряжение в течение строго определенного времени. Тахогенератор 5 позволяет изменять скорость вращения вала двигателя по предварительно заданному закону, чтобы поддерживать расстояние между информационными строками в допустимых пределах.

Для воспроизведения по шагам необходимо, чтобы каждой строке информации соответствовал импульс, фиксирующий ее местоположение. В этом случае управление остановом ведущего двигателя происходит не от кодового колеса, а от импульса, сигнализирующего о том, что строка прошла мимо головки воспроизведения 2, т. е. кодовое колесо заменяется схемой ИЛИ, включенной на выходе усилителей воспроизведения. В описанной схеме шагового перемещения магнитной ленты добиваются шаговой скорости до 500 строк/с.

Схема дискретного перемещения (рис. 59, б) с применением шагового электродвигателя наиболее распространена благодаря простоте управления, высокой надежности и точности. Статор шагового двигателя 3 обычно имеет несколько обмоток. При каждом изменении импульсов напряжения, подаваемых на статорные обмотки в определенной последовательности и сочетании, ротор двигателя будет смещаться на один шаг; т. е. поворачиваться на определенный строго фиксированный угол. Ротор двигателя имеет

зубчатую трибку 12, которая вращает зубчатое колесо 11 и вместе с ним ведущий вал 9. Ротор двигателя может соединяться с ведущим валом непосредственно. При использовании шагового двигателя в качестве привода добиваются шаговой скорости до 300 строк/с [18].

**Реверсивное движение магнитной ленты.** По направлению движения магнитной ленты в процессе записи — воспроизведения (режим рабочего хода) различают рабочие зоны однонаправленные — нереверсивные — и двухнаправленные — реверсивные\*. Различают реверсивное движение ленты: 1) с реверсированием вращения ведущего вала; 2) без реверсирования вращения ведущего вала. Для первого вида реверсирование движения ленты осуществляется или с изменением местоположения контакта ведущий вал — прижимной ролик или с лобовым контактом этих пар, или с изменением угла обхвата лентой ведущего вала, или с использованием эффекта разнонатянутых ветвей приводного ремня, или с попеременным торможением ведущих валов или их маховиков, или с изменением усилий прижима обрешиненных роликов, или с изменением площади контакта прижимных роликов и ведущего вала. Для второго вида реверсирование движения ленты осуществляется попеременным включением прижимных роликов к вращающимся в разные стороны ведущим валам или попеременным включением прижимных роликов, размещенных с разных сторон ведущего вала, при спиральном тракте ленты.

Наиболее простая рабочая зона без изменения местоположения контакта прижимного ролика (рис. 60, а) состоит из ведущего вала 6, который, вращаясь против часовой стрелки, транспортирует магнитную ленту *МЛ* слева направо. Лента взаимодействует с головками стирания 2 и универсальной 4, к которой она дополнительно поджата фетровым прижимом 20. Необходимый угол обхвата головок обеспечивается штырем 3. Прижимной ролик 15 установлен на направляющей 5 прямолинейного движения и имеет лобовой контакт с ведущим валом 6. Головки 7 и 9 при этом контакте с лентой не имеют. По краям рабочей зоны установлены направляющие стойки 1 и 10. При изменении направления вращения ведущего вала по часовой стрелке магнитная лента *МЛ* транспортируется справа налево. При этом лента имеет контакт только с головками 7 и 9 [24].

Схема реверсивного движения ленты в разомкнутых прямолинейных рабочих зонах с изменением местоположения контакта прижимной ролика 15 и ведущий вал 6 показана на рис. 60, б. Прижимной ролик установлен в П-образном по сечению кронштейне 5, который укреплен на пружинных подвесках 17 и 12 и соединен тягами

---

\* Реверсирование — изменение направления, указывается чего: вращения, продольного (прямолинейного) движения, хода и др.

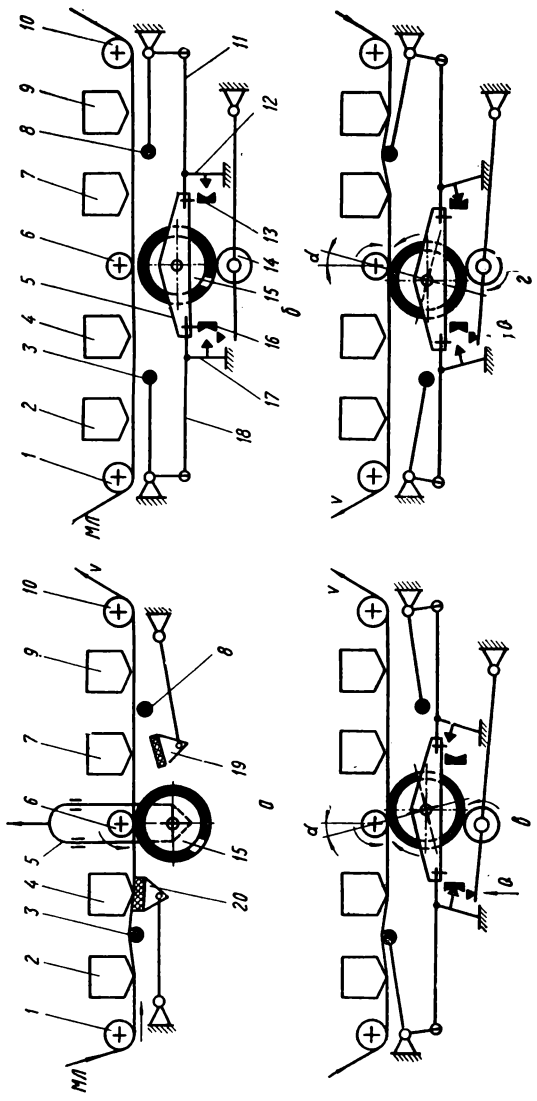


Рис. 60. Схемы выполнения реверсивного движения ленты в разомкнутых прямолинейных рабочих зонах.

11 и 18 с поворотными Г-образными рычагами с контактными штырями 3 и 8 на концах. К прижимному ролику подведен металлический ролик 14 с рычагом. Симметрично по обе стороны от ведущего вала расположены магнитные головки 2 и 4, 7 и 9, направляющие стойки 1 и 10. Вблизи пружинных подвесок 17 и 12 установлены упоры 16 и 13. В режиме рабочего хода ленты слева направо (рис. 60, в) ведущий вал вращается против часовой стрелки. Прижимной ролик 15, подведенный к валу роликом 14 (усилие  $Q$  приложено к рычагу), вследствие эластичности пружинных подвесок выталкивается на угол  $\alpha$  по ходу движения ленты до фиксации своего положения упором 16. Штырь 3 через тягу своим рычагом вводит ленту  $ML$  в контакт с головками 2 и 4. Штырь 8 при этом еще дальше отходит от ленты, которая с головками 7 и 9 не имеет контакта. При изменении направления вращения ведущего вала по часовой стрелке (рис. 60, г) лента  $ML$  движется справа налево, прижимной ролик выталкивается до упора 13 также на угол  $\alpha$  по ходу нового направления движения ленты, которая имеет контакт только с головками 7 и 9 [46]. Рассмотренные рабочие реверсивные зоны относятся к разомкнутым, натяжение ленты в них обеспечивается приводом накопителей (двигателями, фрикционными муфтами и др.). В замкнутых реверсивных рабочих зонах фрикционного транспортирования натяжение ленты обеспечивается неодинаковостью усилий транспортирования ведущих валов или угловых скоростей ведущих валов\*. В таких зонах с упругим скольжением в зоне контакта с ведущими валами создается разность линейных скоростей фрикционного транспортирования магнитной ленты, что является необходимым условием стабильного и надежного натяжения ленты. Линейная скорость тянущего ведущего вала (двухвальная схема) или его выходной стороны с элементами контакта (одновальная схема) должна быть всегда несколько больше на (1 . . . 2%) линейной скорости подающего (толкающего) ведущего вала (двухвальная схема) или его входной стороны с элементами контакта (одновальная схема).

Для одновальной схемы, кроме натяжения ленты непосредственно в рабочей зоне, необходимо дополнительно еще создавать натяжение хотя бы до входа в зону. Это натяжение по величине может быть значительно меньше (в 1,5—2 раза), чем в разомкнутых рабочих зонах. Неодинаковость усилий транспортирования обеспечивается различными усилиями прижимных роликов, углами обхвата ведущих валов лентой и площадью (длиной) контакта при-

---

\* При зубчато-перфорационном транспортировании без скольжения в зоне контакта это привело бы к постоянно уменьшающейся замкнутой петле ленты между зубчатыми барабанами и к обрыву ее.

жимные ролики — ведущий вал. Неодинаковость угловых скоростей ведущих валов обеспечивается различными натяжениями и окружными скоростями при движении ведущей и ведомой ветвей приводного ремня, обхватывающего два маховика (закономерность, выведенная в 1775 г. акад. Эйлером), принудительным подтормаживанием маховика подающего ведущего вала. В двухвальной схеме замкнутой рабочей зоны тянущий ведущий вал имеет большее усилие транспортирования ленты, чем подающий. При этом упругое скольжение скорости ленты в зоне контакта первого вала меньше, чем второго, и, следовательно, линейная скорость больше, чем второго. В результате замкнутая петля магнитной ленты непосредственно в рабочей зоне имеет стабильное и надежное натяжение. В двухвальной схеме замкнутой рабочей зоны с неизменным и одинаковым усилием транспортирования ленты обоими валами угловая и окружная скорость тянущего, а следовательно и линейная, всегда несколько больше угловой, окружной и линейной скорости подающего ведущего вала. В результате магнитная лента непосредственно в рабочей зоне имеет стабильное и надежное натяжение. При реверсировании движения ленты в двухвальных схемах функции тянущего и подающего валов изменяются на противоположные. В одновальной схеме замкнутой рабочей зоны функции тянущего ведущего вала выполняются рабочей частью вала и прижимным роликом выходной ветви ленты, а подающего — рабочей частью этого же вала и прижимного ролика входной ветви ленты. При реверсировании движения ленты в одновальной схеме изменяются только функции прижимных роликов.

В двухвальной схеме реверсивной рабочей зоны с неодинаковыми усилиями транспортирования (рис. 61, а) два ведущих вала 9 и 6 с маховиками 11 и 4 вращаются от вала 1 ведущего двигателя через приводной плоский ремень 3. В замкнутой петле ленты *МЛ* установлены магнитные головки 2. При вращении маховиков по часовой стрелке вал 6 обхвачен лентой на угол  $\alpha_1$ , а вал 9 — на угол  $\alpha_2$ , причем  $\alpha_1 > \alpha_2$ . Обхват лентой ведущих валов обеспечивается роликами 10 и 5, соединенными тягами, ход которых ограничивается упорами 7. Лента движется слева направо. При изменении направления вращения вала двигателя против часовой стрелки (рис. 61, б) ведущий вал 9 обхватывается лентой больше, чем вал 6, т. е. угол  $\alpha_1 < \alpha_2$ . Впервые описанная рабочая зона была применена в бортовом самописце для цифровой записи МТ-3200 фирмы Leach Corrogations [126].

В двухвальной схеме реверсивной рабочей зоны (рис. 61, в) натяжение  $T_{\text{вед}}$  в динамике ведущей (набегающей) ветви 3 плоского эластичного приводного ремня больше, чем в ведомой  $T_{\text{ведом}}$  (сбегающей) 5 согласно формулами Эйлера:  $T_{\text{вед}} = T_{\text{с}} + \Delta T$ ;  $T_{\text{ведом}} =$

$= T_0 - \Delta T$ , где  $T_0$  — натяжение ремня в неподвижном состоянии;  $\Delta T$  — приращение натяжения ремня при его движении.

При движении ведущая ветвь 3 растягивается и толщина ремня уменьшается, что ведет к уменьшению радиуса  $R_n$  нейтрального

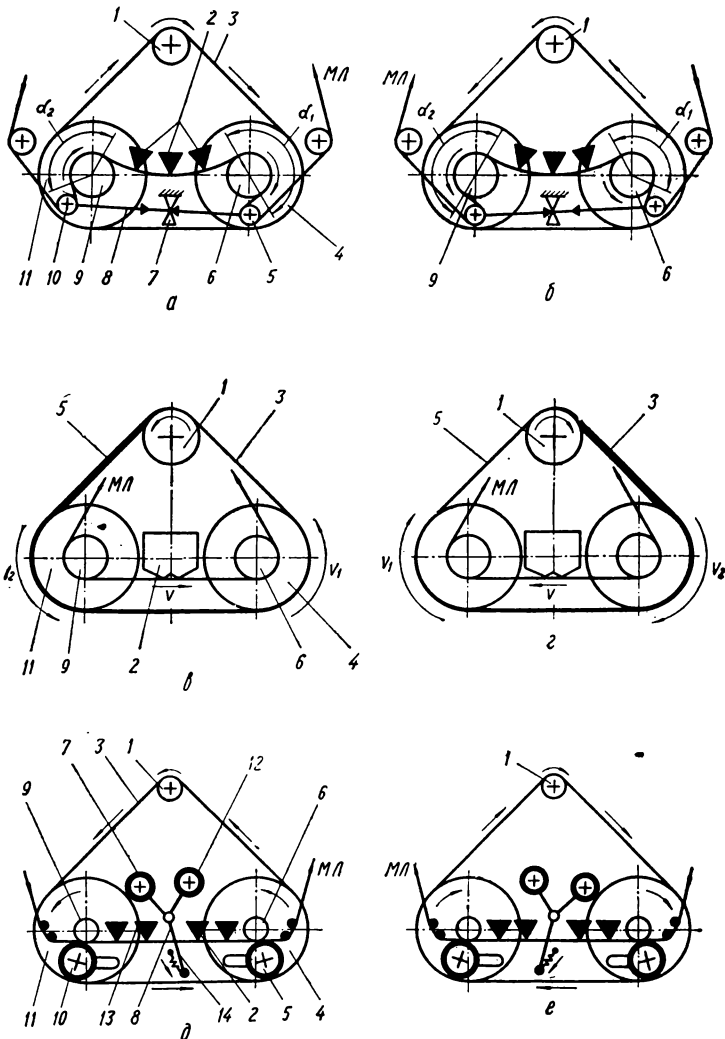


Рис. 61. Схемы выполнения реверсивного движения ленты в замкнутых двухвальных рабочих зонах.

слоя ремня, и, следовательно, к увеличению угловой маховика 4 и окружной вала 6 скоростей. При этом ведомая ветвь ремня сжимается, а толщина его увеличивается, что ведет к увеличению радиуса  $R_n$ , и, следовательно, к уменьшению угловой скорости маховика 11 и окружной скорости его вала 9. Угловые скорости ведущего и ведомого маховиков соответственно  $\omega_{м.вед} = v_n / (R_n - \Delta R)$ ;  $\omega_{м.ведом} = v_n / (R_n + \Delta R)$ , где  $\Delta R$  — приращение (отрицательное и положительное) радиуса нейтрального слоя приводного ремня;  $v_n$  — расчетная (номинальная) скорость нейтрального слоя приводного ремня при движении. Линейные скорости ленты на ведущем и ведомом валах соответственно  $v_{м.л} = \omega_{в.вед} R_{вед.вал}$ ;  $v_{м.л} = \omega_{в.ведом} R_{вед.вал}$ , где  $R_{вед.вал}$  — радиус ведущего вала (валов).

Различие в угловых скоростях маховиков обеспечивает стабильное натяжение магнитной ленты в замкнутой петле рабочей зоны. Чем выше эластичные свойства материала приводного ремня, тем большее натяжение можно обеспечить в замкнутой петле ленты. Стабильность натяжения и его величина возрастают с увеличением скорости движения ленты (приводного ремня). При изменении направления вращения вала 1 ведущего двигателя (рис. 61, з) магнитная лента будет транспортироваться справа налево, вал 9 становится тянущим, вал 6 — подающим, ветвь 5 ремня становится ведущей, ветвь 3 — ведомой. Описанная схема рабочей зоны с применением вместо маховиков облегченных, малоинерционных шкивов была предложена в бортовом самописце АТМ-13 фирмой АМРЕХ [92] и может быть рекомендована для больших скоростей движения магнитной ленты (152,4 и 304,8 см/с).

При использовании подобной схемы для работы на малых скоростях движения магнитной ленты (19,05; 9,53 и 4,76 см/с) и невысоких эластичных свойствах приводного ремня, например, лавсанового тканного, приходится применять дополнительное небольшое подтормаживание маховика 11 подающего ведущего вала 9 (рис. 61, д). Подтормаживание обеспечивается за счет сил упругого гистерезиса резинового слоя ролика 7. Обрезиненные ролики 7 и 12 установлены на тройнике 8, фиксируемым устойчиво в двух крайних положениях пружинной сжатия 14. Маховик 4 тянущего вала 6 в направлении движения ленты слева направо подтормаживания не имеет. Блок головок 2 имеет контакт с магнитной лентой МЛ. Усилия прижима роликов 10 и 5 к ведущим валам 9 и 6 одинаковы. При изменении направления вращения вала ведущего двигателя 1 (рис. 61, е) переключается тройник 8 и вводится в контакт с маховиком 4 обрезиненный ролик 12, подтормаживающий ведущий вал 6. Маховик 11 при этом не подтормаживается. Магнитная лента МЛ, транспортируемая справа налево, имеет контакт только с головками 13. Описанная схема реверсивной рабочей зоны успешно



применена в стереомагнитофоне высшего класса RS-790S фирмы National Matsushita [134].

В одновальной реверсивной рабочей зоне (рис. 62, а) прижимные шарнирно установленные ролики 3 и 11 прижаты с одинаковым усилием  $Q$  к ведущему валу 7, а промежуточные ролики 4 и 10 не-

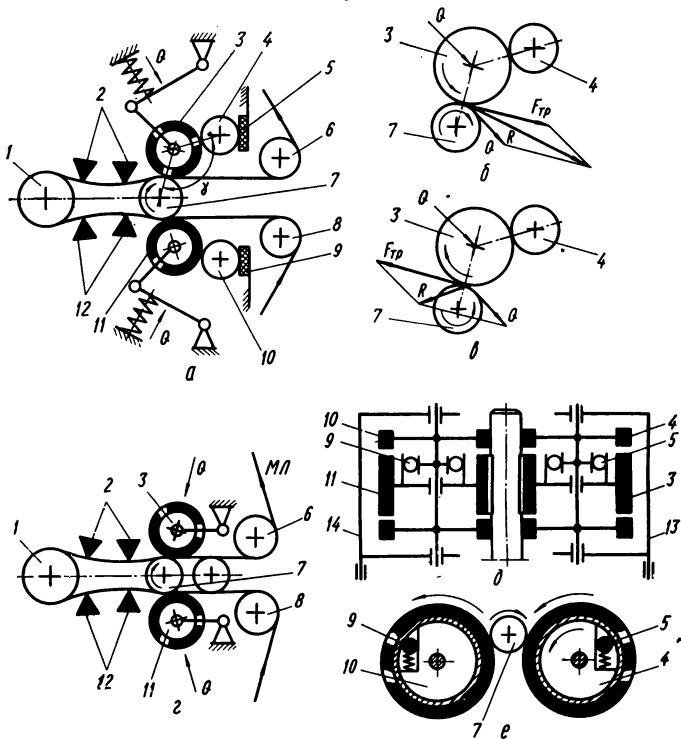


Рис. 62. Схемы выполнения реверсивного движения ленты в замкнутых одновальных рабочих зонах.

много подтормаживаются фрикционными тормозами 5 и 9. При вращении вала 7 в направлении часовой стрелки прижимной ролик 3 стремится заклинить между валом и роликом 4, а усилие транспортирования  $F_{тр}$  и сила прижима  $Q$  направлены в одну сторону. Равнодействующая их  $R > Q$  (рис. 62, б). Второй прижимной ролик 11 стремится расклинить валом 7, усилие транспортирования  $F_{тр}$  и сила прижима  $Q$  направлены в разные стороны, равнодействующая их  $R < Q$ . Разность равнодействующих и усилий транспортирования ленты  $МЛ$ , взаимодействующей с головками 2 и 12, направ-

ляющими 1, 6 и 8, обеспечивает разные линейные скорости и стабильное натяжение ленты в замкнутой зоне. При изменении направления вращения вала против часовой стрелки (рис. 62, в) функции роликов 3 и 11 автоматически изменяются на противоположные, а все остальное — аналогично. Недостаток описанной схемы — использование сухого трения для подтормаживания промежуточных роликов, что ограничивает ее применение в МТЛ, работающих при больших колебаниях влажности и температуры. От этого недостатка свободна одновальная реверсивная рабочая зона (рис. 62, г). Разность усилий транспортирования обеспечивается включением к основным прижимным роликам 11 и 3, прижатых с одинаковым усилием  $Q$ , дополнительных секций 4 в направлении вращения ведущего вала 7 по часовой стрелке и секций 10 в направлении вращения вала 7 против часовой стрелки. Подключается одна или другая дополнительная секция к основным роликам обгонными муфтами разнонаправленного действия, состоящими из кулачковых дисков 4 и 10, подпружиненных шариков 9 и 5, взаимодействующих со стенками основных прижимных роликов 3 и 11 (рис. 62, д). Прижимные ролики установлены в обхватывающих их рычагах 13 и 14, которые далее соединяются с электромагнитами. Реверсивная рабочая зона в жестких условиях эксплуатации обеспечивает надежное и стабильное натяжение ленты, минимальные колебания скорости транспортирования (0,05—0,06% на скорости 152,4 см/с) [40].

Описанные схемы реверсивных рабочих зон с изменением направления вращения ведущих валов (вала) широко распространены в бытовых магнитофонах, профессиональной и точной аппаратуре магнитной записи.

В вычислительной технике, где требования по стабильности скорости движения магнитной ленты невысоки, но необходимо минимальное время старт — стопа (5—10 мс при скорости 2—3 м/с), применяют рабочие зоны без реверсирования вращения ведущего вала (валов) (рис. 63, а). В этих рабочих зонах два ведущих вала 1 и 4 вращаются в разных направлениях. Движение ленты  $МЛ$  в одном или другом направлении мимо головок 6 и направляющих 2 и 3 достигается попеременным включением прижимных роликов 7 и 5 к своим ведущим валам. При использовании промежуточных накопителей, например, ненапряженных петель ленты в карманах лучшее время старт — стопа составило 1,5 мс при скорости 304,8 см/с для подобных реверсивных рабочих зон.

Для МТЛ без промежуточных накопителей, работающих при низких скоростях движения магнитной ленты, была предложена оригинальная рабочая реверсивная зона\* (рис. 63, б), в которой один

---

\* Предложено автором совместно с инж. В. П. Кукла.

ведущий вал *1* вращается только в одном направлении и с двух его противоположных сторон размещены прижимные ролики *7* и *5*. Во взаимно перпендикулярных направлениях от вала находятся блоки магнитных головок *6* и *8*, направляющие ролики *3* и *2*. Внутри четырехугольника, образованного роликами, размещен накопитель в виде рулона с лентой *9*. При вращении ведущего вала *1* по часовой стрелке включен прижимной ролик *7*, магнитная лента *МЛ* транс-

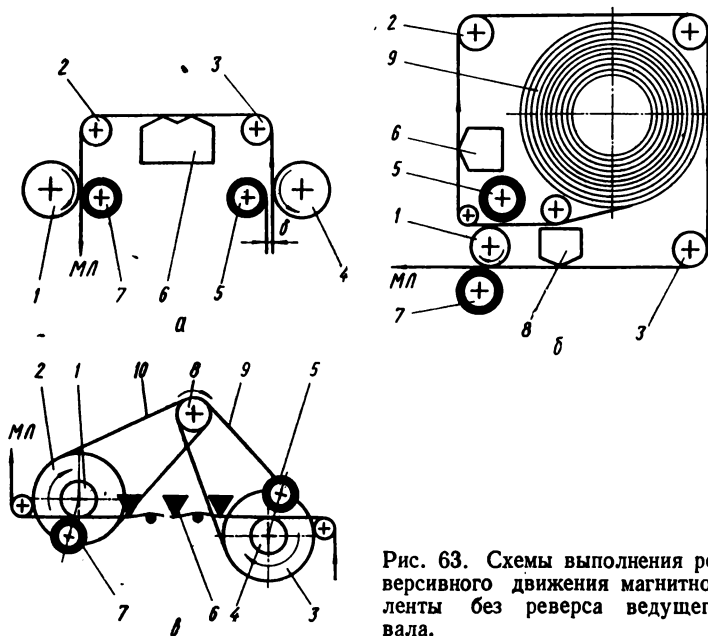


Рис. 63. Схемы выполнения реверсивного движения магнитной ленты без реверса ведущего вала.

портируется справа налево, взаимодействуя с головками *8*. С головками *6* лента контакта не имеет. Накопитель *9* является в этом направлении подающим. При отключении прижимного ролика *7* и включении к валу прижимного ролика *5* магнитная лента быстро изменяет направление своего движения на обратное, взаимодействуя только с головками *6*. При этом направлении движения накопитель *9* является приемным. Достоинство описанной рабочей зоны — простота кинематической схемы реверсивного движения ленты, надежность работы, поэтому она может быть рекомендована для бытовой и специальной АМЭ.

В бортовом самописце MR-43 фирмы СЕС филиала Data-Stor [113] два ведущих вала *1* и *4* с маховиками вращаются в одну сторону (по часовой стрелке) от одного двигателя *8* посредством двух

отдельных ремней 10 и 9 (рис. 63, в). Транспортирование магнитной ленты *МЛ*, имеющей постоянный контакт с головками 6, в одном или противоположном направлении осуществляется включением прижимных роликов 7 или 5 к ведущим валам 1 или 4 соответственно. Отличие от рабочей зоны (рис. 63, а) заключается в том, что лента с ведущими валами контактирует разными сторонами: рабочим слоем с валом 1 и основой с валом 4.

**Контакт ленты с магнитными головками.** Во всех рассмотренных видах взаимодействия конструктивных элементов рабочей зоны с магнитной лентой предусматривается в режимах записи — воспроизведения информации механический контакт ленты с магнитными головками, качество которого непосредственно влияет на величину паразитной АМ, временных рассогласований многоканальной информации, износ ленты и головок и др. Магнитные головки имеют плотный механический контакт с рабочим слоем ленты в режимах записи — воспроизведения и не имеют его в режимах ускоренных перемоток, т. е. лента отводится от головок на некоторый зазор  $\delta \approx 0,8 \dots 3$  мм. В реальных условиях даже при плотном контакте зазор между лентой и головкой  $d_{эф} \approx 0,3 \dots 1,5$  мкм, что обуславливается, в основном, шероховатостью рабочего (магнитного) слоя ленты *МЛ*. Эффективный зазор может резко возрастать вследствие неплотного контакта по длине рабочего зазора между сердечниками в результате изгиба ленты (в основном ее основы) при недостаточном давлении на головку. Кроме того, при движении ленты по головкам вследствие нагара, состоящего из пыли рабочего слоя ленты, эффективный зазор может увеличиваться дополнительно [44]. Потери при воспроизведении, дБ, вследствие неплотного контакта между головкой и лентой  $S_d = 54,5 d_{эф} / \lambda$ , где  $\lambda$  — длина волны воспроизводимого сигнала, мкм. В результате непостоянства контакта лента — головка эффективный зазор между ними непрерывно изменяется, что приводит при записи к изменению напряженности поля в рабочем слое ленты, а при воспроизведении — к изменению магнитного потока, пронизывающего сердечник головки воспроизведения. Это обуславливает амплитудную модуляцию воспроизводимого сигнала, которая проявляется при воспроизведении сигналов с малой длиной волны, т. е. высоких частот, и может достигать 40—80%.

Контакт лента — головка может обеспечиваться как механическим способом, например натяжением ленты, прижимом ее к головке фетровым прижимом, врезанием вращающихся головок в поверхность ленты, так и пневматическим, например, прижимом ее отрицательным или положительным давлением воздуха.

В бытовой, профессиональной и специальной АМЗ в рабочих зонах МТЛ применяют контакт лента — головка, создаваемый

натяжением  $T_1$  и  $T_2$  магнитной ленты  $MЛ$  с обеих сторон головки  $1$  при определенном угле обхвата  $\alpha$  (рис. 64, а, б). При неизменных угле  $\gamma$  между ветвями ленты и натяжениях  $T_1$  и  $T_2$  с уменьшением радиуса рабочей поверхности головки  $R$  площадь контакта уменьшается, а удельное давление возрастает. Это на практике используется для увеличения удельного давления до необходимой величины без увеличения натяжения ленты. Для головок записи — воспроизведения и стирающих  $\gamma = 165 \dots 160^\circ$ . В том случае, когда необходимо удельное давление нельзя обеспечить только натяжением ленты  $MЛ$ , применяют дополнительный прижим последней к головке, который осуществляется к неподвижной головке  $1$  подвижным роликом  $3$  с эластичным покрытием, например, полиуретановым (рис. 64, в). Суммарное нормальное давление  $Q$  складывается из нормального давления от натяжения ленты  $N$  и силы давления прижимного ролика  $P$ :  $Q = N + P$ . Описанная схема контакта лента — головка применяется для МТЛ, работающих с биметаллической лентой толщиной 8—16 мкм. Это объясняется и тем, что биметаллическая лента имеет повышенную поперечную кривизну (коробление), которая в зоне контакта хорошо устраняется прижимным роликом [23].

В рабочей зоне МТЛ с нулевой петлей головка  $1$  устанавливается подвижно на поворотном рычаге и прижимается усилием  $Q$  к ленте  $MЛ$ , глубоко обхватывающей ведущий вал  $15$  (рис. 64, в). В бытовых магнитофонах используют схему контакта лента — головка, в которой для создания дополнительного давления ленты  $MЛ$  на неподвижную головку  $1$  применяют всевозможные прижимы в виде фетровых подушек  $4$  на подвижных подпружиненных рычагах (рис. 64, з). Недостаток — повышенный износ ленты вследствие трения скольжения и загрязнения фетра ферромагнитной пылью ленты. В профессиональной АМЗ иногда применяют схему контакта, в которой головка  $1$ , установленная подвижно на кронштейне  $5$ , прижимается с усилием  $Q$  к ленте  $MЛ$  и неподвижной фетровой подушке  $4$  (рис. 64, д).

В рассмотренных схемах контакта необходимый угол обхвата лентой головок  $1$  обеспечивается цилиндрическим штырем  $7$ , расположенным на поворотном рычаге  $5$  (рис. 64, е). В режимах ускоренных перемоток тракт движения ленты прямолинейный (обозначен штриховой линией). Значительные размеры рычагов приводят к их недостаточной жесткости и, следовательно, к дополнительным колебаниям скорости движения и динамическим перекосам магнитной ленты. Поэтому в специальной прецизионной АМЗ в рабочих зонах контактно-вводящие штыри  $7$ ,  $8$  и  $9$  размещают с небольшим плечом эксцентрично на поворотных круглых площадках рычагов (рис. 64, ж). При повороте эксцентричных штырей от штока  $11$  до упора  $12$  лента  $MЛ$  вводится в контакт с головками  $1$  и  $2$ , которые располо-

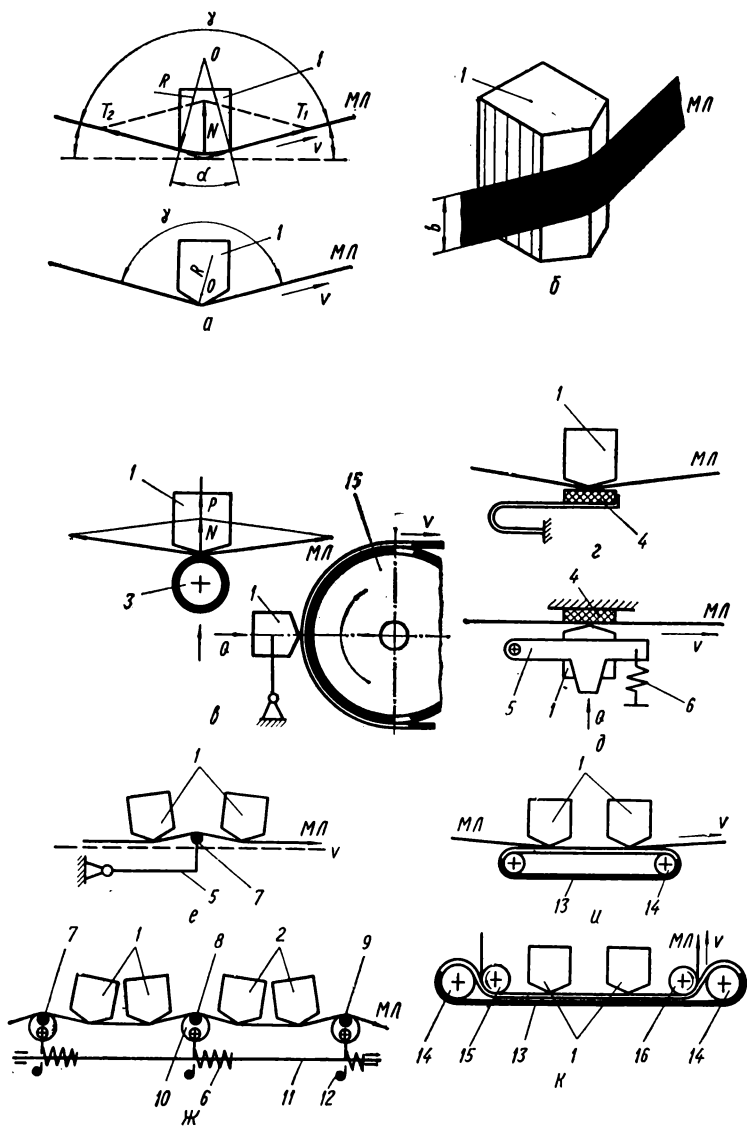


Рис. 64. Схемы создания механического контакта ленты с головками в плоских рабочих зонах.

жены под углом друг к другу. Пружина 6 возвращает шток в исходное состояние и выводит ленту из контакта с головками [144].

В настоящее время в бытовых магнитофонах для устранения недостатков, присущих фетровым подушкам (рис. 64, д), применяют прижим ленты  $MЛ$  к головкам 1 тонким лавсановым литым ремнем 13 толщиной 0,05—0,1 мм, натянутым на двух роликах 14 (рис. 64, и). Ролики вращаются на прецизионных шарикоподшипниках классов 4 или 5. При такой схеме контакта натяжение ленты можно снизить, так как отсутствует трение скольжения между лентой и ремнем.

В экономичной бортовой АМЗ плоский ремень, кроме функций контакта лента — головка, выполняет еще и транспортирование магнитной ленты (рис. 64, к). Плоский полиэфирный ремень 13 толщиной 1—1,5 мм глубоко обхватывает ведущие валы 15 и 16, обеспечивая необходимый контакт лента — ведущий вал. Ремень натянут на роликах 14 и обеспечивает контакты лента — головки 1 и лента — ведущие валы 15 и 16. Подобная схема применена в устройстве записи для космических кораблей 10-110 и именуется как привод Кобелт [3].

В рабочих зонах с винтовым трактом ленты и нулевой петлей (рис. 65, а), где лента 4 обхватывает неподвижный наклоненный на угол  $\beta$  барабан 2 с установленными в нем по траектории винтовой линии головками 1, 3 и 5 и замыкается без свободных участков на ведущем валу 6 на разных уровнях, удельное давление определяем по формуле [2]

$$N = T_2 e^{\alpha f \cos \beta} / (bR).$$

Удельное давление имеет перепад такой же, как и перепад натяжений выходной и входной ветвей магнитной ленты:  $N_1/N_2 = T_1/T_2$ .

Для достижения практически одинакового и стабильного удельного давления контакта лента — головка были выполнены сужающиеся в направлении движения ленты проточки 7 на поверхности барабана и головок [63]. Ширина проточек  $b_2$  в начале развертки барабана по образующей МК (входная ветвь ленты) больше ширины  $b_1$  в конце развертки (выходная ветвь ленты) в  $T_1/T_2$  раз (рис. 65, в, г, д), где  $T_1 = T_2 e^{\alpha f \cos \beta}$ . Таким образом, где натяжение ленты больше, там и поверхность  $b_1'$  контакта лента — барабан (головки) больше, и наоборот, если поверхность  $b_2'$  меньше, то и натяжение  $T_1$  меньше. Поэтому эпюра распределения удельных давлений контакта лента — головки по винтовой поверхности барабана представляет собой практически окружность (рис. 65, б), а штриховой линией показана эпюра давлений до выполнения проточек.

В прецизионной стационарной АМЗ часто осуществляют контакт ленты с головками прижимом ее отрицательным давлением воздуха —  $p$  (вакуумом) (рис. 66, а, б). В головках выполняют пазы 4,

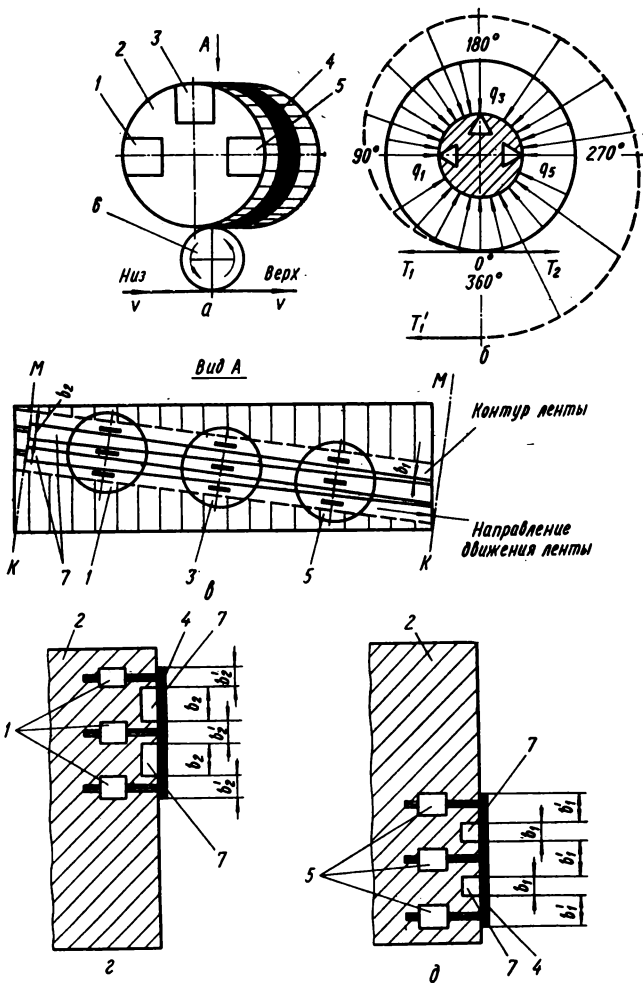


Рис. 65. Схемы создания контакта с неподвижными головками в пространственных рабочих зонах, эпюра давлений и развертка барабана.

сходящиеся к сердечникам 2. Пазы соединяют с источником отрицательного давления через отверстия 3, выполненные в корпусе 1 головки. Рабочая поверхность головок может выполняться выпуклой (рис. 66, а) радиусом  $R$  или вогнутой (рис. 66, б) для рабочих зон с большим диаметром ведущих валов (100 мм и выше) [69]. При



вакуумном способе обеспечивается мягкий, постоянный и точный контакт ленты с головками. Кроме того, производится очищение ленты, в результате чего заметно уменьшается выпадение информации и скопления оксидных частиц рабочего слоя ленты.

Контакт ленты можно обеспечить и прижатием ее к головкам положительным давлением воздуха  $+p$ , подаваемым направленным потоком через отверстия и каналы 4 стойки 5. Стойка установлена на небольшом расстоянии  $\delta$  от сердечников 2 магнитной головки.

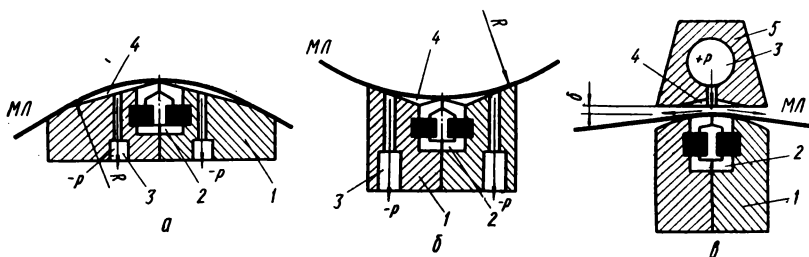


Рис. 66. Схемы создания механического контакта с головками отрицательным или положительным давлением воздуха.

Воздух подается к стойке через отверстие 3. Прижимая ленту МЛ к корпусу 1 головки, воздушный поток растекается по обе стороны от нее. В режимах ускоренных перемоток в схеме рис. 66, а лента отводится от головки положительным давлением воздуха, подаваемого через отверстия 3, в схеме рис. 66, б, в — перекрытием отрицательного и положительного давлений соответственно.

Все рассмотренные схемы обеспечивают контакт ленты с неподвижными головками в аппаратуре для продольной записи — воспроизведения информации. Большую группу составляет аппаратура для циклического и оперативного воспроизведения продольно записанной информации и аппаратура наклонно и поперечно-строчной записи, например видеоманитофоны.

В рабочих зонах МТЛ циклического воспроизведения лента МЛ имеет продольное движение, совпадающее с траекторией вращения барабана 3 с головками 1 (рис. 67, а). Направление векторов этих скоростей может совпадать или быть противоположным. Относительная скорость воспроизведения в одном направлении  $v_{\text{воспр}} = v_{\text{м. л}} + v_{\text{бар}}$ , в разных направлениях  $v_{\text{воспр}} = v_{\text{м. л}} - v_{\text{бар}}$ , лента

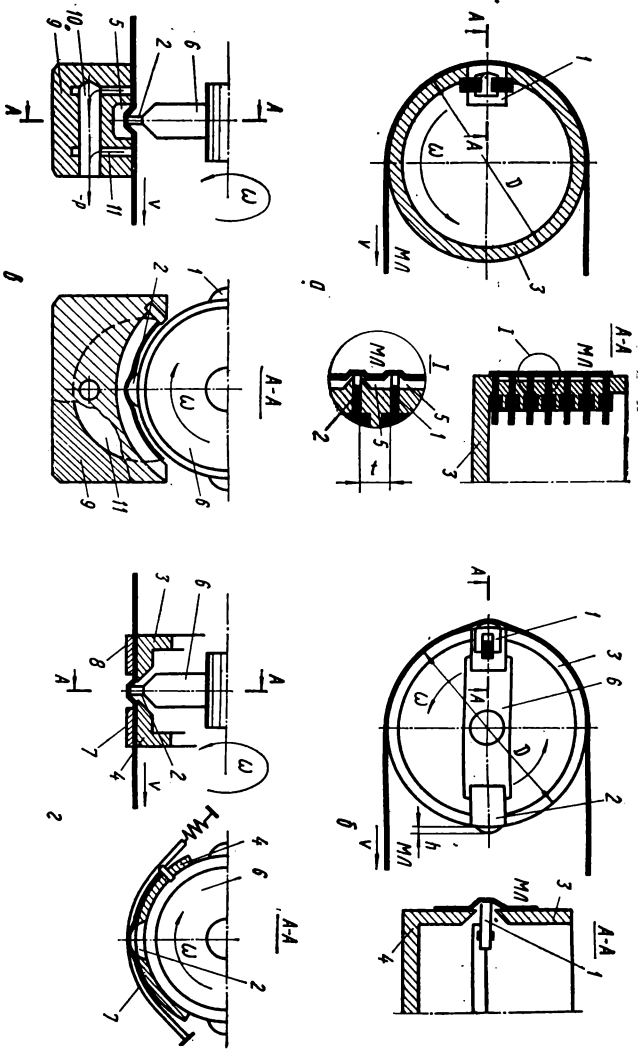


Рис. 67. Механический контакт ленты с вращающимися магнитными головками.

неподвижна  $v_{\text{воспр}} = v_{\text{бар}}$ . Ввиду того что лента *МЛ* обхватывает барабан по большой поверхности, для хорошего контакта с многодорожечным блоком магнитных головок 1 и 2 между ними и в барабане выполнены продольные проточки 5 прямоугольной или треугольной формы. Для исключения расхождения пакета пластин сердечников головок в зоне проточек они выполняются или не на всю ширину междорожечного расстояния  $t$ , или треугольной формы. Окружная скорость барабана, см/с, определяется его диаметром  $D$  и частотой вращения  $n$ :  $v_{\text{бар}} = \pi Dn/60$ . В схеме рис. 67, а обеспечивается хороший контакт ленты с головками до скоростей воспроизведения 4—5 м/с. При больших скоростях (6—25 м/с) лента «всплывает» над барабаном и воспроизведение осуществляется бесконтактно, если сердечники не выступают за диаметр  $D$ .

В рабочих зонах МТЛ видеоманитофонов наклонно-строчной записи (рис. 67, б) лента *МЛ* имеет продольное движение по винтовой линии по поверхности нижнего 4 и верхнего 3 барабанов видеоблока. В щели между барабанами в диаметральной плоскости вращения диск с видеоголовками 1 и 2, которые для надежного контакта с лентой *МЛ* выступают за образующую барабанов на 0,025 . . . 0,1 мм и вдавливаются в ленту в месте касания с ней. Траектории вращения видеоголовок и движения ленты образуют между собой небольшой острый угол  $\beta = 2 . . . 10^\circ$  для бытовых,  $15 . . . 20^\circ$  для профессиональных и  $45^\circ$  для специальных видеоманитофонов. Относительная скорость между вращающейся головкой  $v_r$  и лентой  $v_{\text{м.л}}$  (скорость развертки сигнала) при наклонно-строчной и поперечной записях равна геометрической сумме этих скоростей:  $v_0 = v_r \pm v_{\text{м.л}} \cos \beta$ , где  $\beta$  — угол между векторами скоростей ленты и головки.

В рабочих зонах МТЛ видеоманитофонов поперечно-строчной записи лента *МЛ* имеет продольное движение в направляющей камере 9, к вогнутой поверхности которой она плотно прижимается и удерживается вакуумным присосом (рис. 67, в). Присос выполнен в виде двух щелей 11, которые расположены симметрично от центральной проточки 5. Щели соединены отверстием 10. Небольшого разрежения ( $-p = 9,8 \cdot 10^3$  Па) достаточно для плотного прилегания ленты к поверхности направляющей. Диск 6 с четырьмя видеоголовками 1 и 2 вращается в плоскости, перпендикулярной (поперечной) направлению движения ленты. Полюсные наконечники видеоголовок 2 попеременно вдавливают ленту на 0,1 мм в проточку 5 камеры и создают местное растяжение ее. В результате этого создается хороший контакт между головками и лентой, необходимый для записи коротких волн видеoinформации. На контакт между лентой и головкой в этой схеме могут влиять и колебания толщины ленты, так как к направляющей камере она прижата основой, а к головкам

направлена рабочей поверхностью. Эту схему применяют в профессиональных студийных видеомагнитофонах [94, 99, 100, 101].

Более простая схема контакта ленты с вращающимися головками поперечно-строчной записи (рис. 67, з) состоит из направляющих полуколец 3 и 4, в щели между которыми установлен диск 6 с видеоголовками 2. Лента соприкасается с поверхностью направляющих элементов рабочим слоем, а прижимается к ним двумя подпружиненными полосками 7 и 8 [75]. Достоинства — на величину отдачи при воспроизведении не влияет толщина ленты и отсутствует вакуумный присос с его источниками (насосом), недостаток — дополнительное трение в направляющих полукольцах.

Натяжение магнитной ленты, создаваемое вдавливанием головки (рис. 68),  $T = T_1 + \Delta T$ , где  $T_1$  — натяжение ленты входной ветви на барабане;  $\Delta T = EF \Delta l / L$  — натяжение ленты от деформации ее головкой;  $E = 210 \dots 500 \text{ кг/мм}^2$  — динамический модуль упругости магнитной ленты;  $F$  — площадь поперечного сечения магнитной ленты,  $\text{мм}^2$ ;  $\Delta l = L - l$  — удлинение магнитной ленты, мм;  $L = 2\pi R_r \frac{2\varphi}{360} + 2A_1B_1$  — длина участка ленты  $A_1B_1B_2A_2$ ;  $l = 2\pi R \frac{2\varphi}{360}$  — длина участка окружности барабана  $A_1DA_2$ ;  $R$  — радиус образующей барабана, мм;  $R_r$  — радиус рабочей поверхности головки, мм;  $\varphi$  — угол обхвата (контакта) лентой головки.

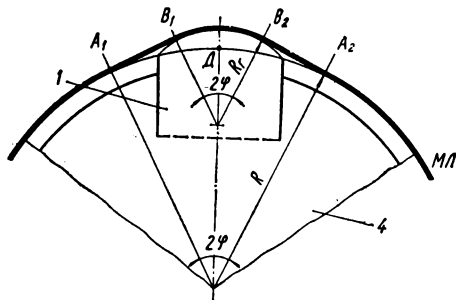


Рис. 68. Схема создания механического контакта ленты с вращающейся головкой.

Удельное давление\* магнитной ленты на головку,  $\text{Н/см}^2$ , при углах обхвата барабана видеоблока 0 и  $180^\circ$

$$q_r = \frac{T_1 b_r / b_{м.л} + \Delta T}{b_r R_r},$$

где  $b_r$  — ширина сердечника головки в зоне контакта;  $b_{м.л}$  — ширина магнитной ленты.

Для наклонно-строчной видеозаписи результаты расчетов натяжения и удельного давления на видеоголовку при угле обхвата барабана видеоблока 0 и  $180^\circ$  приведены в табл. 15.

\* Формула выведена автором совместно с инженерами Е. К. Гловацким и В. П. Богданом.

Таблица 15

$\delta$	$h, \text{ мм}$	Натяжение входной ветви магнитной ленты $T_1, \text{ Н}$							
		0,15		0,2		0,3		0,4	
		$T$	$q$	$T$	$q$	$T$	$q$	$T$	$q$
$\beta = 0$									
0,15	0,015	0,21	0,40	0,27	0,42	0,40	0,48	0,52	0,54
	0,025	0,22	0,60	0,28	0,63	0,41	0,69	0,53	0,74
	0,050	0,25	1,12	0,31	1,15	0,44	1,21	0,56	1,27
	0,075	0,27	1,63	0,34	1,67	0,46	1,72	0,59	1,78
	0,100	0,30	2,15	0,36	2,17	0,49	2,23	0,62	2,30
0,20	0,015	0,22	0,41	0,29	0,43	0,43	0,49	0,56	0,55
	0,025	0,23	0,60	0,30	0,64	0,44	0,70	0,58	0,75
	0,050	0,26	1,13	0,33	1,16	0,47	1,21	0,60	1,28
	0,075	0,29	1,64	0,36	1,67	0,49	1,73	0,63	1,79
	0,100	0,32	2,15	0,39	2,18	0,52	2,24	0,66	2,31
0,25	0,015	0,24	0,42	0,31	0,44	0,46	0,51	0,61	0,58
	0,025	0,25	0,62	0,32	0,65	0,47	0,71	0,62	0,78
	0,050	0,28	1,13	0,35	1,17	0,50	1,23	0,65	1,30
	0,075	0,31	1,65	0,38	1,68	0,53	1,75	0,68	1,81
	0,100	0,33	2,16	0,41	2,19	0,56	2,26	0,70	2,32
$\beta = \pi$									
0,15	0,015	0,32	0,45	0,42	0,49	0,63	0,58	0,83	0,67
	0,025	0,33	0,65	0,43	0,70	0,64	0,79	0,84	0,88
	0,050	0,36	1,17	0,46	1,22	0,66	1,31	0,87	1,40
	0,075	0,39	1,68	0,49	1,73	0,69	1,82	0,90	1,91
	0,100	0,42	2,20	0,52	2,24	0,72	2,33	0,92	2,42
0,20	0,015	0,40	0,48	0,53	0,54	0,79	0,65	1,04	0,77
	0,025	0,41	0,69	0,54	0,75	0,80	0,86	1,05	0,97
	0,050	0,44	1,21	0,57	1,26	0,83	1,38	1,08	1,49
	0,075	0,47	1,72	0,60	1,78	0,85	1,89	1,11	2,00
	0,100	0,50	2,23	0,63	2,29	0,88	2,40	1,14	2,52
0,25	0,015	0,50	0,53	0,65	0,60	0,99	0,75	1,32	0,89
	0,025	0,52	0,73	0,66	0,81	1	0,95	1,33	1,09
	0,050	0,54	1,25	0,69	1,32	1,03	1,47	1,35	1,61
	0,075	0,57	1,76	0,72	1,84	1,06	1,98	1,38	2,12
	0,100	0,60	2,28	0,74	2,35	1,09	2,49	1,41	2,64

Температура рабочего слоя различных лент в зоне контакта с головками при воспроизведении неподвижного изображения на двухголовочном видеомэгнитофоне типа NV -1010 фирмы Matsushita при скорости 12 м/с с шириной строчки 160 мкм и головками из Mn-Zn-феррита была измерена в Японии. Измерения проводили при натяжении лент 1—5 Н и температуре окружающей среды 5° С. Максимальная температура ленты в зоне контакта оказалась 75° С. Нагрев увеличивается с увеличением натяжения. Максимальная разность температур при натяжениях 1 и 5 Н составляет 17,6° С. Температура ленты вдоль строчки имеет крутой подъем посередине.

## 2. ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ТРАКТОВ ЛЕНТЫ В РАБОЧИХ ЗОНАХ

Тракт (путь движения) ленты в рабочей зоне определяется конструктивными элементами, имеющими контакт с лентой: магнитными головками, ведущими валами или зубчатыми барабанами, направляющими, прижимными и придерживающими роликами и др. Формообразование трактов ленты в рабочих зонах определяется (рис. 69):

- 1) положением ленты в пространстве;
- 2) положением ленты в своей плоскости и плоскости магнитных головок;
- 3) замыканием ленты на ведущем валу по отношению к основным и промежуточным накопителям ленты;
- 4) замыканием ленты на ведущем валу внутри зоны по отношению к магнитным головкам;
- 5) диаметром ведущего вала;
- 6) количеством трактов ленты, образуемым одним и тем же ведущим валом или валами.

По положению ленты в пространстве рабочие зоны бывают плоские и пространственные. Если положение магнитной ленты описывается уравнениями плоских кривых и базовый\* край ее размещен в одной плоскости, тогда рабочую зону называют плоской (рис. 70, а) [13]. Если положение магнитной ленты описывается уравнениями пространственных кривых, а базовый край ее размещен в нескольких плоскостях, тогда рабочую зону называют пространственной (рис. 70, б). В механизмах транспортирования ленты АМЗ профессиональной и бытовой, точной магнитной записи, вычислительных машин, видеомэгнитофонов поперечно-строчной записи, рабочие зоны плоские, а видеомэгнитофонов наклонно-строчной записи и

---

\* Край магнитной ленты, используемый как ориентир при нумерации дорожек записи, а также как опора для ленты в тракте.

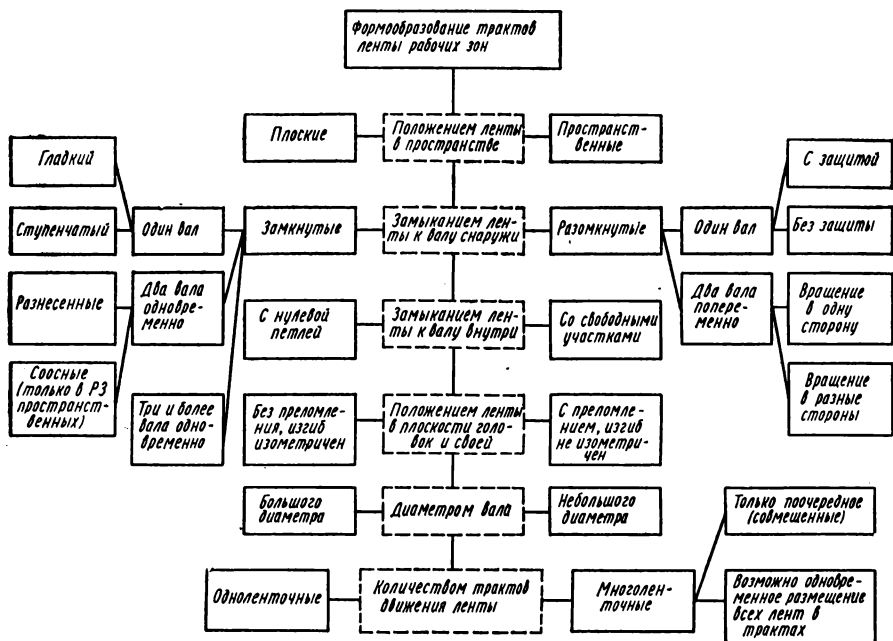


Рис. 69. Формообразование трактов ленты в рабочих зонах МТЛ.

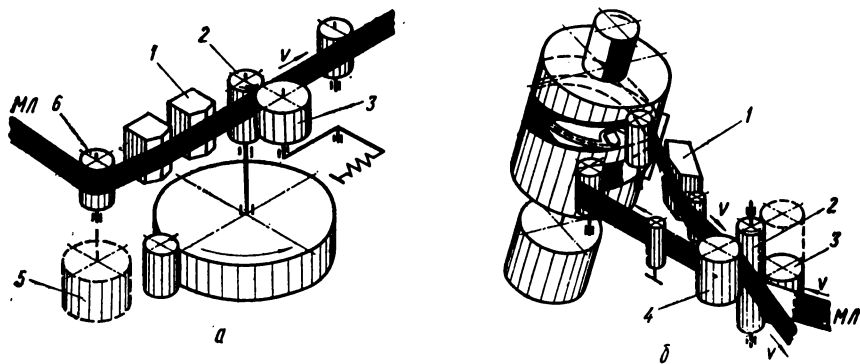


Рис. 70. Тракты ленты плоской и пространственной рабочих зон.

бортовых самописцев с соосным расположением катушек с магнитной лентой рабочие зоны пространственные.

По замыканию ленты на ведущем валу (валах) снаружи по отношению к основным или промежуточным накопителям рабочие зоны различают замкнутые и разомкнутые. Рабочая зона называется замкнутой, если участок ленты *МЛ*, взаимодействующий с магнитными головками *1*, замыкается с обеих сторон на ведущий вал *2* (валы) (рис. 70, б). Это замыкание выражается любыми видами механического сцепления (контакта) ленты с ведущим валом, рассмотренными ранее (прижимные ролики, ремни, глубокий обхват, вакуумный прижим и др.). Рабочая зона, приведенная выше, также и пространственная, т. к. лента *МЛ* замыкается на ведущем валу *2* на разных уровнях прижимными роликами *3* и *4*.

Рабочая зона называется разомкнутой, если участок ленты *МЛ*, взаимодействующий с магнитными головками *1*, замыкается только с одной стороны на ведущий вал *2* (рис. 70, а). Замыкается лента одним прижимным роликом *3*. Замыкание ленты с обеих сторон может осуществляться на одном или двух ведущих валах, гладких или ступенчатых в плоских и пространственных рабочих зонах. В пространственной рабочей замкнутой зоне (рис. 70, б) лента *МЛ* замыкается на один гладкий удлиненный вал *2* двумя прижимными роликами *3* и *4* (тракт ленты АМРЕХ). Необходимое условие натяжения ленты *МЛ* внутри рабочей зоны — различие в величинах проскальзывания: в зоне контакта элементов *2* и *4* — меньшее, элементов *2* и *3* — большее проскальзывание. Натяжение ленты перед входом в рабочую зону является необходимым условием ее работоспособности [104]. Такой тракт ленты в рабочей зоне применяют в аппаратуре наклонно-строчной видеозаписи многих фирм, профессионального и специального назначения с высокими требованиями к основным параметрам.

В плоской замкнутой рабочей зоне (рис. 71, а) лента *МЛ* замыкается на ступенчатый ведущий вал со средним пояском *2* большего диаметра и двумя крайними *1* и *5* меньшего диаметра (привод изолуп). Разность диаметров составляет 0,05 — 0,1 мм. На выходе из рабочей зоны лента прижимается к пояску большего диаметра ступенчатым обрезиненным роликом *7*, а меньшая по диаметру его часть *6* контакта с валом не имеет. На входе в рабочую зону лента *МЛ* прижимается к пояскам *1* и *5* ведущего вала обрезиненным роликом *3* (двумя крайними его поясками). Ролик имеет посередине проточку, поэтому лента в средней своей части к валу *2* не прижимается. Таким образом, скорость транспортирования ленты на выходе больше, чем на входе, что обеспечивает надежное одностороннее натяжение ее в замкнутой петле [132]. В этой схеме рабочей зоны натяжение ленты до и после ведущего вала не требуется, поэтому



ее применяют в МТЛ с накопителем типа кольцевой рулон. Недостаток — пониженное значение стабильности скорости транспортирования и повышенные временные рассогласования (искажения) по сравнению с гладким ведущим валом.

В пространственной рабочей зоне (рис. 71, б) лента *МЛ* замыкается двумя прижимными роликами 3 и 5 на ступенчатом ведущем валу 2, нижняя часть которого на 0,1—0,2 мм больше, чем верхняя. Эта рабочая зона, как и плоская со ступенчатым валом, может ра-

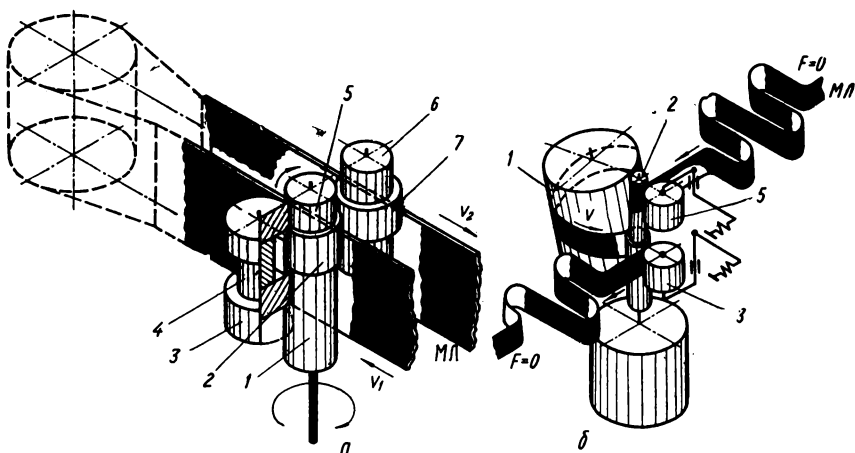


Рис. 71. К пояснению замыкания магнитной ленты на ступенчатом ведущем валу и для плоских рабочих зон (а) и пространственных (б).

ботать в одном направлении без натяжения ленты до и после ведущего вала 2. Лента имеет натяжение только на наклонном барабане 1. Отличие от плоской — магнитная лента имеет надежный контакт по всей своей ширине с каждой из ступеней ведущего вала, вследствие этого стабильность скорости транспортирования выше, а временные рассогласования меньше [73, 77]. Магнитные головки в пространственных рабочих зонах могут быть установлены внутри или снаружи наклонного барабана 1 по винтовой линии. При наружной установке в барабане выполняют небольшие пазы по образующей, в которые входят головки, обеспечивая необходимый контакт с лентой *МЛ* [78]. Если наклонный барабан разделен на две половины, между которыми вращается диск с видеоголовками, тогда пространственная рабочая зона может быть использована в МТЛ видеоманитофонов с наклонно-строчной записью. ■

При замыкании ленты на двух ведущих валах различают рабочие зоны с разнесенными валами с параллельными осями в одной

или двух параллельных плоскостях и валами соосными (только в пространственных зонах). В плоских рабочих зонах (рис. 72, а) ведущие валы 1 и 3 расположены в одной плоскости и между ними размещены магнитные головки 2. Лента *МЛ* замыкается на валах прижимными роликами 5 и 4. Привод валов может быть от автономных электродвигателей или от одного общего посредством механических передач. Стабильное натяжение внутри рабочих зон обеспечивается более простыми способами, чем в одновалных зонах. Плоские

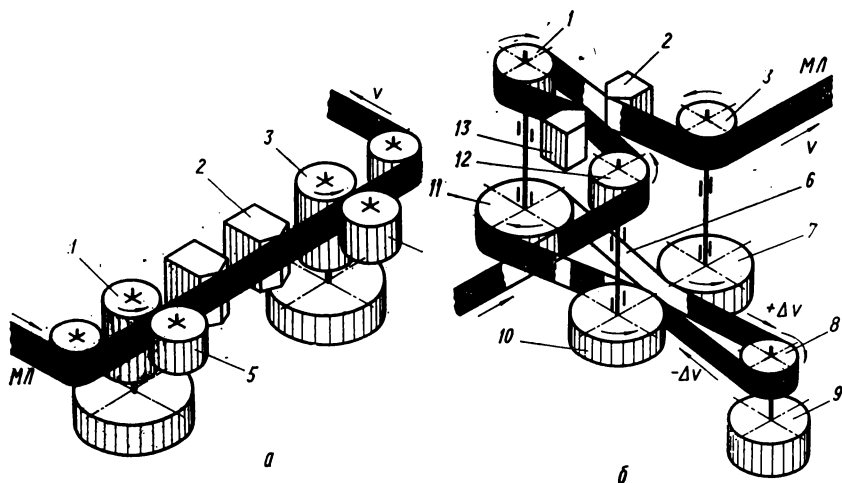


Рис. 72. К пояснению замыкания магнитной ленты в плоских рабочих зонах на два ведущих вала (а) и три (б).

двухвалльные рабочие замкнутые зоны менее распространены, чем одновалльные ввиду дополнительных узлов ведущего вала.

В плоской рабочей зоне лента *МЛ* замыкается на три ведущих вала (рис. 72, б). Два вала 12 и 3 расположены на входе и выходе ленты из рабочей зоны и один вал 1 — в середине зоны. Все валы одинакового диаметра, глубоко обхвачены магнитной лентой и имеют одинаковые шкивы (маховики) 7, 10 и 11, которые приводятся плоским ремнем 6 от электродвигателя 9 через его шкив 8. Блоки магнитных головок 13 и 2 размещены между валами 12 и 1, 1 и 3. Согласно зависимости Эйлера окружная скорость ремня 6 на шкиве 7 больше расчетной на величину  $\Delta v$ , а на шкиве 10 — на величину  $\Delta v$  меньше, поэтому лента между валами 12 и 3 всегда будет иметь стабильное натяжение. При реверсировании движения ленты функции валов 12 и 3 изменятся на противоположные, и лента автоматически будет

иметь стабильное натяжение. Подобный тракт ленты в рабочей зоне используют при 3—4 магнитных головках в одном блоке, так как средний ведущий вал разгружает ленту от излишних перенапряжений по натяжению. Впервые тракт применен для бортового самописца цифровой и аналоговой записи NASA [112]. При необходимости плоская рабочая зона может содержать и более трех ведущих валов.

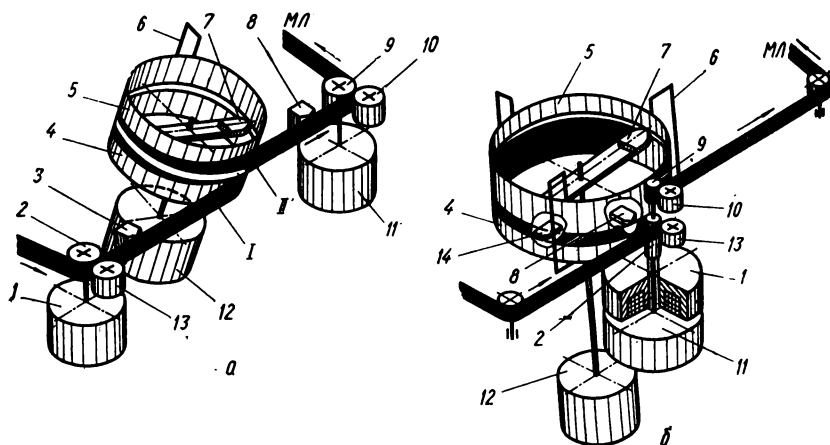


Рис. 73. Пространственные рабочие зоны МТЛ видеоманитофонов наклонно-строчной записи с двумя ведущими валами.

В пространственной замкнутой рабочей зоне (рис. 73, а) ведущие валы 2 и 9 расположены в параллельных плоскостях и разнесены в пространстве. Лента МЛ замыкается прижимными роликами 13 и 10 на валах, и ветви ее расположены в параллельных плоскостях после подъема по винтовой линии наклонного барабана. Барабан состоит из верхней 5 и нижней половин 4, в зазоре между которыми вращается диск с видеоголовкой 7. Неподвижные головки стирания 3, записи — воспроизведения звука и сигналов синхронизации 8 размещаются в ветвях ленты до и после наклонного барабана. Подобный тракт ленты применяется в рабочих зонах полупрофессиональных видеоманитофонов с наклонно-строчной записью. Недосток тракта — увеличенное время управления натяжением ленты на наклонном барабане вследствие длинных свободных участков ленты до и после него.

В пространственной замкнутой рабочей зоне (рис. 73, б) указанный недостаток устранен тем, что ведущие валы 2 и 9 расположены соосно непосредственно возле наклонного барабана [65]. Не-

подвижные головки 8 и 14 при этом размещены в верхней 5 и нижней 4 половинах барабана. Привод валов — автономный. Управляются они независимо друг от друга. Такое расположение ведущих валов может быть рекомендовано для видеоманитофонов, работающих в условиях повышенной влажности. При изменении влажности удлиняется или укорачивается записанная наклонная строка. Регулируя натяжение ленты на барабане, можно возвращать в исходное состояние длину строки записи.

В разомкнутых плоских или пространственных рабочих зонах различают замыкание ленты на один ведущий вал с защитой или без защиты рабочей зоны, а также замыкание попеременно на один или другой валы, вращающиеся в одну или разные стороны. В разомкнутой плоской рабочей зоне с защитой (см. рис. 70, а) лента МЛ замыкается на активный элемент — ведущий вал 2 — прижимным роликом 3 и на пассивный элемент — инерционный ролик 6. Последний глубоко обхвачен магнитной лентой, и на оси его установлен инерционный маховик 5, выполняющий функции защиты рабочей зоны от неравномерностей (рывков, высокочастотных колебаний) скорости со стороны входа в зону. Подобный тракт ленты в рабочей зоне по качественным параметрам приближается к замкнутым и применяется в профессиональной АМЗ. Если с оси ролика 6 убрать инерционный маховик 5, тогда рабочая зона превращается в разомкнутую без защиты. Подобную рабочую зону применяют почти во всех бытовых магнитофонах звукозаписи.

В плоской разомкнутой рабочей зоне без защиты (рис. 74, а) лента МЛ замыкается попеременно на ведущий вал 3 прижимным роликом 6 или вал 4 прижимным роликом 5. Ведущие валы имеют разные диаметры (соотношение 1 : 2 или 1 : 4) и приводятся от одного двигателя 8 ремнем на маховики 9 и 7 одинаковых диаметров и вращаются в одном направлении. Магнитная лента, взаимодействуя с блоком головок 2, транспортируется с двумя различными скоростями, например, 9,53 и 19,05 см/с. Диаметры ведущих валов 3 и 4 могут быть одинаковыми, а диаметры маховиков различными с соотношением 2 : 1 (рис. 74, б). Впервые подобная рабочая зона была использована в АМЗ фирмы ТЕАС в модели DP-300 [163].

Для аппаратуры цифровой записи вычислительных машин применяют плоскую разомкнутую рабочую зону (рис. 74, в) с двумя ведущими валами 3 и 4, которые вращаются в разных направлениях. Замыканием ленты МЛ прижимными роликами 6 или 5 последняя транспортируется мимо блока головок 2 и секторных направляющих 1 в том или ином направлении [18]. Коэффициент защиты замкнутых рабочих зон в 1,5—2 раза больше, чем разомкнутых.

Рабочие зоны по виду замыкания магнитной ленты внутри самой зоны по отношению к магнитным головкам подразделяют на

нулевые (с нулевой петлей) и со свободными участками. Рабочая зона относится к нулевой (с нулевой петлей), если магнитная лента, взаимодействующая с магнитными головками, замыкается на ведущем валу (валах 2 и 9) внутри зоны без свободных участков (рис.

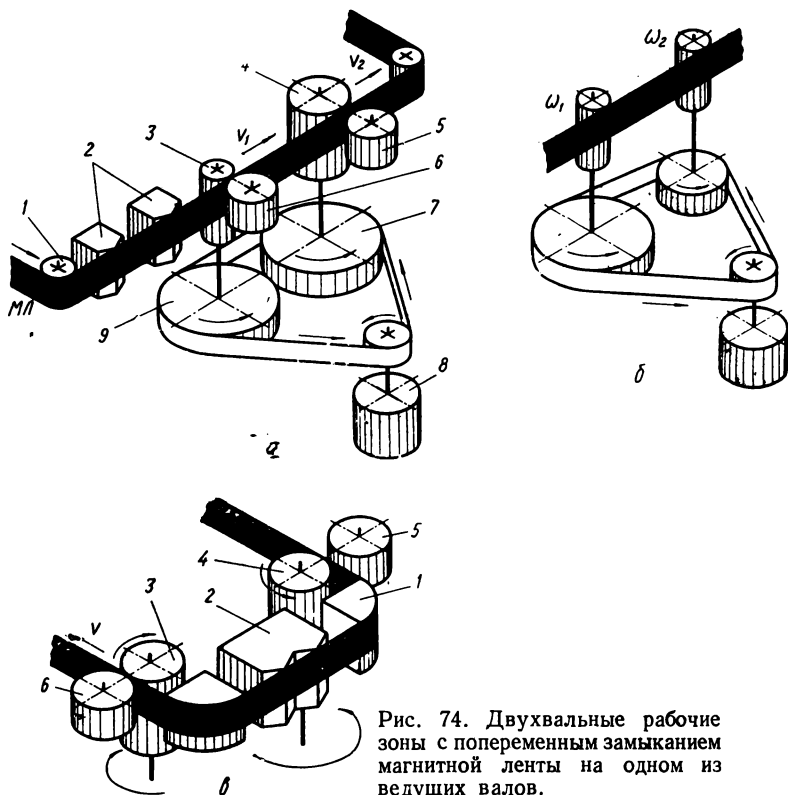


Рис. 74. Двухвальные рабочие зоны с попеременным замыканием магнитной ленты на одном из ведущих валов.

73, б). Лента имеет хорошее сцепление с наружной поверхностью ведущих валов и глубоко их обхватывает. За валом лента размещается на рулонных накопителях. Рабочая зона относится к зоне со свободными участками, если магнитная лента, взаимодействующая с магнитными головками (рис. 73, а), замыкается на ведущий вал (валы 2 и 9) внутри зоны с определенными участками ленты, контактирующими с элементами зоны (головками 3 и 8, роликами). Ведущие валы относительно небольшого диаметра, на котором лента замыкается прижимными роликами 13 и 10, транспортируют ленту МЛ. Свободные участки ленты I и II, находящиеся в контакте

с элементами тракта, большие для рабочей зоны, с небольшим диаметром ведущего вала и минимальные для зон с большим диаметром ведущего вала. В настоящее время рабочие зоны со свободными участками ленты наиболее распространены в аналоговой, цифровой, звукозаписывающей и профессиональной видеоаппаратуре.

Преимуществом рабочих зон с нулевой петлей по сравнению с зонами со свободными участками являются меньшие динамические перекосы и временные рассогласования записанной информации (например,  $\pm 0,3$  мкс при скорости 304, 8 см/с), меньшее время отработки команд управления скоростью и натяжением ленты, большая компактность конструктивного выполнения зоны.

По положению в своей плоскости тракты ленты бывают без преломления и с преломлением плоскости ленты. В рабочих зонах МТЛ продольной записи лента имеет изгиб только вдоль базового края при обхвате рабочих поверхностей магнитных головок, направляющих и обводных роликов (стоек), ведущих валов, инерционных роликов механических стабилизаторов скорости и др. Базовый край ленты при этом расположен в одной плоскости. Вдоль своей ширины магнитная лента изгиба (прогиба) не имеет. Тракты ленты в этом случае относят к группе без преломления плоскости ленты (рис. 70, а). В рабочих зонах МТЛ поперечно-строчной видеозаписи (см. рис. 28) лента в середине, прижатая отрицательным давлением  $-p$  к вакуумной направляющей камере 13, изогнута вдоль своей ширины по радиусу  $R$ , что обеспечивает ее взаимодействие с вращающимися видеоголовками, размещенными в диске 14. Кратчайшее расстояние между базовым нижним краем ленты и верхним в этом месте значительно меньше ширины ленты. Кроме того, базовый край не лежит в одной плоскости. Симметрично по обе стороны вакуумной камеры лента  $ML$ , уменьшая плавно прогиб вдоль своей ширины, полностью выпрямляется на рабочих поверхностях магнитных головок 15 и 20, где упомянутое выше кратчайшее расстояние будет равно ширине ленты. Тракты ленты с такими и подобными деформациями ленты относят к группе с преломлением плоскости ленты.

Рабочие зоны бывают с большим (40—200 мм) и небольшим (3—20 мм) диаметрами ведущего вала. Диаметр ведущего вала существенно влияет на тракт ленты рабочих зон МТЛ, качественные параметры скорости транспортирования магнитной ленты, срок ее службы, кинематическую схему привода ленты, конструктивное выполнение.

Рабочим зонам с большим диаметром ведущего вала (см. рис. 78) присущи:

1. Поверхностный контакт ленты — ведущий вал (все виды).
2. Постоянный контакт ленты с ведущим валом во всех режимах работы МТЛ (ускоренные перемотки ленты выполняются веду-

щим валом) при глубоком обхвате его лентой. Исключение составляют старт-стопные МТЛ вычислительных машин.

3. Относительно низкие и очень высокие (в 100 . . . 200 раз) скорости вращения ведущего вала.

4. Прямой привод ведущего вала от двигателя с печатным якорем.

5. Минимальные динамические перекосы и временные рассогласования ( $\pm 0,3$  мкс при скорости 304, 8 см/с).

6. Средние параметры неравномерности скорости движения ленты (0,15%, измерительный диапазон от 0,2 Гц до 10кГц при скорости 152, 4 см/с).

7. Большой срок службы магнитной ленты до выпадения информации (до 200 000 прогонов ленты).

8. Простота создания тракта ленты плоской рабочей зоны с нулевой петлей.

Рабочим зонам с небольшим диаметром ведущего вала (см. рис. 70, а) присущи:

1. Линейный и комбинированный контакты лента — ведущий вал (поверхностный применяется реже).

2. Отсутствие контакта ленты с ведущим валом во всех режимах работы МТЛ, кроме режима записи — воспроизведения.

3. Средние и высокие скорости вращения ведущего вала.

4. Косвенный и прямой приводы ведущего вала.

5. Большие динамические перекосы и временные рассогласования (в 5—10 раз больше, чем с большим валом).

6. Малый срок службы магнитной ленты (в 5—10 раз меньше при линейном контакте).

7. Высокие параметры неравномерности скорости движения ленты (0,05%, измерительный диапазон от 0,2 Гц до 10 кГц на скорости 152,4 см/с, т. е. в 2—3 раза лучше, чем с большим валом).

По количеству трактов магнитной ленты рабочие зоны бывают одноленточные и многоленточные. В одноленточной рабочей зоне осуществляется взаимодействие только одной магнитной ленты и имеется только один тракт. В многоленточной рабочей зоне может осуществляться взаимодействие нескольких магнитных лент, размещенных в своих трактах одновременно или поочередно. Для одноленточных рабочих зон характерно наличие одного элемента транспортирования ленты (вал, валы) и одного постоянно размещенного или съемного (для других видов записи) блока магнитных головок, для многоленточных — одного элемента транспортирования ленты (вал, валы) и нескольких независимых блоков магнитных головок (неподвижных или вращающихся) с направляющими, предназначенных только для определенных лент. При этом возможны два варианта: 1. Ленты транспортируются одновременно или в любой по-

следовательности, каждая взаимодействует со своим блоком головок независимо или зависимо друг от друга. 2. Ленты транспортируются только поочередно (попеременно), каждая по своему тракту и взаимодействует со своим блоком головок. Такая рабочая зона называется совмещенной.

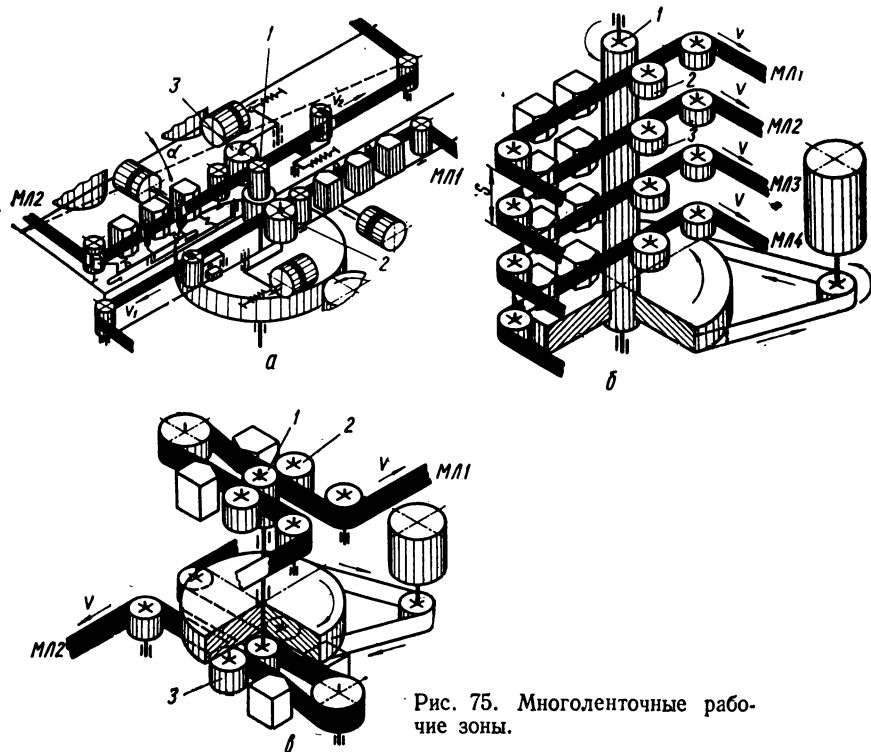


Рис. 75. Многоленточные рабочие зоны.

Для первого варианта рабочих зон МТЛ (рис. 75, а) тракты лент МЛ1 и МЛ2 располагаются с противоположных сторон одного вылета ведущего вала 1 в одной или двух параллельных плоскостях и замыкаются прижимными роликами 2 и 3. Такое расположение трактов именуют опозитным (противоположным). Если ведущий вал выполнить ступенчатым, что предложил автор в 1962 г., то ленты транспортируются с различными скоростями, обычно кратными двум. Магнитные ленты МЛ1, МЛ2, МЛ3 и МЛ4 независимых трактов располагаются в параллельных плоскостях (рис. 75, б) друг над другом с определенным шагом  $S$  и замыкаются прижимными роликами 2, 3 . . . с одной стороны вылета ведущего вала 1. Такое



расположение трактов ленты часто называют этажерочным. Количество трактов ленты при одном ведущем валу может достигать 20, например, в многоленточном аппарате SHR-40 (два МТЛ по 20 трактов) фирмы «Электроимпэкс» (Будапешт) [85].

Ленты *МЛ1* и *МЛ2* разных трактов располагаются в параллельных плоскостях (рис. 75, в) и замыкаются на верхнем и нижнем вылетах одного ведущего вала 1. По такой схеме могут быть построены совмещенные МТЛ, где один тракт применяется для долговременной памяти, другой — для оперативной.

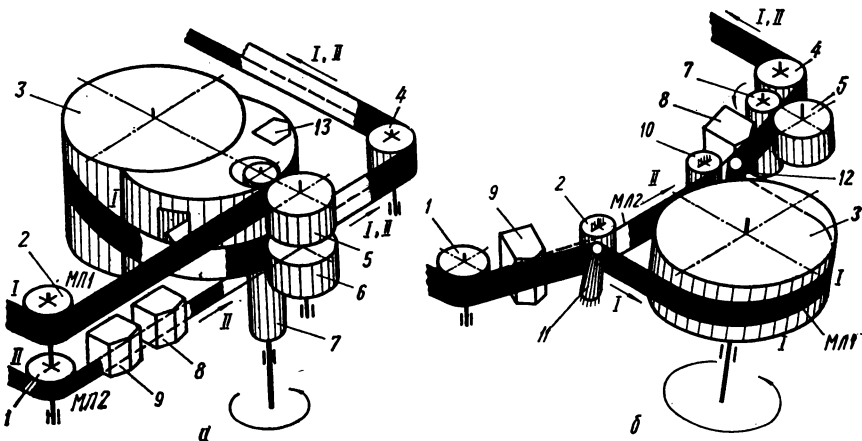


Рис. 76. Совмещенные рабочие зоны многоцелевых МТЛ.

Совмещенные рабочие зоны МТЛ состоят обычно из двух трактов: для видеоленты *МЛ1* и для ленты звукозаписи *МЛ2*, в которых лента транспортируется поочередно одним и тем же ведущим валом с прижимным роликом, взаимодействуя со своим блоком головок (подвижных и неподвижных). При этом различают рабочие зоны, когда, кроме упомянутых ведущего вала и прижимного ролика, общими конструктивными элементами зон могут быть неподвижные головки стирания, универсальные, направляющие ролики и стойки. В совмещенной рабочей зоне (рис. 76, а) видеолента *МЛ1* направляется роликами 2 и 4, обхватывает видеоблок 3 на угол  $180^\circ \times 2$  и транспортируется ведущим валом 7, замыкаясь на нем прижимными роликами 5 и 6. Головки стирания 13 и универсальные расположены в корпусе серповидного кронштейна видеоблока. Рабочая зона в режиме видеозаписи пространственная замкнутая и тракт ее обозначен *I*. В режиме звукозаписи лента *МЛ2* направляется роликами 1 (может быть нижняя проточка ролика 2) и 4, взаимодей-

ствует с головками стирания 9 и универсальной 8 звука и транспортируется ведущим валом 7, замыкаясь на нем нижним прижимным роликом 6. Рабочая зона плоская разомкнутая и тракт ленты ее обозначен 11. Общим элементом служит направляющий ролик 4 выходной ветви зоны [68].

В совмещенной рабочей зоне (рис. 76, б) видеолента *МЛ1* направляется роликами 1 и 4, захватывает видеоблок 3 на угол 180° и конусные наклонные стойки 11 и 12 на угол меньше 90°, взаимодействует с головками стирания 9 и универсальной 8 и транспортируется валом 7 и роликом 5. Рабочая зона в режиме видеозаписи пространственная разомкнутая без защиты (тракт ленты 1). В режиме звукозаписи лента *МЛ2* движется по тем же общим элементам тракта, кроме видеоблока 3 и его стоек 11 и 12, и по дополнительным направляющим стойкам 2 и 10. Рабочая зона плоская разомкнутая без защиты (тракт ленты 11). Ширина обеих лент в этой зоне одинакова, при различной ширине необходимо ролики 1 и 4 выполнить с изменяющейся шириной направляющего канала.

### 3. РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ПО ВИДАМ ЗАПИСИ ТРАКТЫ ЛЕНТЫ РАБОЧИХ ЗОН

В процессе применения и совершенствования аппаратуры магнитной записи наметилось распределение трактов ленты в рабочих зонах по основным видам записи. Резкого разграничения в трактах ленты не наблюдается, поэтому иногда тракты ленты аналоговой записи могут с успехом применяться в МТЛ цифровой записи.

**Тракты ленты для аналоговой продольной записи.** В аппаратуре аналоговой продольной записи тракт ленты рабочих зон существенно зависит от диаметра ведущего вала. Различают тракты ленты рабочих зон с небольшим (до 20 мм) и большим (от 50 до 200 мм) диаметрами ведущих валов. Замкнутые рабочие зоны, которые в большинстве строятся по одновальной и значительно реже по двухвальной схемам, применяют в МТЛ аналоговой продольной записи. Наиболее распространенный тракт ленты рабочей зоны аналоговой продольной записи (рис. 77, а) был предложен фирмой АМРЕХ. Ведущий вал 5 небольшого диаметра с прижимными роликами 4 и 11 транспортирует магнитную ленту *МЛ*, взаимодействующую с блоком головок записи 7 и воспроизведения 10. Тракт ленты внутри зоны криволинейный в виде петли, глубоко обхватывающей ролик 8. Для снижения до минимума амплитуды поперечных перемещений движущаяся в рабочей зоне лента точно фиксируется в двух местах: до вала направляющей стойкой 3 и внутри — стойкой 6. На входе и выходе рабочей зоны размещены направляющие ролики 2 и 12. В некоторых рабочих зонах направляющих

стоек 3 и 6 не ставят. Ролик 8 обычно содержит частотный датчик 9 (фото-, индуктивный или герконовый) для плавного включения прижимных роликов на высоких скоростях. Для достижения высоких

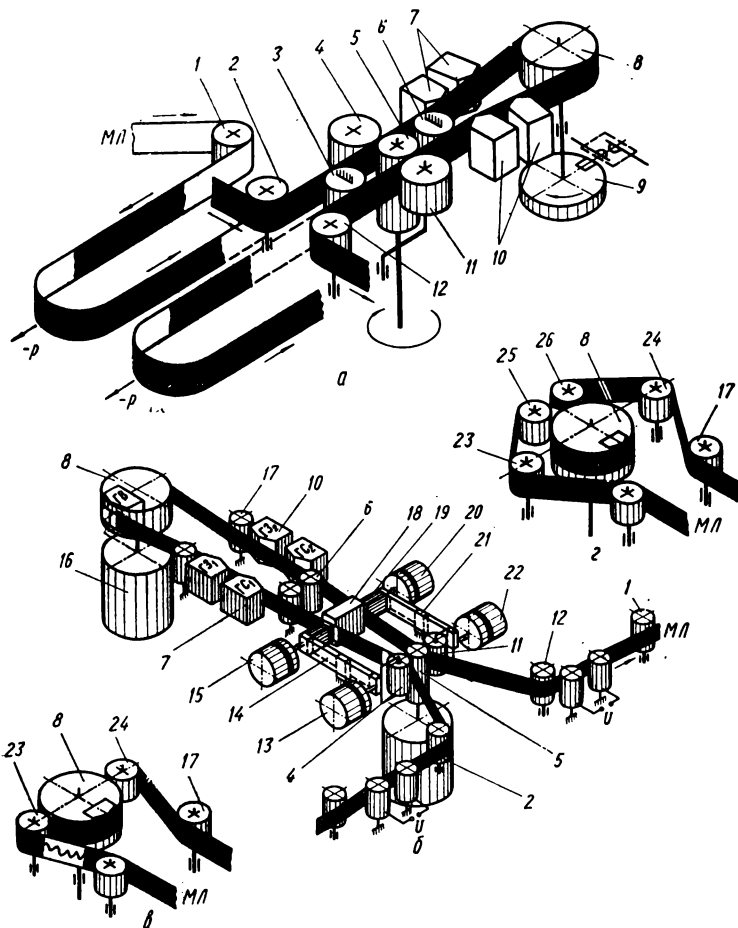


Рис. 77. Тракты ленты плоских замкнутых рабочих зон с небольшим диаметром ведущего вала аппаратуры аналоговой продольной записи.

параметров стабильности скорости движения ленты стремятся уменьшить длину петли в рабочей зоне. Ввиду этого в современных МТЛ стирающие головки выносят из петли замкнутой рабочей зоны. Описанный тракт ленты рабочих зон применяется фирмами АМРЕХ,

TEAC, PI, Bell and Howell и «Рекординг Дэзайнз». Для снижения влияния рулонных накопителей и повышения стабильности натяжения магнитной ленты часто к описанному тракту ленты рабочей зоны добавляют промежуточные вакуумные карманы для петель ленты ( $-p$ ) и дополнительные направляющие 1. Такой тракт ленты имеет аппаратура фирм Schlumberger, Philips и Bell and Howell.

Для МТЛ с уплотнением аналоговой продольной записи малых длительностей в одновальных рабочих зонах устанавливают тормозную стойку 18, к которой с двух сторон для быстрой остановки петли ленты прижимаются фрикционные колодки 19 (рис. 77, б). Колодки и прижимные ролики 4 и 11 установлены на безлюфтовых плоскопараллельных пружинных рычагах 14, которые посередине жестко крепят на стойках 21. Прижимные ролики включаются электромагнитами 13 и 22, а фрикционные колодки — электромагнитами 15 и 20. Иногда в этих рабочих зонах устанавливают барабан 8 анализатора с магнитной головкой, вращаемой двигателем 16. Если анализ (воспроизведение) не производится, то двигатель обесточен и барабан анализатора вращается лентой как обычный обводной ролик. Возле барабана установлены дополнительные направляющие ролики (стойки) 17. Для концевых выключателей до и после рабочей зоны размещены по две изолированных электрических стойки  $U$ , которые в конце рулона замыкаются металлизированными ракордами ленты. В приведенной схеме воспроизведение записи производится со стороны основы ленты через ее толщину. Лучше воспроизводить запись со стороны рабочего слоя ленты, для чего устанавливают дополнительные ролики 23 и 24 (угол обхвата  $180^\circ$ ) или ролики 25 и 26 (угол обхвата около  $330^\circ$ ) (рис. 77, в, г). Подобный тракт ленты применяется фирмой СЕС в аппарате 33600 и др. [113].

В настоящее время для аналоговой продольной широкополосной записи применяют рабочие зоны, тракт ленты которых образован полым ведущим валом 2 (насадкой на вал) большого диаметра. Вал 2 глубоко обхватывается с двух сторон лентой  $ML$  на углы  $\alpha$  и имеет с ней надежный механический контакт, создаваемый вакуумом ( $-p$ ) изнутри вала двумя секторами 3 и 6 (рис. 78, а, в, д), прижимными роликами 9 (рис. 78, б), прижимными плоскими бесконечными ремнями 11 и 12 (рис. 78, г) или силами трения с обрешеченной поверхностью (рис. 78, е). В двух местах лента отходит от вала и обхватывает две направляющих стойки 8 с аэроэстатической смазкой ( $+p$ ) или два направляющих ролика 8 (рис. 78, б, г). При этом образуется четыре коротких свободных участка ленты между валом и направляющими, где размещены четыре магнитных головки записи 7 и воспроизведения 1. В части сектора, между головками,

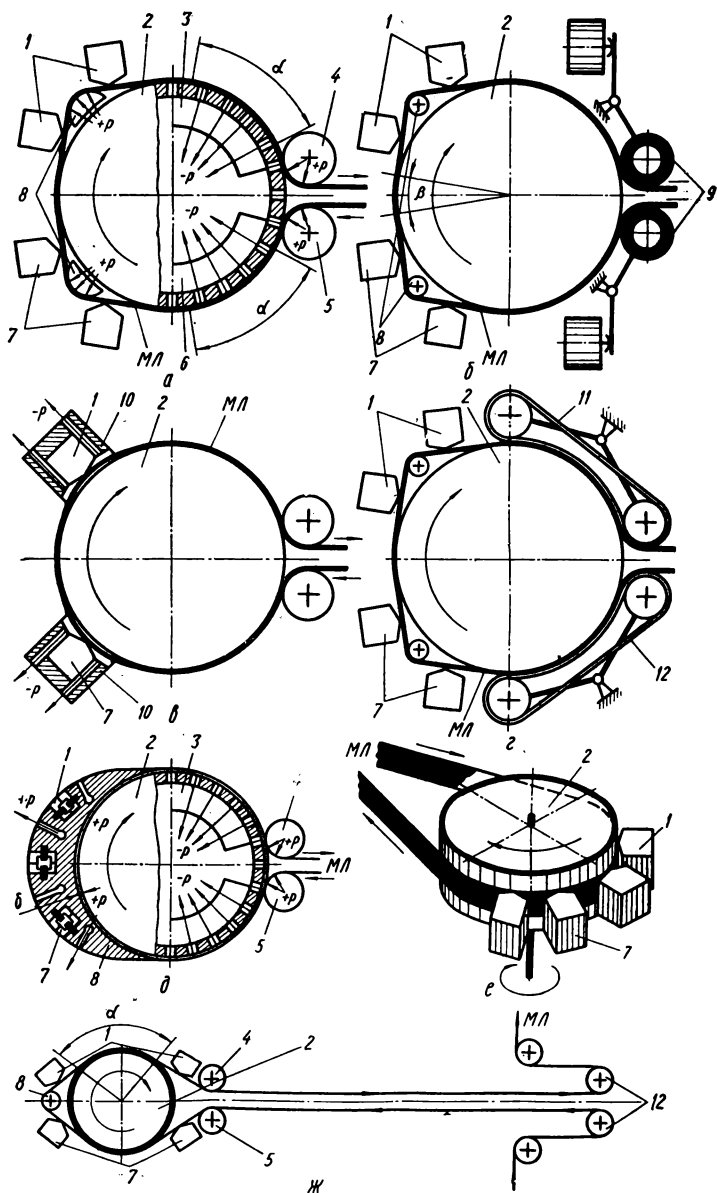


Рис. 78. Тракты ленты плоских замкнутых рабочих зон с ведущим валом большого диаметра МТЛ аналоговой продольной записи.

лента вновь имеет контакт с валом по углу  $\beta$ . На входе и выходе рабочих зон (рис. 78, а, в, д) установлены стойки 4 и 5 с аэростатической смазкой (+р).

Во всех рабочих зонах магнитная лента имеет трущийся механический контакт только с магнитными головками, что резко увеличивает срок службы обеих. Кроме того, сведение к минимуму свободных участков ленты позволяет получать весьма небольшие временные рассогласования ( $\pm 2$  мкс при скорости 304,8 см/с) и высокие параметры стабильности скорости движения. Недостатком схем трактов ленты рабочих зон (рис. 78, а, б, в) является контакт ленты с головками в режимах ускоренных перемоток, которые выполняются ведущим валом на высоких скоростях вращения его. Этот недостаток устранен в схеме тракта ленты рабочих зон МТЛ, где против ведущего вала 2 (рис. 78, в) установлены магнитные головки 1 и 7 на расстоянии 80—100 мкм. Магнитная лента МЛ отрывается от вала отрицательным давлением  $-p$  и прижимается в режимах записи — воспроизведения к вогнутой поверхности головок. В головках между сердечниками имеются продольные радиусные пазы, соединенные с каналами подсоса корпуса 10. Углы обхвата вала  $\alpha$  и  $\beta$  здесь значительно увеличены. В режимах ускоренных перемоток отрицательное давление снимается и лента обхватывает полый вал, не касаясь головок, и двигается от них на расстоянии 50—60 мкм. При этом можно осуществлять поиск нужного места записи на ленте [54].

В схеме тракта ленты рабочей зоны (рис. 78, д) возле ведущего вала 2 установлена с небольшим зазором  $\delta = 0,1 \dots 0,3$  мм серповидная направляющая 8, внутри которой размещены магнитные головки 1 и 7. В этой схеме (рис. 78, в) рабочих зон свободных участков ленты практически нет. В режимах ускоренных перемоток через радиальные сопла серповидной направляющей подается воздух под давлением +р, магнитная лента МЛ «всплывает» над цилиндрической поверхностью и контакта с головками не имеет.

В рабочей зоне (рис. 78, в) свободные участки ленты МЛ полностью отсутствуют (нулевая петля), и магнитные головки 1 и 7 непосредственно прижимаются на пружинных безлюфтовых подвесах к петле ленты, которая глубоко обхватывает твердую обрешивенную поверхность ведущего вала 2. В режимах ускоренных перемоток головки отводятся от ленты на небольшое расстояние электромагнитами. Временные рассогласования в этой рабочей зоне минимальны ( $\pm 0,3$  мкс при скорости движения ленты 304,8 см/с). Первый, шестой и седьмой тракты ленты рабочих зон предложены фирмой AMPLEX и применены в аппаратах FR-1600, FR-2000 и FR-2200 [107, 109], второй, третий и четвертый — предложены в СССР [54, 64], а пятый — фирмой Newell [136, 137].

Рабочая зона портативного магнитного регистратора PR-2200 фирмы АМРЕХ (рис. 78, ж) является упрощенной модификацией предыдущей схемы тракта ленты. Здесь имеются небольшие свободные участки ленты, образуемые роликами 8, 4 и 5, где установлены магнитные головки 1 и 7. Ведущий вал 2 сравнительно меньшего диаметра (около 50 мм) имеет надежное фрикционное сцепление с лентой МЛ. Направляющие ролики 12 значительно удалены от направляющих роликов 4 и 5, что способствует ослаблению влияния рулонных накопителей ленты и уменьшению по сравнению с предыдущей временных рассогласований до  $\pm 0,25$  мкс на скорости 152,4 см/с.

Двухвальная схема тракта ленты замкнутой рабочей зоны МТЛ аналоговой продольной записи применена в аппаратах Analog-7 и Analog-14 фирмой Philips [138]. Магнитная лента МЛ (рис. 79, а) транспортируется двумя ведущими валами 2 и 3 при включенных прижимных роликах 5 и 9, при этом сохраняется ее контакт во всех режимах с магнитными головками записи 8 и воспроизведения 7. Лента образует в тракте рабочей зоны криволинейную траекторию, имеющую вогнутый характер по отношению к ведущим валам. При ускоренных перемотках магнитная лента не касается ведущих валов и прижимных роликов. Магнитные головки размещены по отношению друг к другу под углом 12—16°. Прижимные ролики включаются одним электромагнитом 6. По обе стороны ведущих валов размещены направляющие ролики 1 и 4.

Прямолинейный тракт ленты и оригинальную общую кинематическую схему рабочей зоны предложила фирма «Брюль и Кьер» [7] для портативных магнитофонов 7003 и 7004 аналоговой записи (рис. 79, б). Контакт ленты с головками выполняется роликом 14, который вдвигается между головками записи 8 и воспроизведения 7. Стирающая головка 13 вынесена из участка ленты, замкнутого ведущими валами 2 и 3. Магнитная лента посредством прижимных роликов 9 и 5 имеет хороший фрикционный контакт своей основой с валом 3 и рабочим слоем — с валом 2. Ведущие валы вращаются в разные стороны приводным ремнем 11 от бесщеточного двигателя 12 постоянного тока. Сумма моментов инерции якоря двигателя и первого маховика  $M_1$ , вращающихся в направлении часовой стрелки, равна моменту инерции второго маховика  $M_2$ , который вращается против направления часовой стрелки. При этом колебания всего магнитофона от неравномерного передвижения, например, при перевозке или ходьбе, создают на ведущих валах ускорения одинаковой величины, но противоположного знака, блокируя тем самым любые изменения скорости транспортирования ленты такой системой дифференциальных валов.

Для аналоговой продольной записи тракты лент замкнутых

двухвалных рабочих зон МТЛ (рис. 79, в, г, д) состоит из двух ведущих валов 2 и 3, которые глубоко обхватываются лентой МЛ. Между

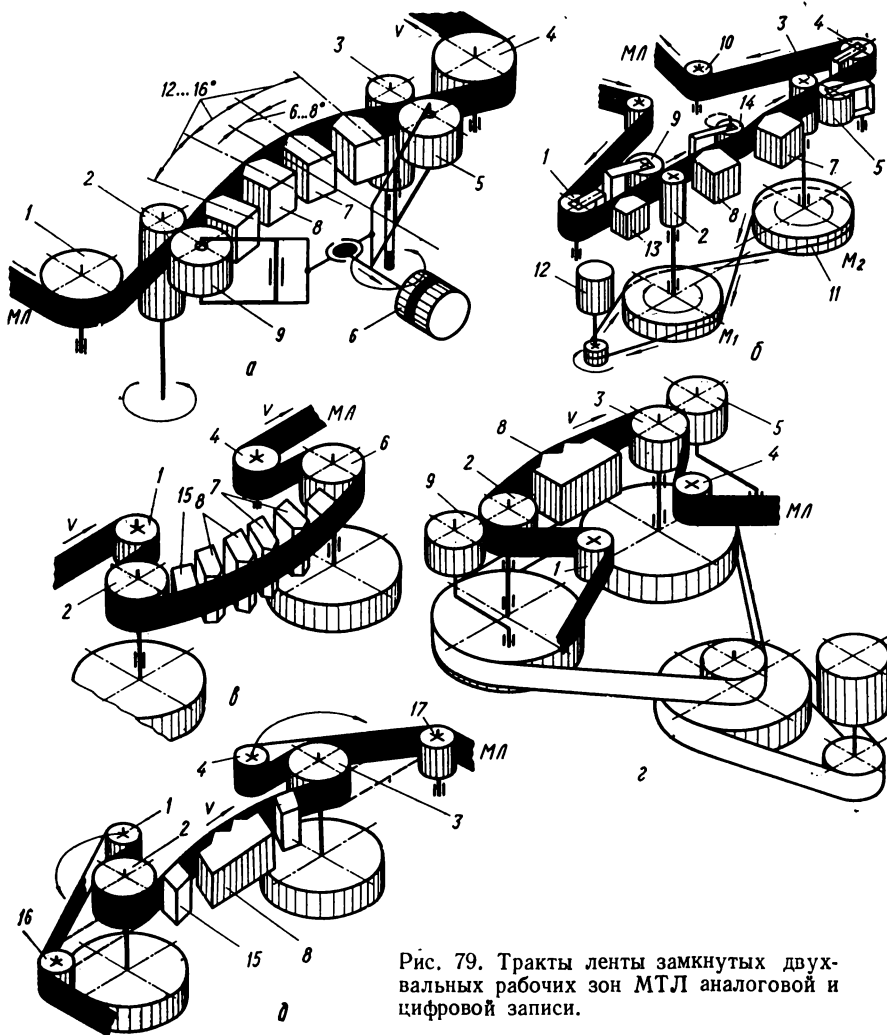


Рис. 79. Тракты ленты замкнутых двухвалных рабочих зон МТЛ аналоговой и цифровой записи.

валами размещены блок головок 8 и направляющие стойки 15. В рабочей зоне рис. 79, в направляющие ролики 1 и 4 размещены неподвижно возле валов, что затрудняет ускоренные перемотки ленты. В этом случае необходимо перемотку выполнять ведущими валами



при высоких скоростях вращения (двигатели с большим перепадом скоростей) или отключать валы от маховиков посредством электромагнитных муфт. Магнитная лента *МЛ* расположена рабочим слоем к цилиндрической поверхности ведущих валов. Тракт ленты в рабочей зоне криволинейный и имеет выпуклость по отношению к ведущим валам, применен в самолетном самописце модели MTR-3200 фирмы Leach Corotation. В рабочей зоне рис. 79, *д* направляющие ролики 1 и 4 установлены на поворотных платформах, размещенных концентрически ведущим валам 2 и 3. В режимах ускоренных перемоток платформы поворачиваются в направлении стрелок каждая на угол  $180^\circ$ , и лента *МЛ* движется после направляющих стоек 15 непосредственно на ролики 16 и 17 без контакта с роликами 1, 4 и ведущими валами 2, 3. Магнитная лента расположена к поверхности ведущих валов своей основой. Тракт ленты в рабочей зоне криволинейный и имеет вогнутость по отношению к ведущим валам, применен в самолетных самописцах MTR-4200 предыдущей фирмы и в моделях 10-286А6 10-276А фирмы Genisco [120].

В рабочей зоне рис. 79, *г* применен комбинированный контакт ленты с ведущими валами 2 и 3, образуемый глубоким обхватом и дополнительными прижимными роликами 9 и 5. Направляющие ролики 1 и 4 установлены, как и в первой рабочей зоне, неподвижно возле валов. Ориентация рабочего слоя и тракт ленты в этой рабочей зоне такие же, как и в схеме рис. 79, *а*. Применена рабочая зона в самолетном самописце ME-1097 фирмы Schlumberger [152].

Тракты ленты рабочих зон МТЛ (рис. 79, *б, в, г*) аппаратуры аналоговой продольной записи применяют для цифровой записи в отдельных механизмах или на одном для обоих видов записи. В последнем случае заменяются блоки магнитных головок и усилители записи — воспроизведения. Это более рационально, чем полная замена аппаратуры одного вида записи на другой.

**Тракты ленты для цифровой продольной записи.** Аппаратуру цифровой магнитной продольной записи применяют в вычислительной технике и различного рода самописцах специального назначения. Для вычислительной техники используют обычно старто-стопные МТЛ, в которых одной из основных характеристик является время пуска и остановки магнитной ленты. В рабочей зоне устанавливают тормозные стойки и рычаги с фрикционными колодками, малоинерционные электромагниты, уменьшают до 0,2—0,3 мм зазоры между ведущим валом и прижимным роликом, фрикционными колодками и стойками. Рабочие зоны строят обычно по разомкнутой схеме тракта ленты с двумя валами, вращающимися в разные стороны. Магнитная лента может двигаться шагами (дискретно) или непрерывно и изменять направление своего движения. Тормозные стойки различных систем (механических или пневмати-

ческих) обычно размещают внутри рабочих зон между ведущими валами. Между рабочей зоной и накопителями в МТЛ устанавливают промежуточные накопители — буферные устройства в виде рычажно-роликовых лабиринтов, вакуумных или ненапряженных карманов.

В рабочих зонах бортовых вычислительных машин (рис. 80) косвенный привод ведущих валов 5 и 9 осуществляется посредством червячной или ременной передачи от двигателя 10. Тормозные стойки 6 и 8 размещены внутри зоны по обеим сторонам блока магнитных головок записи — воспроизведения 3. Рычаги прижимных роликов 1 и 4 и фрикционных колодок 2 и 7 в рабочей зоне объединены в один конструктивный узел (тракт ленты прямолинейный). Рабочая зона применена в аппарате М-750-7700 фирмы СЕС [113].

Тракт ленты рабочей зоны МТЛ вычислительной машины «Quantum CX» фирмы Метогех [130] состоит из прижимного ролика 9 (рис. 81, а), который подводит ленту МЛ к ведущему валу 1, вращающемуся по направлению часовой стрелки и фиксируется в правом крайнем положении ограничителя 8. Второй прижимной ролик 5 при этом фиксируется посередине ограничителя 6. Лента МЛ взаимодействует с блоком головок 7 и движется справа налево. Быстрая остановка ленты осуществляется при переводе прижимного ролика 9 к тормозной цилиндрической стойке 2 и фиксации его в левом крайнем положении ограничителя 8. Прижимной ролик 5 также подводится к своей тормозной стойке 3 и фиксируется в правом крайнем положении ограничителя 6. При направлении движения ленты слева направо прижимной ролик 5 подводят к ведущему валу 4 и фиксируют в левом крайнем положении ограничителя 6, а ролик 9 — посередине ограничителя 8. В этом тракте ленты рабочей зоны отдельного тормозного рычага и колодки нет, а их функции выполняет прижимной ролик. Динамический перекося составляет 2 мкс при скорости движения ленты 265 см/с. Описанная рабочая зона применяется с промежуточными накопителями в виде вакуумных карманов (—р) и имеет криволинейный тракт ленты.

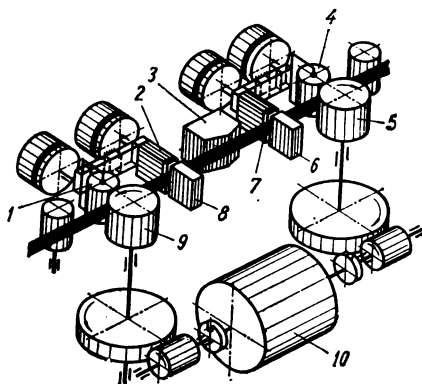


Рис. 80. Тракт ленты разомкнутой реверсивной рабочей зоны старт-стопных МТЛ цифровой записи бортовых устройств.

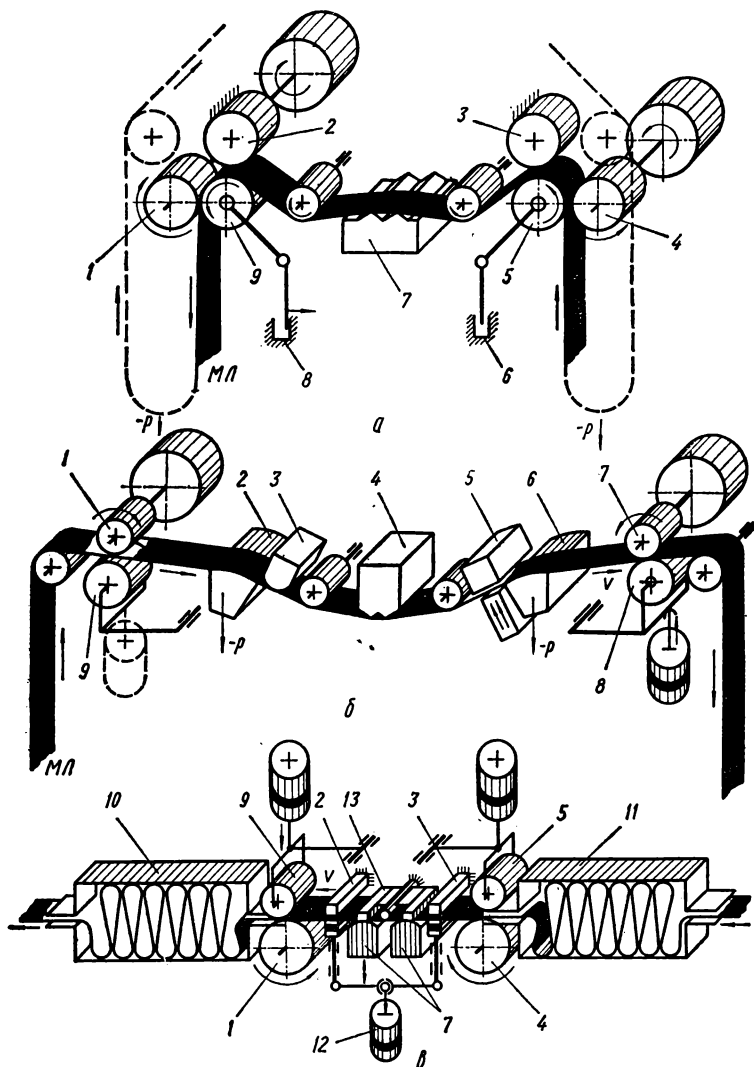


Рис. 81. Тракты ленты разомкнутых реверсивных рабочих зон старт-стопных МТЛ цифровой записи стационарных устройств.

В стационарных вычислительных машинах в рабочих зонах МТЛ применяют вакуумные тормозные стойки 2 и 6 (рис. 81, б). В направлении движения ленты слева направо стойка 2 вакуумным прижимом ( $-p$ ) обеспечивает натяжение в зоне стирающей 3 и универсальной 4 магнитных головок. Тормозная стойка 6 от источника вакуума отключена и обеспечивает только точное направление ленты в тракте. Лента *МЛ* транспортируется валом 7 и прижимным роликом 8. Концевым выключателем служит фотодатчик 5, срабатывающий на просветленные ракорды ленты с обеих сторон рулона. Лента останавливается при отключении прижимного ролика 8 и включении дополнительного разрежения воздуха к тормозной стойке 6. При движении ленты справа налево работает тормозная стойка 6, ведущий вал 1 с прижимным роликом 9. Тракт ленты криволинейный и применен в МТЛ вычислительной машины ZMB-51, ZMB-101 фирмы CARL ZEISS JENA, ГДР [19].

В аппарате MR-1600 фирмы Epsilon [117] рабочая зона МТЛ (рис. 81, в) имеет прямолинейный тракт ленты и два ведущих вала 1 и 4 с прижимными роликами 9 и 5. Внутри между валами размещены две магнитные головки 7, по обе стороны от которых установлены тормозные стойки 2 и 3. Рычаги с фрикционными колодками включаются одним электромагнитом 12. Магнитные головки 7 установлены на поворотных рычагах. В режимах записи — воспроизведения для создания контакта с лентой их электромагнитом прижимают к стойкам 13. По обе стороны рабочей зоны установлены промежуточные накопители типа ненапряженный карман 10 и 11 на емкость ленты до 4 м. Время старт-стопного периода составляет 1,5 мс при скорости движения ленты 381 см/с. Недостатки описанной схемы — засорение рабочего слоя ленты продуктами износа фрикционного материала и изменение контактного давления ленты на головки в результате износа этого материала.

На самолетных самописцах, передвижных радиолокационных станциях применяют разомкнутые и реже замкнутые рабочие зоны МТЛ цифровой продольной записи. В них применяются поверхностный и комбинированный контакты ленты с ведущим валом и прижимным элементом, что уменьшает динамические перекосы [3]. Тракты ленты разомкнутых рабочих зон МТЛ аппаратуры цифровой продольной записи с магнитными головками стирания 2, записи 4 и воспроизведения 5, с прижимными роликами 7 и 10, направляющими элементами 1 и 8, ведущими валами 6 и 9 изображены на рис. 82. В первой рабочей зоне контакт ленты с ведущим валом комбинированный с глубоким обхватом лентой вала и прижимного ролика 7. Эта зона применена в переносном самописце цифровой и аналоговой записи модели MP 5520 фирмы Schlumberger. В этой же зоне между стирающей 2 и записывающей 4 головками размещен

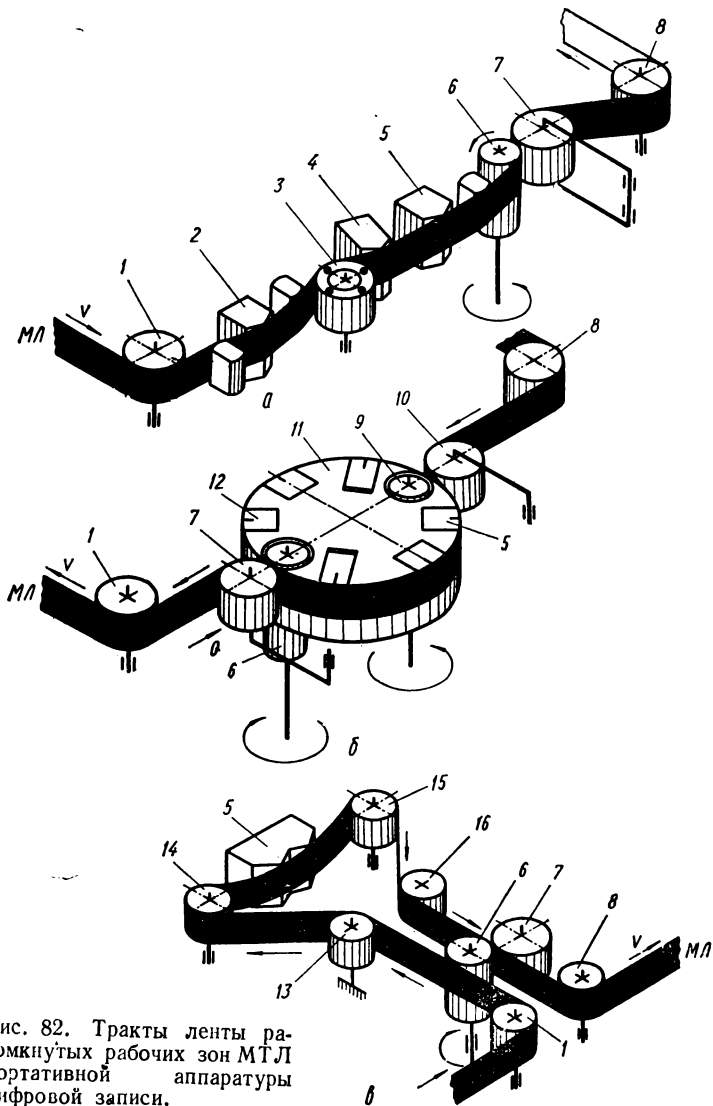


Рис. 82. Тракты ленты разомкнутых рабочих зон МТЛ портативной аппаратуры цифровой записи.

антишумовой ролик 3 для уменьшения высокочастотных колебаний скорости движения ленты.

В рабочих зонах рис. 82, б, в контакт ленты с ведущим валом линейный. Для оперативного перехода с цифровой записи на аналоговую головки последней также размещены в одном из секторов барабана 11 (рис. 82, б). Блок головок 12 аналоговой записи вводится в контакт с лентой МЛ с помощью подъема и поворота барабана на 180°. В зависимости от количества видов записи число секторов может быть 2, 3, 4 [59]. Для уменьшения влияния перекосов в узле транспортирования ленты на временные рассогласования цифровой записи блок головок 5 иногда размещают вдали от ведущего вала (рис. 82, в) и применяют дополнительные направляющие ролики 13—16.

**Тракты ленты для аналоговой прямой продольной звукозаписи.** В звукозаписывающей аппаратуре распространены, в основном, плоские рабочие зоны, тракт ленты которых зависит от вида ленты (перфорированной или неперфорированной) и назначения МТЛ. При использовании перфорированной магнитной ленты в плоских рабочих зонах применяют зубчато-перфорационный способ транспортирования, который в сочетании с инерционными маховиками, подпружиненными роликами и демпферами, образующими стабилизаторы скорости различных систем, позволяет получить минимальные значения коэффициента колебания мгновенной скорости движения ленты и высокие коэффициенты защиты.

Тракт перфорированной магнитной ленты МЛ прямолинейной рабочей зоны МТЛ изображен на рис. 83. В режимах записи — воспроизведения МЛ прижимается к гладким с маховиками барабанам 12 и 9 обрешиненными роликами 3 и 4 и имеет с ними надежный фрикционный контакт. Обводные гладкие ролики 11, установленные на кронштейне с прямолинейным возвратно-поступательным движением, создают необходимые углы обхвата лентой магнитных головок 10. Лента транспортируется двумя зубчатыми барабанами 13 и 8, возле которых размещены два придерживающих ролика, а необходимый угол обхвата барабанов лентой обеспечивается направляющими роликами 14 и 7. Зубчатые барабаны соединены с электродвигателями 1 и 5 через электромагнитные муфты 15 и 6. Электродвигатели автоматически отключаются во время ускоренных перемоток ленты, которая при этом проходит мимо всех роликов, магнитных головок, гладких барабанов, не имея контакта с ними. Стабильность натяжения ленты в замкнутой рабочей зоне поддерживается датчиком 2, состоящим из поворотного диска с двумя сбалансированными роликами и сельсина. Подобная система называется «пружинные весы». Небольшое время пускового периода обеспечивается применением вспомогательного двигателя, который

через резиновый ремень вращает маховики при остановленной ленте. Достоинства описанного тракта ленты — простота зарядки ленты, уменьшенные нагрузки на перфорационные перемычки при пуске и остановке, выполнение ускоренных перемоток без перезарядки ленты в другой тракт. Описанный тракт ленты рабочей зоны применен в студийном профессиональном магнитофоне записи звука в кинофильмах «Milticord» фирмы Siemens-Galske (ФРГ), где коэф-

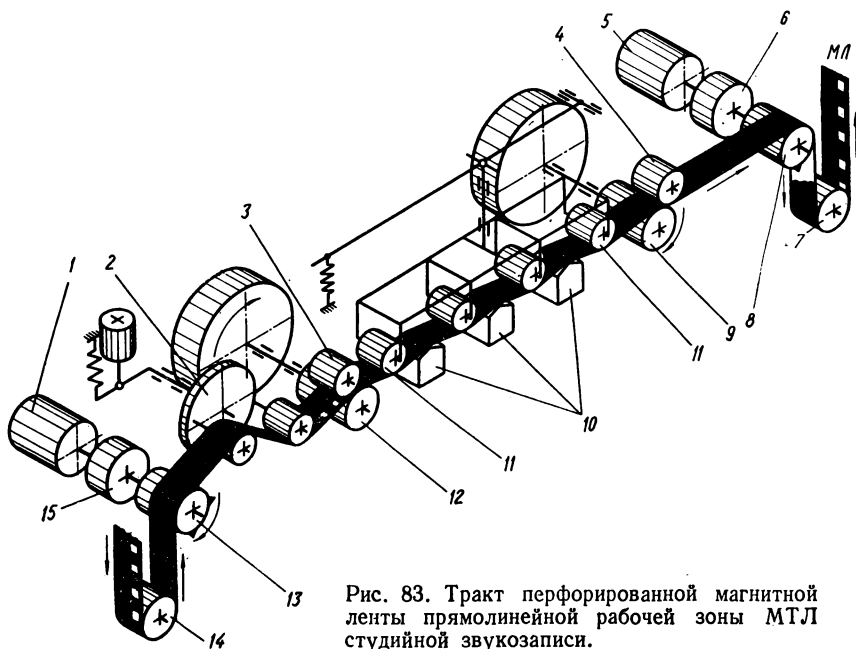


Рис. 83. Тракт перфорированной магнитной ленты прямолинейной рабочей зоны МТЛ студийной звукозаписи.

фициент детонации не превышает 0,06% при скорости, соответствующей 25 кадрам/с [154].

Быстрый запуск МТЛ без перенапряжений перфорационных перемычек применен в схеме модели DS-16, предложенной фирмой Schlumberger. Рабочая зона (рис. 84) состоит из инерционных роликов 7 и 12, подпружиненных и задемпфированных роликов 8 и 13, двигателя 3 привода ведущего вала 10 с таходатчиком (зубчатое колесо 4 — магнитные головки 5). Отличие состоит в том, что транспортирование магнитной ленты мимо головок 11 осуществляется не зубчато-перфорационным способом (зубчатыми барабанами), а фрикционным. Магнитная перфорированная лента МЛ плотно прижата обрезиненным роликом 6 к гладкому ведущему валу 10. Возникаю-

шее при фрикционном транспортировании скольжение между лентой и валом и снижение скорости автоматически восстанавливается следящей системой до номинального значения. Эта подстройка производится сравнением воспроизводимой с помощью фотодатчика 2 (лампочка подсветки и фотодиод) частоты прохождения перфорационных отверстий с частотой смены кадров изображения. Достоинства этого принципа — малое время запуска, отсутствие разрушающего воздействия на перфорационные перемычки, большой срок

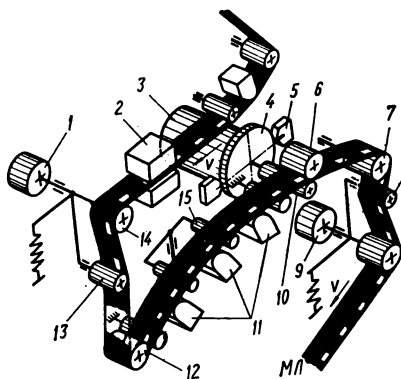


Рис. 84. Тракт перфорированной магнитной ленты рабочей зоны с фрикционным транспортированием носителя.

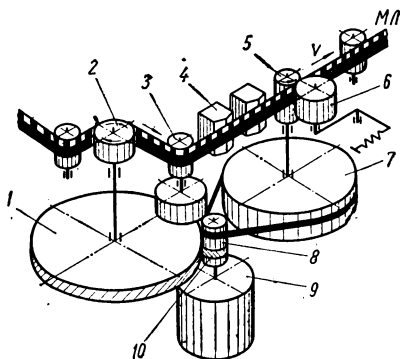


Рис. 85. Рабочая зона с перфорированной магнитной лентой при комбинированном способе транспортирования носителя.

службы ленты, возможность ускоренных перемоток без перезарядки ленты в другой тракт. Рабочую зону с перфорированной лентой применяют для МТЛ бортовой АМЗ, где необходимо сочетать средние значения коэффициента колебания мгновенной скорости и высокое постоянство средней скорости транспортирования без применения электронных следящих схем (рис. 85). Магнитная перфорированная лента *МЛ* транспортируется фрикционной парой ведущий вал 5 — прижимной ролик 6 с приводом от ведущего двигателя 9 через ременную передачу: гладкий шкив 8 — маховик 7. При этом обеспечиваются средние значения коэффициента колебания мгновенной скорости ленты, взаимодействующей с головками 4. В рабочую зону лента *МЛ* подается задерживающим зубчатым барабаном 2, который вращается от того же ведущего синхронного двигателя 9 через зубчатую передачу трибка 10 — косозубое колесо 1. При этом обеспечивается высокое постоянство средней скорости подачи ленты в рабочую зону. Линейная скорость ведущего вала 5



на 1—2% больше линейной скорости зубчатого барабана 2, что обеспечивает строгое и постоянное натяжение перфорированной магнитной ленты внутри рабочей зоны. Направляющий ролик 3 выполнен инерционным, что сглаживает неравномерности мгновенной скорости, вызываемые зубчатым барабаном и передачей [75]. При использовании неперфорированной магнитной ленты в рабочих зонах МТЛ

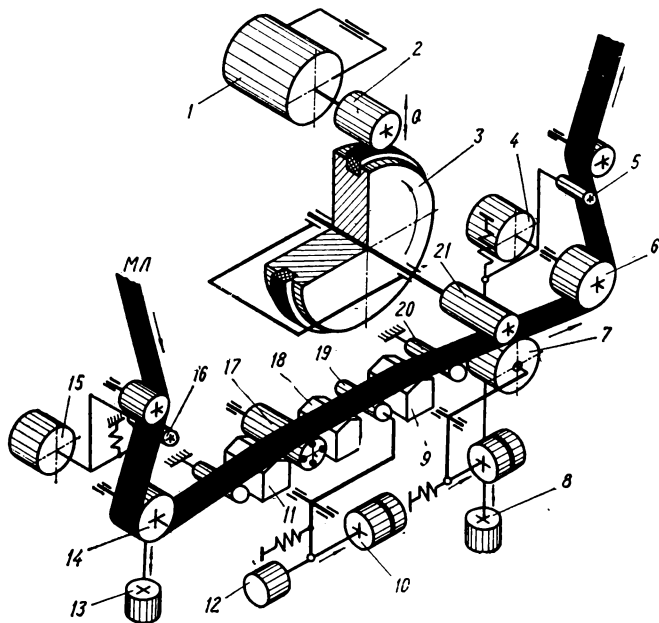


Рис. 86. Тракт ленты МТЛ отечественного студийного магнитофона МЭЗ-62.

аналоговой прямой звукозаписи в профессиональных и бытовых магнитофонах применяют фрикционное транспортирование носителя.

В профессиональных студийных магнитофонах, имеющих самые лучшие значения коэффициента детонации (менее 0,05% на скорости 38,1 см/с), применяют плоские разомкнутые рабочие зоны с защитой. Для защиты используют обводные ролики с инерционными маховиками, подпружиненные ролики с демпферами и сельсинами или то и другое одновременно. Вал ведущего двигателя 1 имеет насадку 2 (рис. 86), которая в рабочих режимах (записи — воспроизведения) прижимается электромагнитом с усилием  $Q$  к обрезиненному ободу маховика 3. Ведущий вал 21 с прижимным роликом 7 транспортирует магнитную ленту МЛ, взаимодействующую со стирающей 11,

записи 18 и воспроизведения 9 головками. По обе стороны блока головок установлены направляющие стойки 20. Между головками 11 и 18 размещен антишумовой ролик 17 для устранения высокочастотных колебаний скорости движения ленты. На входе и выходе рабочей зоны установлены облегченные направляющие ролики большого диаметра 14 и 6. Возле направляющих роликов установлены следящие за натяжением ленты подпружиненные осзатели 16 и 5, соединенные с демпферами 13 и 8, и сельсинами 15 и 4 соответственно. Эти узлы, кроме слежения за натяжением, также сглаживают небольшие рывки и колебания скорости движения ленты. В режимах ускоренных перемоток лента *МЛ* отводится от магнитных головок штырем 19 при помощи электромагнита 10, резкость включения которого сглаживается демпфером 12. Недостаток — контакт ленты со стирающей головкой в режиме воспроизведения. Описанная рабочая зона применена в профессиональном студийном магнитофоне МЭЗ-62 (СССР) с шириной ленты 6,25 мм. В рабочей зоне студийного магнитофона ШТМ-200 фирмы «Электроимпекс» (Венгрия) лента *МЛ* в режиме записи подводится электромагнитом к стирающей головке обрезиненным роликом. В режиме воспроизведения лента к этой головке не подводится и имеет контакт только с головкой воспроизведения. Применен прямой привод ведущего вала и маховика через эластичную муфту от низкоскоростного двигателя с наружным ротором [87].

В обоих трактах ленты рабочих зон для защиты со стороны подающих накопителей применяют только подпружиненные ролики, демпферы и сельсины.

Значительную группу составляют МТЛ с рабочими зонами, где для защиты в тракт ленты вводят инерционные ролики и следящие системы за натяжением типа «пружинные весы». Автоматически регулируется натяжение ленты во всех режимах работы МТЛ в профессиональных магнитофонах (рис. 87) швейцарской фирмы Willi Studer. Датчики натяжения, состоящие из подпружиненных роликов на диске 11 и потенциометров 12 (или сельсинов), образуют систему «пружинные весы». Датчики устанавливают в одной входной ветви рабочей зоны (рис. 87, а) до инерционного ролика 2 с маховиком 10 и дополнительно в выходной после направляющего ролика 7 (рис. 87, б). Лента на рис. 87, а имеет постоянный контакт со стирающей головкой 3 в режимах записи — воспроизведения, на рис. 87, б — только в режиме записи. Тракт ленты, показанный на рис. 87, а, применен в магнитофоне С-37 (лента 6,25 мм), а на рис. 87, б — в А-80 (лента 25,4 мм) фирмы Studer [169]. Недостаток обеих последних схем рабочих зон — жесткая связь маховиков с осью направляющих роликов в режимах ускоренных перемоток, что увеличивает время пуска и остановки ленты и динамические нагрузки на нее.

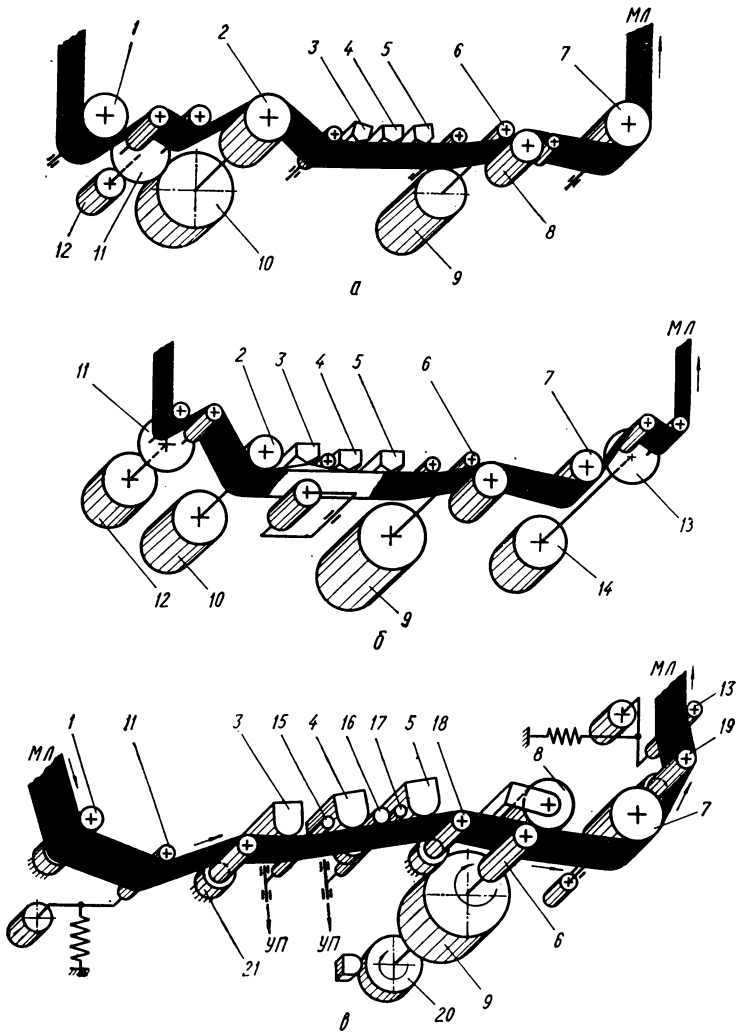


Рис. 87. Тракты ленты плоских рабочих зон зарубежных студийных магнитофонов.

В настоящее время в МТЛ студийной аппаратуры звукозаписи применяют широкие магнитные ленты: 25,4 и 50,8 мм, так как при этом увеличиваются поперечная устойчивость при движении этих лент в тракте рабочих зон, количество каналов информации (до 24), оперативность поиска необходимой программы и снижается площадь, занимаемая на студии для хранения того же объема информации, что разнесен на отдельные рулоны узкой ленты. Тракт ленты шириной 50,8 мм студийного магнитофона ММ1100 для звукозаписи фирмы АМРЕХ [105] более криволинейный (рис. 87, в), чем в предыдущих схемах. На нижнем вылете вала ведущего двигателя 9 установлен таходатчик 20, частота которого сравнивается с частотой кварцевого генератора системы стабилизации скорости движения ленты *МЛ*. Крайние направляющие стойки 21 и 18 блока магнитных головок размещены со стороны основы ленты, а средняя 16 — с противоположной, что уменьшает поперечные перемещения ленты на головках. До и после рабочей зоны установлены следящие за натяжением штыри 11 и 19, что упрощает тракт ленты.

**Тракты ленты для аналоговой поперечно-строчной записи.** В профессиональных студийных и репортерских видеомэгнитофонах, самолетных самописцах широкополосной аналоговой записи, а также для записи долговременной памяти вычислительных машин (цифровая запись) и речевой информации аэродромных служб применяют МТЛ поперечно-строчной записи с магнитной лентой шириной 50,8 мм.

В профессиональных видеомэгнитофонах расстояния между неподвижными головками и видеоголовками, направление движения ленты, размеры и расположение магнитных дорожек записи на ленте стандартизованы (рис. 88) [11,52]. Блок вращающихся видеоголовок 2 установлен между направляющим роликом (стойкой) 1 и неподвижной магнитной головкой 3 звукового канала. Лента *МЛ* в направляющей вакуумной камере 4 изгибается в своей плоскости по дуге радиуса  $R$  со стрелой прогиба  $3,3 \pm 0,5$  мм и у головки и ролика вновь приобретает плоскую форму (рис. 88, а). Под прогибом ленты понимается высота треугольника, вершинами которого являются точки соприкосновения ленты с направляющими и полюсным накопчиком видеоголовок [49]. В некоторых МТЛ вместо направляющего ролика 1 на этом же месте устанавливают неподвижную стирающую головку. Головки звукового и режиссерского каналов помещаются между блоком вращающихся видеоголовок и ведущим валом, универсальная магнитная головка системы авторегулирования — в блоке возле направляющей камеры на расстоянии  $17,78 \pm \pm 0,05$  мм по ходу движения ленты (рис. 88, б). Ширина дорожек видео- и звукозаписи, расположение их относительно друг друга, угол наклона  $\alpha$ , образующийся при движении ленты *МЛ* и

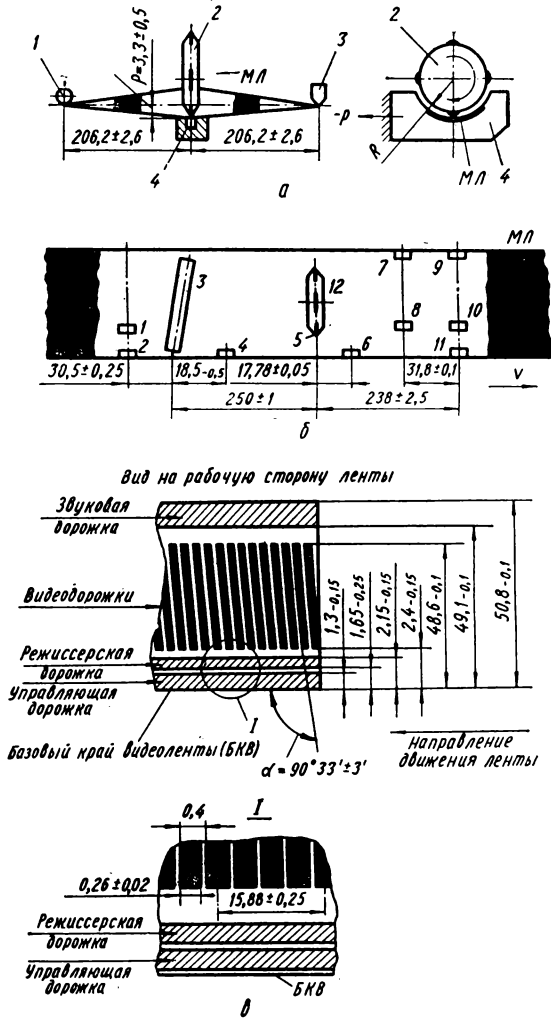


Рис. 88. Схема размещения элементов тракта ленты видеодорожки рабочей зоны МТЛ поперечнострочной видеозаписи.

вращении видеоголовок, строго регламентированы международной видеограммой [11] (рис. 88, в). Видеолента к вогнутой поверхности направляющей камеры плотно прижимается отрицательным давлением изнутри  $-p = 2 \cdot 10^4$  Па (200 см вод. ст.)  $\pm 10\%$ . При пульсации давления свыше  $\pm 0,05\%$  с частотой ниже 250 Гц увеличивается временная нестабильность воспроизводимого видеосигнала и качество изображения выходит из границ допустимого.

Тракт ленты рабочей зоны (рис. 89, а) профессионального портативного репортерского видеоманитофона VR-3000 фирмы AMPEX [97] построен так, что в контакте с рабочим слоем видеоленты *МЛ* находится минимальное количество элементов. Видеолента, движущаяся справа налево и расположенная рабочим слоем к лицевой панели МТЛ, имеет контакт только с вращающимися видеоголовками *13* и неподвижной головкой звукового канала *14*, размещенными на стандартном расстоянии друг от друга. Это обеспечивает воспроизведение сделанных данным МТЛ записей на любом студийном видеоманитофоне. Скоростной двигатель *12* и вращающиеся видеоголовки *13* размещены между двумя направляющими роликами *11*. Разрежение  $-p$  для вакуумной камеры *7* создается миниатюрным насосом диафрагменного типа, производительность которого выбрана с учетом прохождения загрязненной или морщинистой ленты, нарушающей герметичность камеры и обеспечивающей возможность быстрой откачки воздуха из системы.

Ведущий вал *3* глубоко обхвачен магнитной лентой и для увеличения сцепления поверхность его подвергнута пескоструйной обработке. Выходное натяжение ленты  $T_2$  в два раза превышает входное  $T_1$  и составляет 2,26 и 1,13 Н. Стабильное транспортирование ленты поддерживается постоянным натяжением  $T_1$  ее до и после  $T_3$  рабочей зоны системой натяжных осязателей *5* и *10*, потенциометров *4* и *9*, регулирующих моменты на приемном и подающем накопителях. Зона ограничена направляющими роликами *6* и *8*. Ведущий вал имеет прямой привод от плоского двигателя *2* и с индукционным датчиком *1* скорости вращения. Рабочая зона выполняет только режимы «Запись» и «Стоп» и используется в ней заранее подготовленная видеолента. При установке на вращающемся диске *5* четырех держателей *1*, в которых размещаются по две видеоголовки *2* и *3*, тракт ленты рабочих зон МТЛ поперечно-строчной видеозаписи можно использовать для записи сигналов телеметрии непосредственно в комплексе вычислительной машины (рис. 88, б). Каждая головка имеет рабочие зазоры по 0,037 мм и шаг между ними 1,27 мм. Ширина дорожки записи 0,09 мм на ленте *МЛ*, нормальный шаг  $t$  между дорожками 0,14 мм. Две дорожки записываются одним сигналом одновременно. При скорости записи 40 м/с и длине волны  $\lambda = 2,5$  мкм вероятность ошибки составляет  $10^{-8} - 10^{-9}$ . Диск

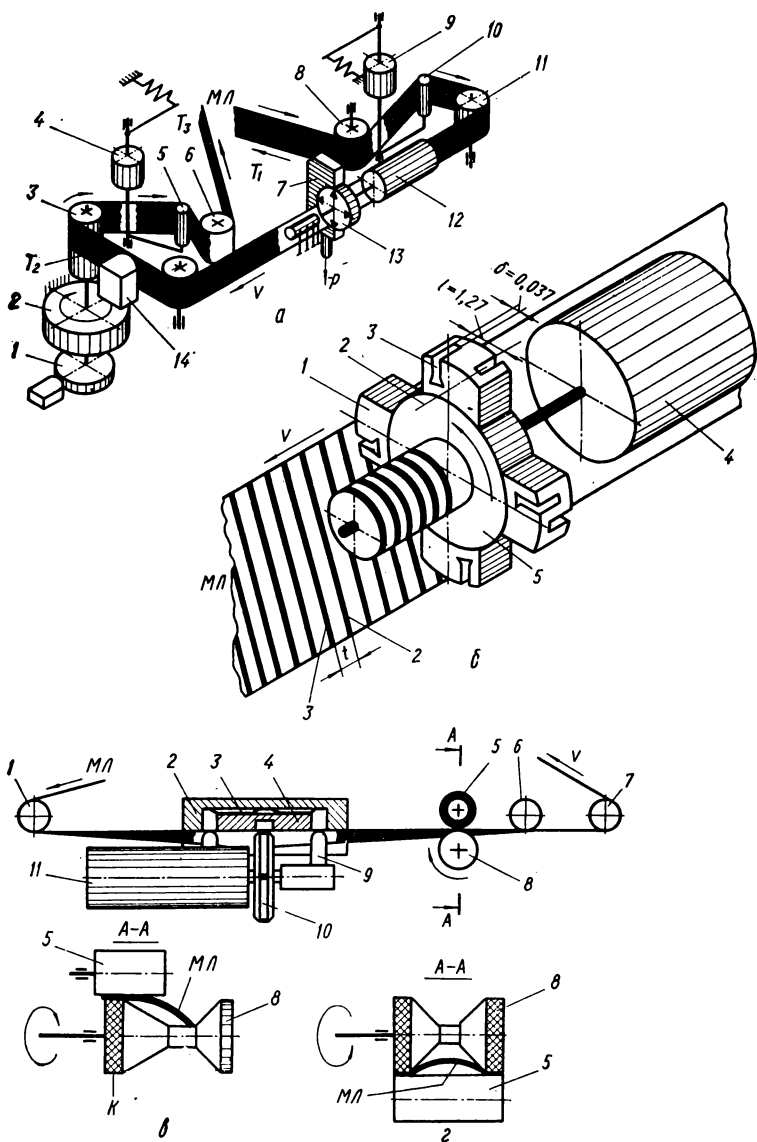


Рис. 89. Тракт ленты плоских рабочих зон МТЛ портативных видеомагнитофонов поперечно-строчной записи.

с двойными видеоголовками вращается двигателем 4. Для экономии ленты при записи информации, поступающей с малой скоростью, и уменьшения скорости воспроизведения предусмотрено уменьшение скорости вращения двигателя в 256 раз при вводе в ЭЦВМ. Описанный тракт ленты применен в модели FR-850/950 фирмы AMPEX. В самописце фирмы Sondscriber Monitor в модели S-124 [155] для записи речевой информации аэродромных служб, телефонных переговоров, технических совещаний предложен тракт ленты, изображенной на рис. 89, в. Вместо вакуумной направляющей камеры здесь установлен корпус 2, внутри которого на пружинной подвеске 3 размещена самоустанавливающаяся обойма 4 с внутренней проточкой. В области проточки лента *МЛ* взаимодействует с вращающимся диском с головками 10. По обеим сторонам обоймы установлены две полурадиусные направляющие 9, которые хорошо формируют необходимую вогнутую поверхность ленты на входе и выходе корпуса 2. Диск с головками вращается двигателем 11. Лента *МЛ* транспортируется за нижний край рифленным пояском *К* ведущего вала 8 при включенном прижимном ролике 5. Вал имеет сложную форму с конусностью во внутрь к цилиндрическому пояску. На входе и выходе рабочей зоны размещены направляющие стойки 1, 6 и 7. В этой рабочей зоне лента транспортируется в области своего изгиба в плоскости. Более рационально транспортировать магнитную ленту за оба края, выпрямленные прижимным роликом 5 и двумя поясками ведущего вала 8, что предложил автор в 1969 г. При этом нагрузка на ленту распределяется более равномерно (рис. 89, з).

Тракт ленты рабочей зоны видеомэгнитофона третьего поколения студийной видеозаписи модели AVR-1 фирмы AMPEX показан на рис. 90, а. Здесь количество элементов, контактирующих с рабочим слоем ленты, минимальное, потери на трение снижены при помощи аэростатической смазки ( $+p$ ) и в рабочей зоне отсутствуют возмущения со стороны основных накопителей благодаря промежуточным вакуумным накопителям. Лента *МЛ* имеет хороший поверхностный контакт с полым ведущим валом 12 диаметром около 50 мм, который создается вакуумным прижимом ( $-p_6$ ). Двигатель 11 с печатным якорем посредством фотодатчика 14 обеспечивает высокую стабильность скорости транспортирования ленты. На входе и выходе рабочей зоны установлены направляющие стойки 1 с аэростатической смазкой ( $+p_2$ ). Ведущий вал обхвачен магнитной лентой *МЛ* на  $120^\circ$ . Внутри рабочей зоны размещены скоростной двигатель 5 с газовыми опорами высокого давления  $+p_4 = 0,2$  МПа и диском 6 с четырьмя видеоголовками, вакуумная направляющая камера 7, головки 3, 4, 8, направляющая стойка 2 с аэростатической смазкой ( $+p_3$ ). С обеих сторон рабочей зоны размещены



промежуточные накопители в виде вакуумных карманов 15 и 16, имеющих общую торцовую перегородку ( $-p_1$ ) и направляющие стойки 13 с аэростатической смазкой ( $+p_7$ ). Лента имеет механиче-

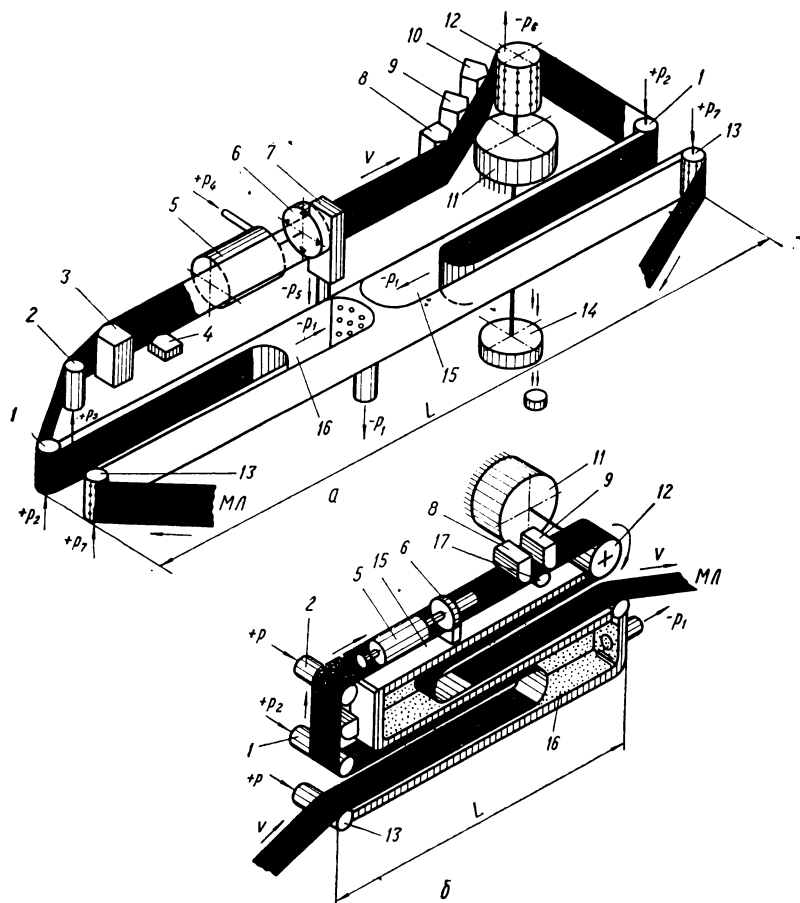


Рис. 90. Тракт ленты плоских рабочих зон МТЛ стационарных видеомангнитофонов поперечно-строчной записи третьего поколения.

ский контакт только с неподвижными (стирания  $\mathcal{Z}$  и звукового канала 8—10) и видеоголовками [23]. Этот тракт ленты рабочей зоны применен в студийном видеомангнитофоне ВСМ-40Е фирмой Bosch Fernseh ФРГ [11]. Недостатки — криволинейность тракта видеоленты и увеличенная длина рабочей зоны  $L \approx 700$  мм вследствие опозитного раз-

мещения вакуумных карманов в виде удлиненного двутавра. Тракт видеоленты можно выпрямить, установив дополнительную направляющую стойку 17 между магнитными головками 8 и 9, развернув стойку 1 на  $90^\circ$  по тракту ленты после стойки 2 (рис. 90, б). Кроме того, необходимо увеличить обхват вала лентой до  $180^\circ$ , что повышает ее сцепление с ним, а также установить вакуумные карманы 16 и 15 один над другим, когда стенки их образуют удлиненный S-образный зигзаг. Длина  $L$  при этом может уменьшиться до 500 мм.

Тракт ленты рабочей зоны для малогабаритного компактного видеомагнитофона с соосным расположением накопителей ленты [142] состоит из двух наклоненных под углом  $\beta$  к несущей плите МТЛ цилиндрических стоек 1 и 6, между которыми размещены в наклонной ветви ленты под углом  $2\beta$  к той же плите скоростной двигатель 2, вращающиеся видеоголовки 3 и вакуумная направляющая камера 4 (рис. 91). Угол обхвата лентой стоек 1 и 6 составляет точно  $180^\circ$ . В ветвях ленты, параллельных несущей плите, размещены неподвижные головки 5 и 16, направляющие стойки 15 и 7. Лента после глубокого обхвата ведущего вала 11 замыкается на разных уровнях с шагом  $S$  прижимными роликами 9 и 10. На накопители лента поступает после направляющих роликов 8 и 17. Ведущий вал вращается двигателем 14 через ременную передачу на маховик 13, против которого установлен индукционный датчик скорости 12. Для нормального движения видеоленты МЛ в этой пространственной замкнутой рабочей зоне необходимо устанавливать по винтовой линии наклонных стоек направляющие пластины с нижнего (базового) и верхнего краев ленты. Конструктивно диаметр наклонных стоек выбирается не менее 50 мм. Для уменьшения потерь на трение можно также применять аэростатическую смазку между лентой и поверхностью наклонных стоек. Шаг подъема магнитной ленты в рабочей зоне  $S = S_1 + S_2 + S_3$ , где  $S_1$  — шаг подъема по вертикали наклонного прямолинейного участка ленты I;  $S_2 = S_3 = S_0 \cos \beta$  — шаг подъема по вертикали соответственно участков ленты II и III на наклонных стойках 1 и 6. При подстановке составляющих осевого шага  $S_0$  подъема винтовой линии ленты шаг и длины  $A$  наклонного прямолинейного участка I  $S_2 = \pi D_c / (2 \sin \beta)$  и  $S_1 = A \sin \beta$ . Шаг подъема ленты \* в пространственной рабочей зоне с учетом толщины ленты  $\delta$ , мм,  $S = (\pi D_c + A + \delta) \sin \beta$ .

**Тракты ленты для аналоговой наклонно-строчной видеозаписи с цилиндрическими направляющими стойками.** Основными конструктивными элементами пространственных рабочих зон МТЛ видеомагнитофонов являются наклонный направляющий барабан видеоблока (вращающийся или неподвижный), ведущий вал (валы),

\* Выведена автором в 1969 г.

направляющие цилиндрические стойки и магнитные головки, прижимные ролики. Угол наклона направляющего барабана видеоблока и цилиндрических стоек, их диаметры и углы обхвата видеоленты, расстояние между барабаном и стойками, шаг подъема ленты (раз-

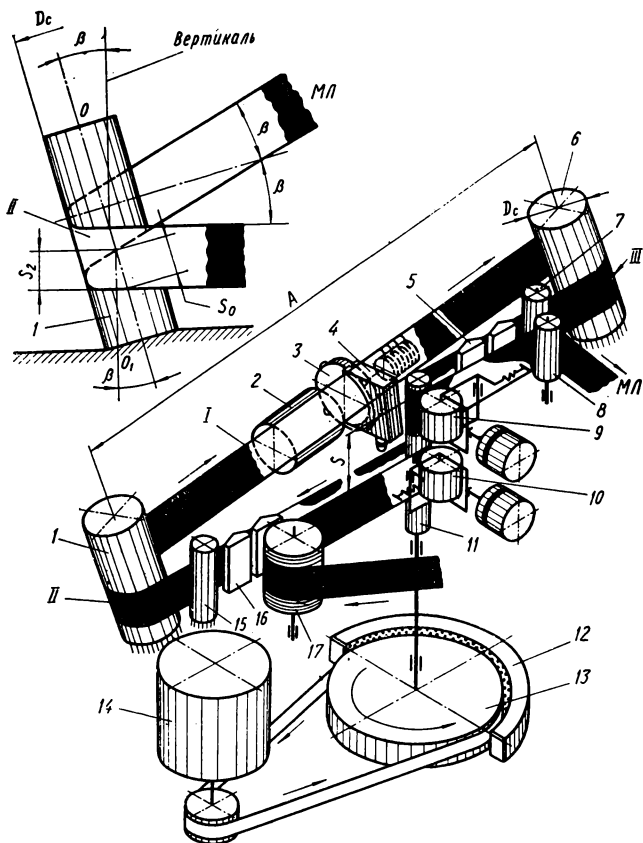


Рис. 91. Тракт ленты пространственной рабочей зоны МТЛ видеомэагнитофона поперечно-строчной записи.

ность уровней до и после стоек) относятся к основным расчетным параметрам тракта ленты рабочих зон МТЛ видеомэагнитофонов наклонно-строчной записи. Взаимное расположение дорожек видео-ВД, звуковых ЗД, управляющей УД, режиссерской РД и дополнительной ДД для бытовой (рис. 92 а, б), профессиональной (рис. 92, в) и специальной (рис. 92, г, д) аппаратуры наклонно-строч-

ной видеозаписи еще не определено едиными международными видеодорожками, как для аппаратуры поперечно-строчной видеозаписи. Для видеоманитонов, работающих в нормальных климатических условиях, применяются рабочие зоны с небольшими углами наклона  $\beta$  видеодорожки ВД к базовому краю видеоленты БКВ .

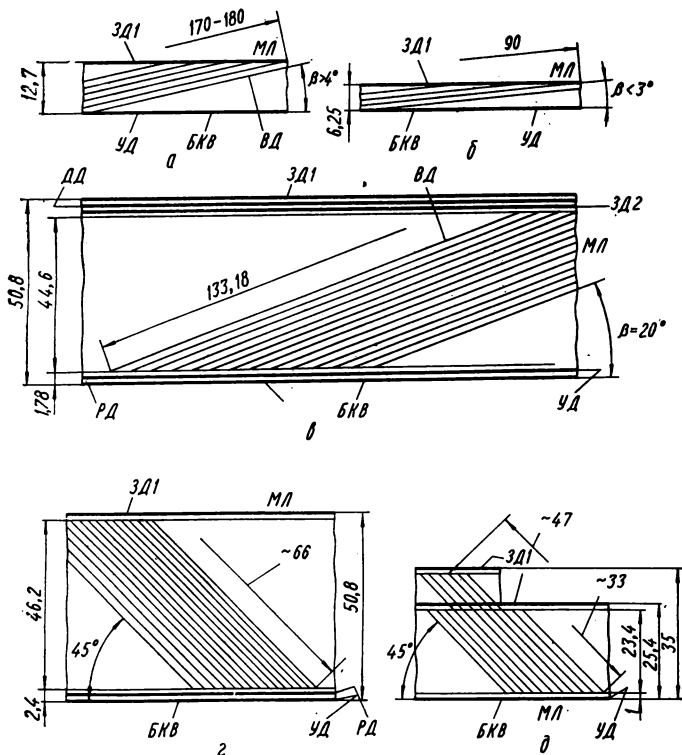


Рис. 92. Видеодорожки МТЛ наклонно-строчной видеозаписи.

что обеспечивает большую длину ВД (до 200 мм и выше), уменьшает количество стыковок строчек записи. Для видеоманитонов, работающих в условиях большого перепада по влажности (10—98%) длинная видеодорожка имеет значительное удлинение, которое приводит к тому, что видеоголовка начинает воспроизводить начало первой дорожки, а заканчивает десятой и далее, поэтому применяют большие углы наклона, достигающие до  $45^\circ$ . Длина видеодорожки ВД при этом может уменьшаться до 33 мм (рис. 92, д), резко уменьшаются ее удлинения и деформации, отклонения прямолинейности ВД.

В двухголовочном видеомагнитофоне EV-310 CE фирмы Sony [157] магнитная видеолента *МЛ* вначале рабочим слоем обхваты-

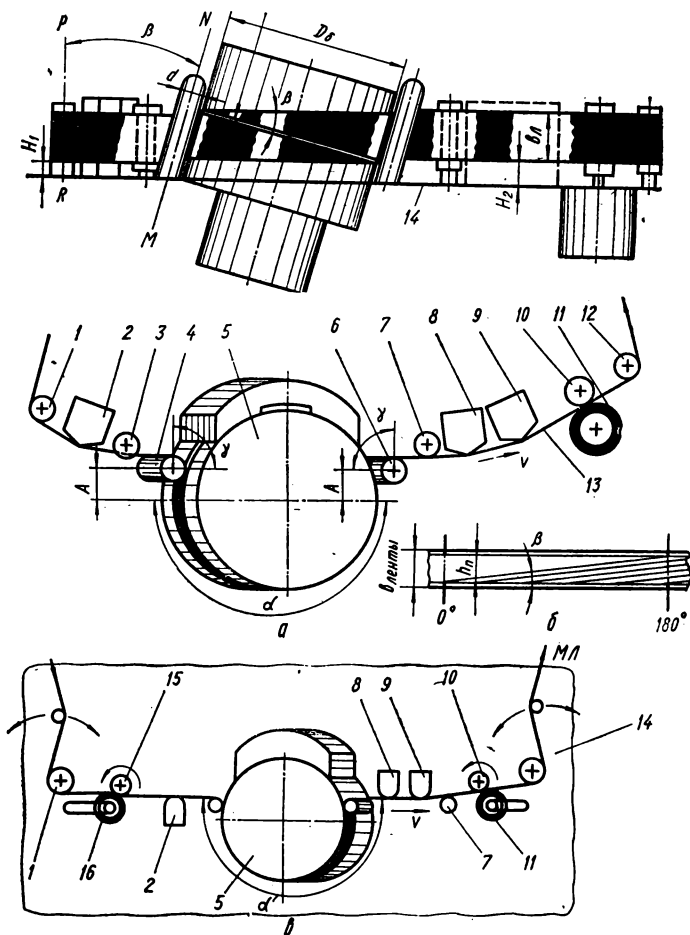


Рис. 93. Тракты ленты одно- и двухвальной рабочих зон с цилиндрическими направляющими стойками двухголовочных видеомагнитофонов наклонно-строчной записи.

вает наклонный направляющий барабан 5 видеоблока на  $180^\circ$ , а затем основой — гладкие цилиндрические направляющие стойки 4 и 6 на углы  $\gamma = 90^\circ$  (рис. 93, а). Цилиндрические поверхности направляющего барабана и стоек параллельны друг другу и накло-

нены на угол  $\beta = 3 \dots 10^\circ$ . Стойки размещены симметрично от барабана видеоблока на небольшом расстоянии  $A$ , которое обеспечивает вход (выход) диска с видеоголовками в контакт (из контакта) с видеолентой без удара или соприкосновения со стойками. Расстояние между цилиндрическими поверхностями направляющего барабана и стойками должно обеспечивать свободное прохождение склеенной видеоленты. До и после гладких стоек 4 и 6 установлены направляющие стойки 3 и 7 с торцевыми буртиками. В свободных участках ленты, параллельных несущей плите 14 механизма, размещены неподвижные головки стирания 2, универсальная звуко 8 и синхроимпульсов 9. После головок установлен ведущий вал 10 с прижимным роликом 11, а по краям рабочей зоны направляющие ролики 1 и 12. Уровень входной ветви ленты  $ML$  в рабочей зоне ниже уровня выходной, что характерно при наклоне направляющего барабана видеоблока вправо от вертикали  $PR$ . Видеолента переходит с уровня подающей ветви накопителя на приемный без преломлений в плоскости по винтовым поверхностям. Переход ленты изометричен, что обеспечивает при многократных прогонах точность первоначальной видеограммы. Угол наклона направляющего барабана видеоблока и стоек  $\beta = \arcsin [2h_n / (\pi D_6)]$  (рис. 93, б).

Шаг подъема видеоленты в рабочей зоне состоит из трех участков подъема: винтового по барабану видеоблока, двух винтовых по цилиндрическим наклонным стойкам 4 и 6 и двух свободных участков  $A$  между стойками и барабаном:  $S = S_6 + 2S_c + 2S_A$ . После преобразований осевых составляющих шагов подъема ленты на отдельных участках рабочей зоны в вертикальные получаем следующее выражение для вертикального шага подъема от входа до выхода:  $S = \left[ D_6 \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right) + \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right) d_c + 2A \right] \sin \beta$ . При небольших величинах  $A$  диаметров стоек и барабана вертикальный шаг подъема видеоленты в подобных рабочих зонах не может быть равен нулю, т. е. видеолента не может находиться на одном уровне, а приемная и подающая катушка — в одной плоскости. Подобный тракт ленты имеет рабочая зона полупрофессиональных видеомагнитофонов DP-2 и DP-3 фирмы Diamond Power (рис. 93, в), в которой применены два ведущих вала 10 и 15 вместо одного (замкнутая зона) и барабан 5 видеоблока наклонен влево от вертикали. При этом подающая ветвь видеоленты находится выше приемной катушки [15]. Развертка тракта ленты в этой рабочей зоне приведена на рис. 94.

Тракт ленты для профессионального видеомагнитофона IVC-9000 фирмы IVC [124] (рис. 95) отличается от предыдущего вакуумным прижимом ленты  $ML$  к валу 10 и двигателем 13 с печатным якорем и таходатчиком 14. До и после рабочей зоны установлены

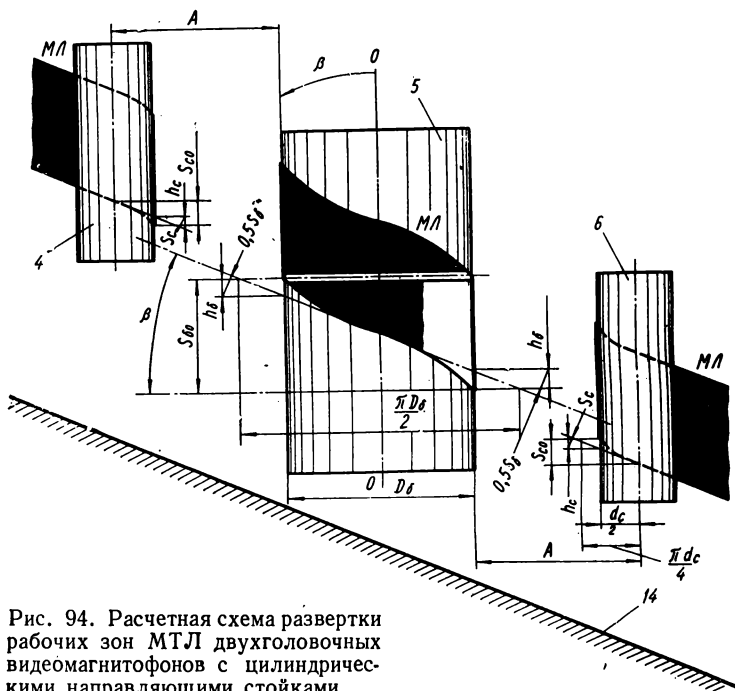


Рис. 94. Расчетная схема развертки рабочих зон МП двухголовочных видеомэгнитофонов с цилиндрическими направляющими стойками.

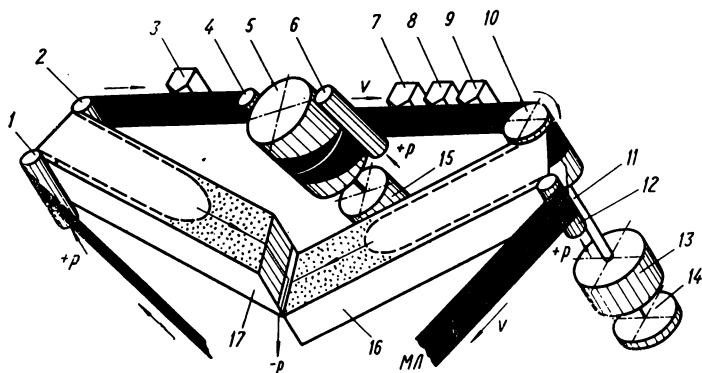


Рис. 95. Тракт ленты рабочей зоны с вакуумными промежуточными накопителями двухголовочного профессионального видеомэгнитофона наклонно-строчной записи.

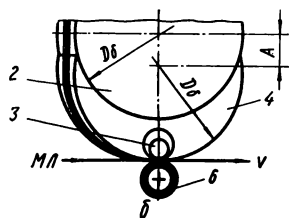
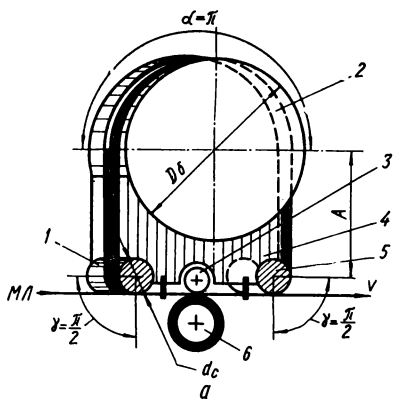
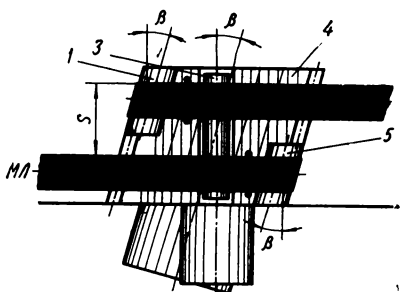


Рис. 96. Тракты ленты одновалных замкнутых рабочих зон видеомагнитофона наклонно-строчной записи:

а — с цилиндрическими стойками; б — с серповидным кронштейном.

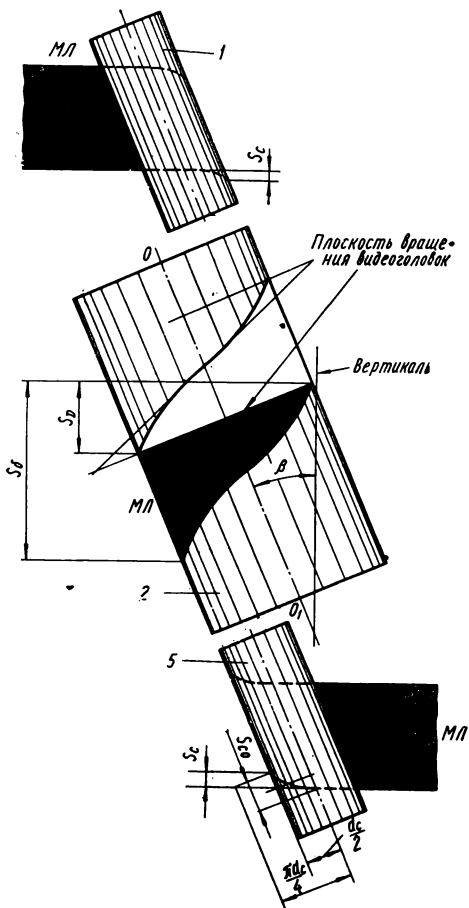


Рис. 97. Расчетная схема развертки рабочих зон двухголовочных видеомагнитофонов с цилиндрическими направляющими стойками.



на разных уровнях V-образные вакуумные ступенчатые промежуточные накопители 16 и 17. Магнитная лента *МЛ* имеет контакт рабочим слоем только с магнитными головками и направляющим барабаном [164].

Тракт ленты одновальной замкнутой рабочей зоны с цилиндрическими направляющими стойками 1 и 5 видеомagnитофонов наклонно-строчной записи показан на рис. 96, а. Рабочая зона отличается от изображенной на рис. 93 большим шагом между входной и выходной ветвями видеоленты *МЛ*.

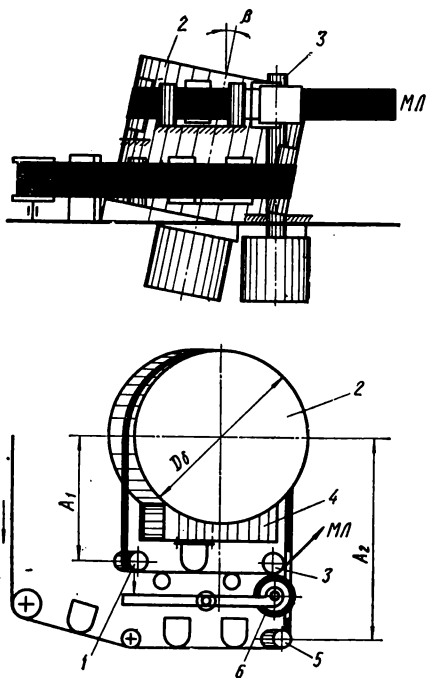


Рис. 98. Тракт ленты одновальной разомкнутой рабочей зоны двухголовочного видеомagnитофона с различной длиной свободных участков ленты.

Видеолента, как и в предыдущих зонах, обхватывает направляющий барабан 2 видеоблока на  $180^\circ$  и направляющие стойки на  $\gamma = 90^\circ$ , но уже рабочей стороной. После направляющих стоек 1 и 5 лента с большим шагом  $S$  параллельными ветвями замыкается на одном ведущем валу 3 общим прижимным роликом 6. Угол наклона барабана и стоек  $\beta$  определяется, как и в предыдущих рабочих зонах, однако расстояние  $A$  здесь в несколько раз больше. Барабан видеоблока жестко крепится к несущему кронштейну 4 с открытым наружу отверстием, где размещается ведущий вал. Шаг подъема видеоленты в этой рабочей зоне по развертке (рис. 97) при шаге подъема по направляющему барабану 2 видеоблока  $S_0 = (\pi D_0/2 + D_0) \sin \beta$  определяется по следующему выражению:

$$S = \left[ D_0 \left( \frac{\pi}{2} + 1 \right) + d_c \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right) + 2A \right] \sin \beta.$$
 Для этого тракта ленты рабочей зоны наиболее целесообразно располагать накопители ленты соосно один над другим, как это и сделано в полупрофессиональном видеомagnитофоне PI-6100 фирмы PI.

Если вместо двух цилиндрических направляющих стоек установить серповидный кронштейн 4 с наружным диаметром, равным диаметру наклонного барабана 2, образуется новый тракт видео-

ленты *МЛ* (рис. 96, б). Барабан и серповидный кронштейн обхватываются видеолентой на углы по  $180^\circ$ . В кронштейне выполнено открываемое наружу отверстие, в котором размещается эксцентрично ведущий вал *З*. Лента замыкается на ведущем валу на двух уровнях прижимным роликом *б*. Шаг видеоленты подъема в этой рабочей зоне  $S = [D_6(\pi/2 - 1) + D_6(\pi/2 + 1) + 2A] \sin \beta$ . При небольших углах наклона барабана видеоблока ( $3-20^\circ$ ) в этой рабочей зоне возможны многократные прогоны видеоленты без остаточной деформации [79]. Магнитные головки звука и управляющей дорожки устанавливаются непосредственно в серповидном кронштейне по винтовой линии движения видеоленты. Общий угол обхвата лентой неподвижных элементов рабочей зоны составляет  $360^\circ$ . Разновидностью рассмотренного тракта ленты является рабочая зона видеомагнитофона VR-660 фирмы AMPEX [93], где свободные участки ленты имеют различную длину  $A_1$  и  $A_2$  (рис. 98). Поэтому шаг подъема видеоленты  $S = [\pi D_6/2 + D_6 + d_c(\pi/2 - 1) + A_1 + A_2] \sin \beta$ . Рабочая зона относится к разомкнутым, так как лента замкнута только в выходной ветви.

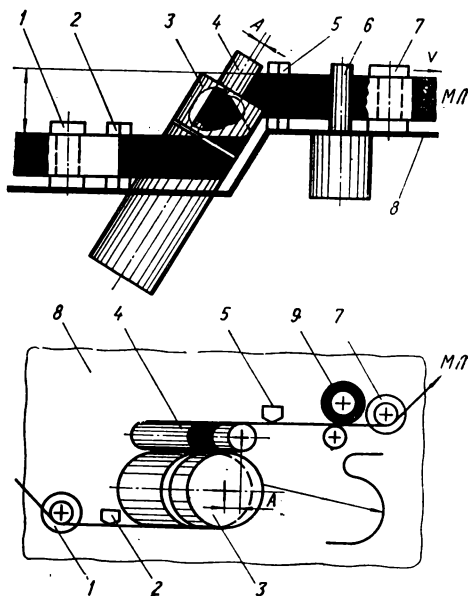


Рис. 99. Тракт ленты разомкнутой рабочей зоны видеомагнитофона с одной направляющей стойкой.

Если в рабочей зоне видеомагнитофона, изображенной на рис. 93, а, магнитную ленту *МЛ* направить непосредственно со стирающей головки *2* на наклонный барабан *3*, а угол обхвата направляющей стойки *4* увеличить до  $180^\circ$ , то образуется более простой тракт ленты (рис. 99). Ветви ленты между головкой *2* и барабаном *3*, головкой *5* и стойкой *4* должны быть параллельны друг другу и лежат на разных уровнях. Видеолента на барабане и направляющей стойке *4* образует винтовую S-образную петлю. Шаг подъема видеоленты в этой рабочей зоне больше, чем в исходной  $S = [\pi D_6/2 + \pi d_c/2 + A] \sin \beta$ . Общий угол обхвата лентой барабана и стойки *4* составляет  $360^\circ$ . При необходимости возможно применять другие углы обхвата барабана и направляющей стойки, например, по  $120^\circ$

для трехголовочной или по  $90^\circ$  для четырехголовочной наклонно-строчной видеозаписи.

Одновитковые рабочие зоны используют в полупрофессиональных, в профессиональных и бытовых видеомагнитофонах. В одновитковой рабочей зоне рис. 100, а с наклонным барабаном 7 две вращающиеся видеоголовки 5 и 6 расположены друг к другу

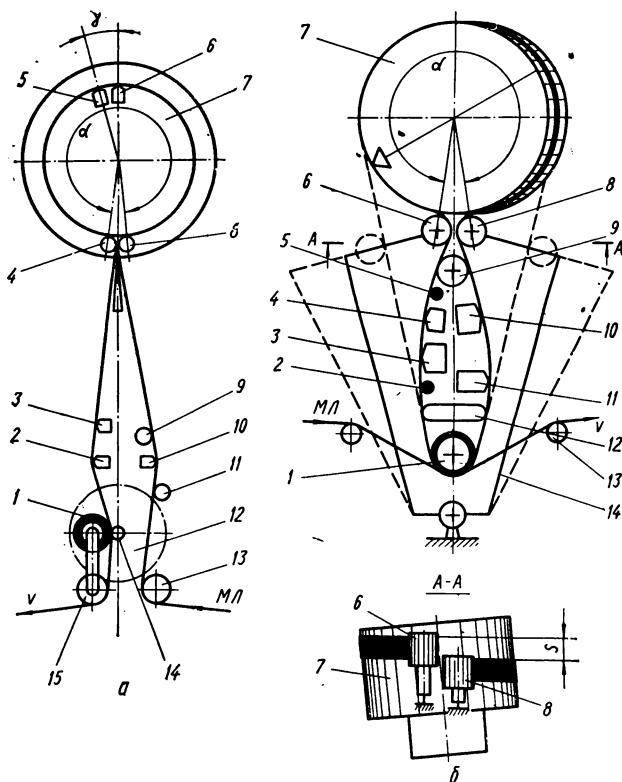


Рис. 100. Тракты ленты одновитковых рабочих зон одноголовочных видеомагнитофонов ( $\alpha \leq 360^\circ$ )

под небольшим углом  $\gamma = 10 \dots 15^\circ$ . Головки размещены на разных высотах по оси барабана: одна из них — основная — записывает на большей части ширины магнитной ленты, другая — дописывает на оставшейся части видеосигнал во время прохождения основной головкой пути в щели барабана между наклонными стойками 4 и 8. Такая схема взаимодействия двух видеоголовок полу-

чила название «полтораголовочной». Угол обхвата барабана лентой  $\alpha = 354^\circ$ . Рабочая зона относится к разомкнутым, лента *МЛ* замыкается на ведущий вал 14 прижимным роликом 1 только в одной ветви петли. На входе и выходе зоны установлены направляющие ролики 13 и 15, внутри — направляющие стойки 9 и 11, магнитные головки 2, 3 и 10. Тракт ленты рабочей зоны предложен фирмой Sony в полупрофессиональных видеомагнитофонах PV-100, PV-120, работающих на ленте 50,8 мм [158].

В полупрофессиональном видеомагнитофоне фирмы AMPEX модели VR-7900 [102] рабочая зона замкнутая с одновитковым трактом ленты (рис. 100, б). Лента *МЛ* замыкается с глубоким обхватом на обрешиненном ведущем валу 1 на разных уровнях с шагом *S*, равным ширине ленты (25,4 мм). Одна вращающаяся видеоголовка имеет контакт с лентой по такому же углу  $\alpha$ , как и в рис. 100, а. Направляющие ролики 6 и 8 установлены на подвижных рычагах 14. Это обеспечивает простоту зарядки ленты в тракт рабочей зоны и ускоренные перемотки (обозначено штриховой линией) без контакта со всеми элементами внутри рабочей зоны. В режимах записи — воспроизведения рычаги поворачиваются, и ролики 6 и 8 вплотную устанавливаются друг над другом. Лента при этом взаимодействует со стойками 2, 5, 9, 12 и магнитными головками 11, 10, 3, 4 внутри рабочей зоны. Рабочая зона ограничена с двух сторон направляющими роликами 13. Ускоренные перемотки ленты выполняются ведущим валом при скорости более, чем в 20 раз превышающей продольную скорость режимов записи — воспроизведения.

В тракте ленты разомкнутых рабочих зон одноголовочных видеомагнитофонов (рис. 101) установлен наклонный барабан 7 видеоблока после ведущего вала 4 и прижимного ролика 5 по ходу движения ленты *МЛ*. По наклонному направляющему барабану лента движется силами натяжения со стороны приемного накопителя. Ведущий вал регулирует скорость движения и подачи магнитной ленты. Такой тракт снижает потери на трение по наклонному барабану. Неподвижные головки стирания 2 и универсальная 3, стойка 15 расположены до ведущего вала, который имеет косвенный привод от двигателя 16 ременной передачей на маховик 14. По обе стороны направляющего барабана 7 размещены цилиндрические стойки 6 и 8, которые обхватывает лента на угол  $10\text{—}12^\circ$ . На входе и выходе рабочей зоны установлены направляющие ролики 1 и 9. В обеих рабочих зонах угол обхвата лентой направляющих барабанов видеоблока составляет  $360^\circ$ , что обеспечивает минимальные потери видеосигнала при переходе головкой места стыка полного витка ленты. В рабочей зоне рис. 101, а верхняя половина барабана выполнена вращающейся вместе с видеоголовкой. На валу барабана установлены диск фотодатчика оборотов (лампочка подсветки 11 и

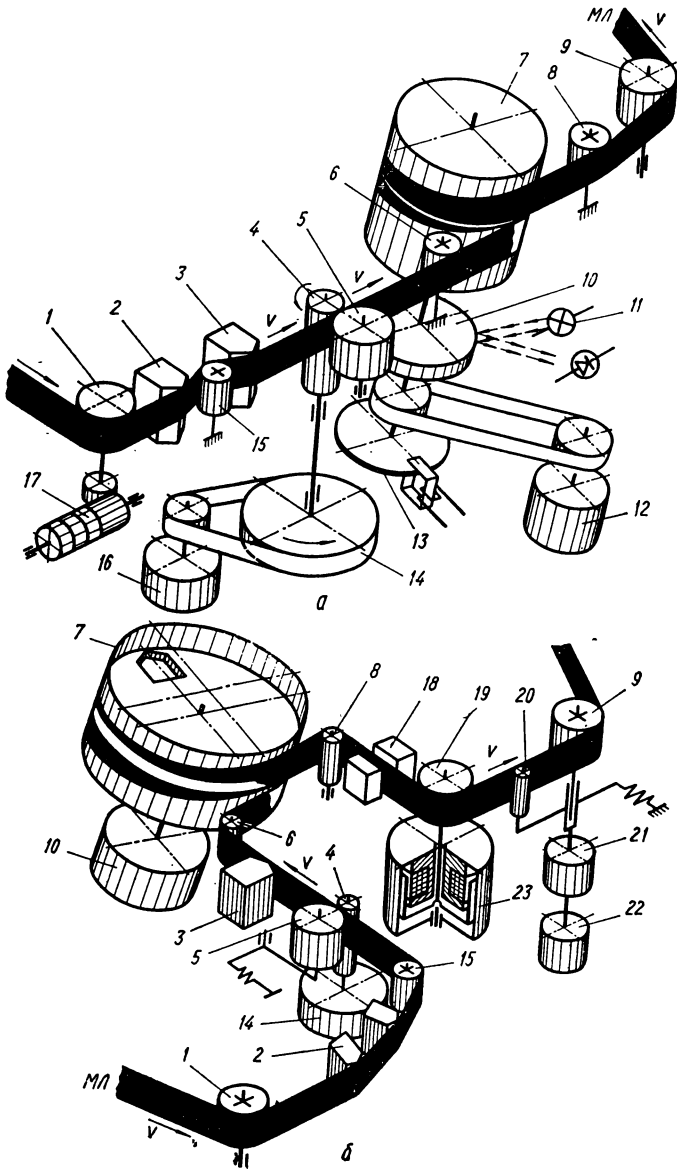


Рис. 101. Тракт ленты одновитковых рабочих зон одноголовочных видеомэгниетофонов ( $\alpha = 360^\circ$ ).

фотоэлемент), индукционный тормоз 13 и шкив, вращаемый плоским ремнем от двигателя 12. Направляющий ролик 1 соединен с декадным счетчиком метража 17, а тракт ленты до и после барабана имеет почти прямолинейную траекторию и применен в полупрофессиональных видеомагнитофонах «Optacord-500», «Optacord-600» фирмы Lowe Opta [128]. В рабочей зоне рис. 101, б неподвижная головка 3

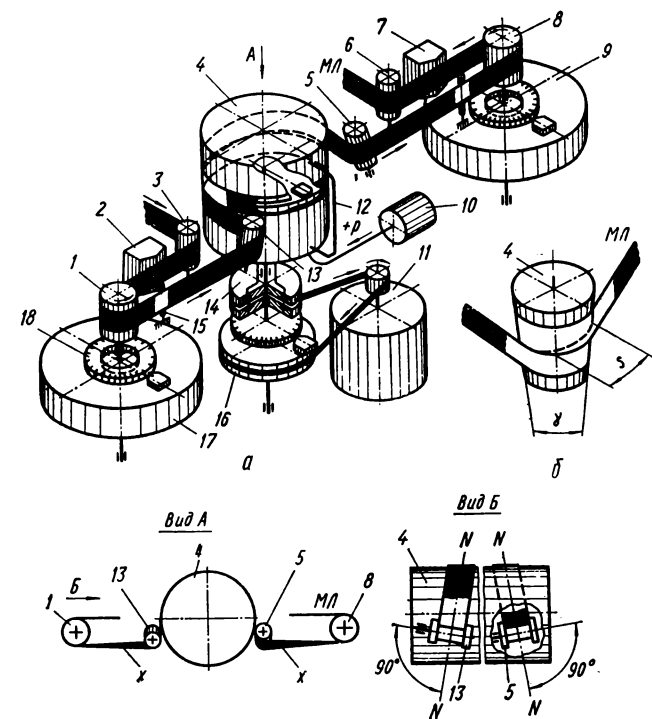


Рис. 102. Тракт ленты полторавитковой рабочей зоны профессиональных видеомагнитофонов.

установлена после ведущего вала 4, а обводной ролик 19 индукционного тормоза 23 обрезинен. Кроме того, в ветви ленты до направляющего ролика 9 установлен подпружиненный осязатель 20, соединенный с потенциометром 21 и гидравлическим демпфером 22. Между роликами 8 и 19 размещен фотодатчик 18 обрыва — конца магнитной ленты. Тракт ленты по сравнению с трактом рис. 101, а имеет более сложную траекторию и применен в серии видеомагнитофонов: бытового высшего класса IVC-601, полупрофессионального

IVC-801A и IVC-871 и профессионального IVC-900, работающих на ленте шириной 25,4 мм [123].

Тракт ленты полуторавитковой рабочей зоны полупрофессиональных видеомagneтофонов WRC-150 и WTR-100 фирмы Westel [168] показан на рис. 102. Магнитная лента *МЛ* обхватывает направляющий барабан 4 видеоблока на угол  $540^\circ$ , т. е. на 1,5 витка винтовой траектории. Шаг подъема ленты через  $360^\circ$  несколько меньше ширины ее, поэтому, чтобы вывести ленту без деформаций из зоны перекрытия *с* (102, б), барабаны выполнены с конусностью  $\gamma \approx 1^\circ$ . При этом полный обхват барабана лентой составляет  $540^\circ$ , что исключает потери видеосигнала при записи одной вращающейся головкой в зоне перехода с одного края ленты на другой. Тракт ленты на барабане носит название «Copiscan». В этой рабочей зоне для направляющего барабана видеоблока использованы высокопористый материал и поддув между лентой и барабаном, создаваемый миниатюрным компрессором 10 непосредственно через поры. Шкив 16 укреплен жестко на валу блока видеоголовки и вращается плоским ремнем от двигателя 11. Токосъем информaции осуществляется бесконтактным вращающимся трансформатором 14. По обе стороны направляющего барабана на разных уровнях установлены наклонные направляющие ролики 5 и 13, перпендикулярные плите МТЛ стойки 15 и ведущие валы 1 и 8. Угол кручения плоскости ленты между ведущими валами 1 и 8 относительно нейтральной линии *NN* составляет  $3\text{—}5^\circ$ , при этом уменьшаются потери на трение в тракте ленты по сравнению с неподвижными цилиндрическими неразгруженными стойками рабочих зон, рассмотренных ранее. Нейтральная линия *NN*, проведенная с направляющего барабана 4 на наклонные ролики 13 и 5, перпендикулярна осям этих роликов. Ведущие валы, поверхность которых выполнена из силиконовой резины, имеют прямой привод от двигателей 17 и 9. Все двигатели выполнены с печатным якорем и имеют индукционные датчики скорости 18. До и после ведущих валов размещены головки стирания 2 и универсальная 7, а также направляющие ролики 3 и 6. Недостаток тракта ленты — сложность заправки и движения ленты, необходимость применения компрессора. Тракт ленты с кручением ее плоскости относительно нейтральной линии применяют для двухголовочных видеомagneтофонов с полувитковой рабочей зоной, т. е. вместо цилиндрических стоек устанавливают вращающиеся ролики, что наполовину уменьшает потери на трение в тракте.

**Тракты ленты для аналоговой наклонно-строчной видеозаписи с конусными направляющими стойками.** В двухголовочных бытовых видеомagneтофонах в рабочих зонах МТЛ вместо цилиндрических направляющих стоек видеоблока используют конусные, при этом переходы магнитной ленты с одного уровня на другой изомет-

ричны или неизометричны, а уровни тракта ленты согласовываются. Видеолента, а также и накопители ленты (катушки) могут располагаться после выхода из рабочей зоны на разных или на одном уровне (вариант I и вариант II) соответственно.

**Вариант I.** Магнитная лента *МЛ* до и после рабочей зоны расположена параллельно несущей плите *12* на разных уровнях  $H_1$  и  $H_2$  (рис. 103). Направляющие стойки *4* и *6* установлены конусностью в противоположные стороны. Оси конусных стоек *4* и *6* и направляющего барабана *5* видеоблока перпендикулярны несущей плите *12*. Магнитная лента *МЛ*, огибая барабан видеоблока по винтовой линии на угол  $\alpha$  (обычно равный  $180^\circ$  или  $\pi$ ), выходит на разных уровнях под углом  $\beta$  к образующей барабана с шагом  $S_6$ . Эта рабочая зона относится к разомкнутым, магнитная лента в ней транспортируется ведущим валом *10* и прижимным роликом *11*. Возле направляющего барабана *5* лента, преломляясь в плоскости, поступает на конусные стойки *4* и *6*, размещенные на расстоянии  $A$ . Обхватывая конусные стойки на угол  $\varphi$ , лента преломляется в плоскости и поступает на коническую *3* и цилиндрическую *7* стойки.

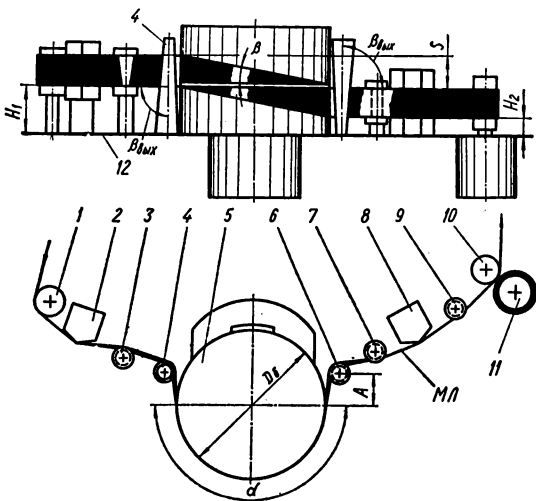


Рис. 103. Тракт ленты рабочей зоны видеомагнитофона с конусными направляющими стойками и различными уровнями видеоленты.

На этих участках она идет уже параллельно несущей плите *12*. Конусная стойка *3* служит только для стабильного прижатия ленты к нижней кромке и исключения поперечного перемещения ленты перед входом на конусную стойку *4* и далее на барабане. В участках ленты, параллельных несущей плите, располагаются головки стирания *2*, универсальная *8*, направляющие ролик *1* и стойка *9*. Шаг подъема ленты *МЛ* в рабочей зоне  $S = S_6 + 2S_A + 2h_k$ , где  $h_k$  — высота подъема ленты на конусных стойках *4* и *6*. Шаг подъема ленты на направляющем барабане *5* видеоблока при угле его обхва-



та  $180^\circ S_6 = \pi D_6 / (2 \operatorname{tg} \beta)$ . Высота подъема ленты на участках между барабаном и конусными стойками при межцентровом расстоянии  $AS_A = A \operatorname{tg} \beta$ .

Угол входа ленты с направляющего барабана видеоблока на конусную стойку  $\beta_{\text{вх}} = \pi/2 - \beta$ . Для определения угла выхода магнитной ленты с конусной стойки  $\beta_{\text{вых}}$  воспользуемся свойством геодезической линии (нейтральной  $NN$  для ленты), которая в развертке поверхности конуса дает прямую линию (рис. 104). При

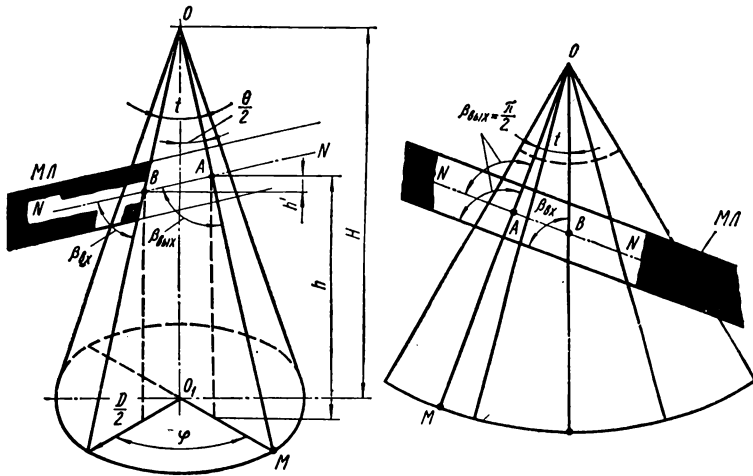


Рис. 104. Схема движения видеоленты на конусной направляющей стойке и ее развертка.

этом запишем  $\beta_{\text{вых}} = \pi/2 - \beta + \varphi \sin \Theta/2$ , где  $\Theta = 2 \arcsin \beta/\varphi$  — угол конусности стойки при условии выхода магнитной ленты параллельно несущей плите  $I2$ , т. е.  $\beta_{\text{вых}} = \pi/2$ . Высота подъема магнитной ленты на конусной стойке  $h_k = OA \times \cos \Theta/2 - (H - h)$ . После подстановки составляющих и некоторых преобразований получим  $h_k = (D \sqrt{\varphi^2 - \beta^2} / (2\beta) - h) (1/\cos \beta - 1)$ , где  $D$  — диаметр основания конусной стойки. Высоту подъема ленты в тракте рабочей зоны окончательно запишем в виде

$$S = \left( \frac{\pi D_6}{2} + 2A \right) \operatorname{tg} \beta + 2 \left( \frac{D \sqrt{\varphi^2 - \beta^2}}{(2\beta)} - h \right) \left( \frac{1}{\cos \beta} - 1 \right)^*.$$

\* Выведена автором совместно с инженерами В. П. Богданом и Е. К. Гловацким.

Рабочая зона рис. 105 относится к замкнутым. Магнитная лента 8 замыкается на ведущем валу 11 (нижняя ветвь) и между двумя прижимными роликами 10 и 13 (верхняя ветвь). Возле направляющего барабана 4 видеоблока на расстоянии  $B$  установлены цилиндри-

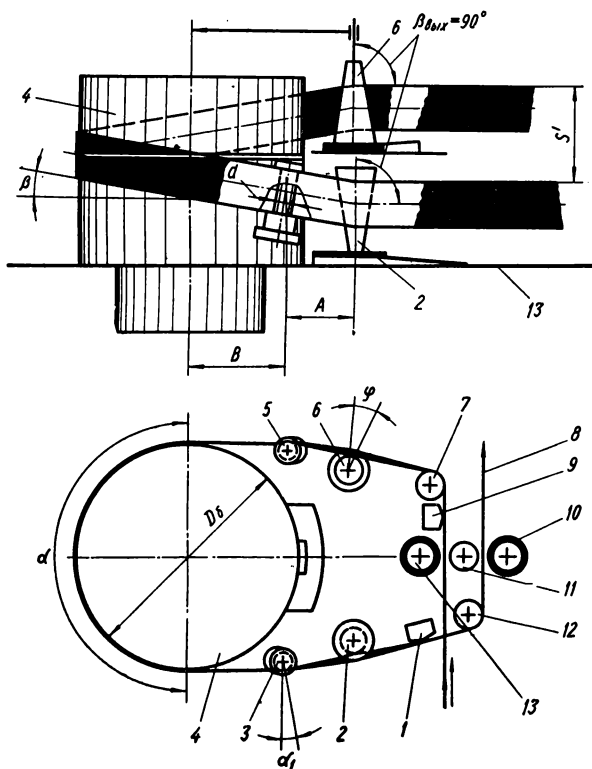


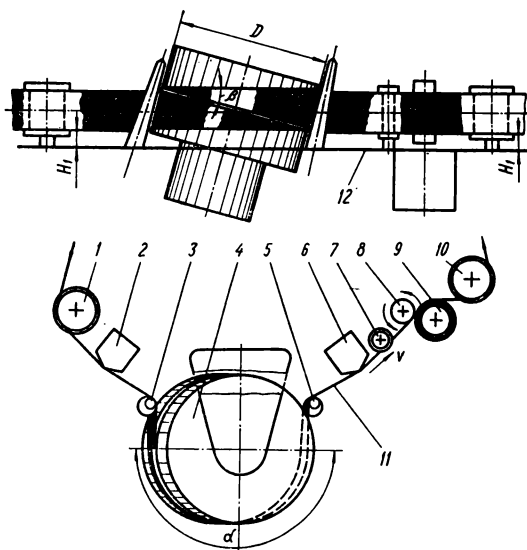
Рис. 105. Тракт ленты рабочей зоны видеоманитона с конусными направляющими стойками и неодинаковым уровнем видеоленты.

ческие диаметром  $d$  стойки 3 и 5, наклоненные под углом  $\beta$  к оси барабана и перпендикулярные магнитной ленте 8. Лента обхватывает эти стойки на угол  $\alpha_1$ , подымается на высоту  $h_c$  и, преломляясь в плоскости, поступает на конусные направляющие стойки 2 и 6, размещенные на расстоянии  $A$ . Обхватывая конусные стойки на углы  $\varphi$ , лента с преломлением, но уже параллельно несущей плите 13 поступает на направляющие ролики 7 и 12, головки 1 и 9.

В выражение высоты подъема ленты в этой рабочей зоне добавятся к предыдущей рабочей зоне высоты подъема  $h_b$  и  $h_c$

$$S' = S + 2h_b + 2h_c,$$

где  $h_b = B \operatorname{tg} \beta$ ;  $h_c = d/2 \sin \alpha_1 \cdot \sin \beta$ . Тракт ленты рис. 103 рабочей зоны с конусными стойками применен в стационарном видеоманитфоне AV-5100 фирмы Sony, а рис. 105 — в переносном малогабаритном видеоманитфоне AV-3400 этой же фирмы [156, 159].



**Вариант II.** Магнитная лента 11 до и после рабочей зоны расположена параллельно плоскости несущей плиты 12 на одном уровне  $H_1$  без преломлений в плоскости на всех участках тракта своего движения (рис. 106). Стойки 3 и 5 установлены конусностью в одну сторону (вверх) и наклонены в двух плоскостях. Обра-

Рис. 106. Тракт ленты двухголовочного видеоманитфона LDL-1000 фирмы Philips.

зующие конусной стойки лежат в плоскости непреломляемой ленты до и после направляющего барабана 4. Образующие выхода ленты с конусных стоек на головки 2 и 6 перпендикулярны несущей плите и лежат в плоскости ленты без ее преломления на участках 2—3, 5—6. Барабан 4 видеоблока наклонен к несущей плите 12 на угол  $\beta$ . По краям рабочей зоны размещены направляющие ролики 1 и 10, а внутри — направляющая стойка 7, ведущий вал 8 с прижимным роликом 9. Тракт ленты этой рабочей зоны был предложен в катушечном видеоманитфоне LDL-1000 фирмы Philips [139].

В совмещенных рабочих зонах (рис. 107) тракты видеоленты  $MЛ1$  и звуковой  $MЛ2$  расположены соответственно под прямым или острым углом друг к другу. В обеих зонах лента  $MЛ1$  контактирует с роликом 1, головками 9 и 8, обхватывает видеоблок 3 на  $180^\circ$  с конусными стойками 11 и 12 и после направляющей 16 транспор-

тируется ведущим валом 7 с прижимным роликом 5. Рабочие зоны пространственные разомкнутые. Лента *МЛ2* в обеих зонах взаимодействует с направляющими стойками 2 и 10, блоком головок звукозаписи 13 и 14 и после ведущего вала в зоне по рис. 107, *а* направ-

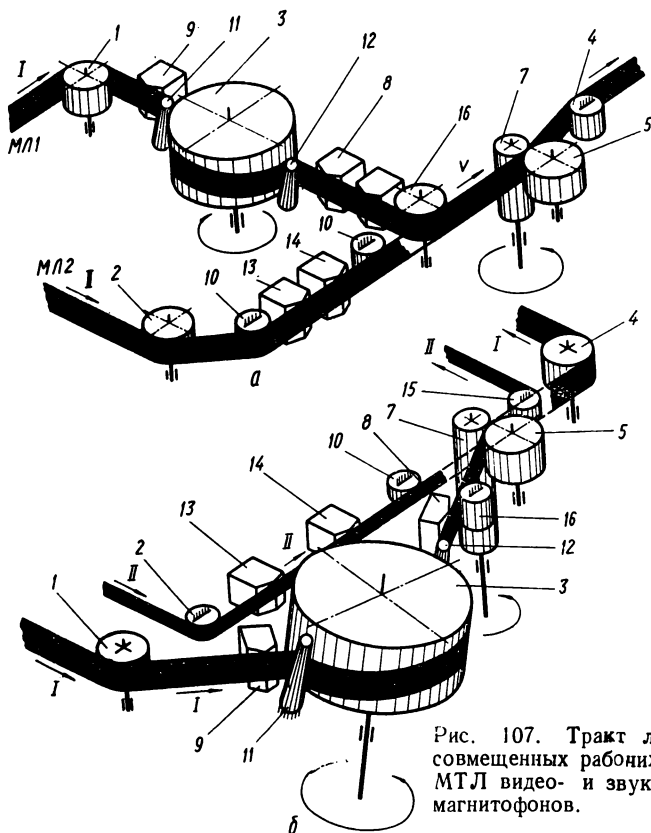


Рис. 107. Тракт ленты совмещенных рабочих зон МТЛ видео- и звуковых магнитофонов.

ляется стойкой 4, а в зоне по рис. 107, *б* — стойкой 15. В первой рабочей зоне *I* общими элементами служат направляющие 16 и 4 (ширина магнитных лент 6,25 мм); во второй зоне *II* — кроме ведущего вала 7 и прижимного ролика 5, общих элементов нет (ширина магнитных лент 12,7 мм и 6,25 мм). Первая рабочая зона применена в видеомэгнитофоне X-500-VT фирмы АКАИ [88]. Во всех рассмотренных совмещенных рабочих зонах лента звукозаписи проходит мимо видеоблока или далеко в стороне от него и не имеет с ним механического контакта.

**КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ БЛОКОВ  
И УЗЛОВ РАБОЧИХ ЗОН****1. БЛОКИ РАБОЧИХ ЗОН**

При одном и том же тракте ленты рабочие зоны МТЛ могут иметь различные конструктивные исполнения в виде самостоятельных функциональных блоков или же встроенных в общую конструкцию механизма. Самостоятельные функциональные блоки рабочих зон выполняют на несущей плите, где размещают с двух сторон все узлы и отдельные детали. При этом различают два конструктивных исполнения блоков рабочих зон. В одном из них блок имеет плоскую шлифованную несущую плиту с узлами, которую в общей конструкции МТЛ устанавливают на несущую плиту механизма, как и блоки накопителей ленты и другие узлы. В другом блок рабочей зоны имеет несущую плиту в виде объемного литого или фрезерованного прямоугольника с соединительными гранями, которую в общей конструкции МТЛ сочленяют непосредственно с подобными несущими плитами блоков накопителей без дополнительной плиты. Это исполнение блока рабочей зоны назовем модульным. Самостоятельно функциональное исполнение блоков рабочих зон применяют в МТЛ профессиональной и специальной АМЗ и иногда в высококачественных бытовых магнитофонах.

Рабочие зоны при встроенном конструктивном исполнении размещают на общей несущей плите МТЛ в виде отдельных узлов и деталей. Иногда часть этих узлов собирают на своих плитках (пластинах) и на стойках размещают на общей плите МТЛ, например, блок головок с направляющими стойками, прижимными роликами и др. Встроенное конструктивное исполнение рабочих зон применяют в МТЛ бытовых магнитофонов, что позволяет уменьшить габаритные размеры всего механизма, однако усложняются сборка, регулировка, настройка и ремонт. Унифицировать можно только отдельные узлы или детали, например, ведущий вал, прижимной ролик, блоки магнитных головок.

Функциональные блоки конструкций рабочих зон МТЛ модульного исполнения имеют несколько вариантов построения. В первом варианте литой несущий корпус выполнен в виде жесткого прямоугольника с ребрами и несколькими соединительными гранями. На точно спланированные небольшие плоскости устанавливают съемные узлы блоков головок, ведущего вала, его привода, направляющих и обводных роликов. Во втором варианте несущий корпус выполнен в виде цельного бруска прямоугольного сечения с отвер-

стями для подшипников узла ведущего вала, обводных роликов, контактно-вводящих систем. Эти узлы отдельно конструктивно не существуют и обретают свои функции только на несущей плите модуля, которая для них служит несущими стаканами, кронштейнами. В механизме транспортирования ленты аналоговой записи в модели PI-200 фирмы PI [144] применено модульное исполнение конструкции блока рабочей зоны второго варианта (рис. 108). В несущем алюминиевом корпусе 2 выполнены сквозные отверстия под шарикоподшипники 17 и одно под стальной стакан 1 узла ведущего вала 11. Отверстия с высокой точностью (не хуже 0,01 мм) перпендикулярны установочной плоскости  $W$ , где размещены блоки головок записи 5 и воспроизведения 7. В шарикоподшипниках 17 размещены четыре оси с дисками 15, на трех из них установлены эксцентрично контактные штыри 4, 6 и 9, а в четвертом — ось прижимного ролика 10. На нижних вылетах осей жестко закреплены цилиндрические зубчатые колеса 19 небольшого диаметра. В отверстиях тела несущего корпуса установлен тяговый шток 18, две противоположные стороны которого имеют зубья, входящие в зацепление с зубьями колес 19. Шток 18 соединен шарнирно с поворотным электромагнитом 13, установленным на кронштейне 12. При включении электромагнита шток, вытягиваясь наружу, поворачивает эксцентричные штыри 4, 6, 9 и вводит прижимной ролик 10 в контакт с ведущим валом 11. Штыри создают необходимый угол обхвата лентой  $MЛ$  головок 5 и 7. Пружина 14 при обесточенном электромагните 13 возвращает штыри и прижимной ролик в исходное состояние. На плоскости  $W$  несущей плиты размещены два цилиндра фотодатчика 3 начала — конца и обрыва магнитной ленты. На нижнем вылете ведущего вала расположен двухступенчатый маховик 28, вращаемый плоским ремнем 29 от трехступенчатого шкива 21. Последний жестко укреплен на валу трехскоростного мощного двигателя 22, обеспечивающего три верхние скорости транспортирования ленты: 152,4; 76,2; 38,1 см/с. Натяжение ремня поддерживается подпружиненным роликом 8. Шкив 21 нижним своим большим диаметром соединен плоским ремнем 27 через шкив 26 с валом второго, менее мощного трехскоростного двигателя 25. Этот двигатель при обесточенном 22 обеспечивает три нижние скорости транспортирования магнитной ленты: 19,05; 9,53 и 4,76 см/с. Натяжение ремня 27 обеспечивается пружиной сжатия и регулируется винтом 24. Для электродвигателей на несущем кронштейне 20 установлены конденсаторы 23 фазосдвигающей цепи и разъем 30 питания двигателей и электромагнита. К недостатку блока следует отнести сложность системы эксцентричных контактно-вводящих элементов ленты с головками, к достоинствам: высокую жесткость конструкции и точность установки узлов.

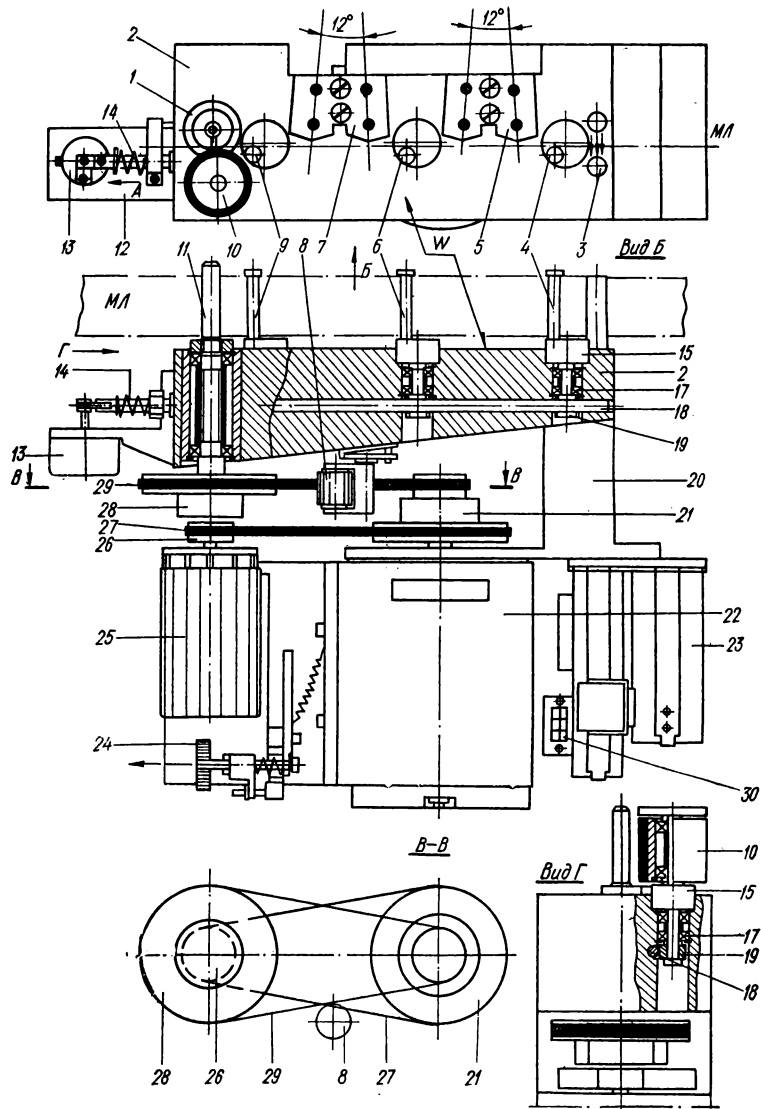


Рис. 108. Конструкция блока рабочей зоны модульного исполнения.

В блоке рабочей зоны рис. 109\* на плоской шлифованной несущей плите 22 сверху установлены юстировочные блоки головок воспроизведения 8 и 9 и безъюстировочный блок 13 головок записи 15 с разъемными 14. Между головками размещен экран 11, направляющая стойка 17 и обводной ролик с герконовым таходатчиком 31 (с нижней стороны плиты); сверху на плите — направляющие ролики 5 и 18 с осязателями 4; ролики 3, 19, 1 и 21, стирающая головка 20 и экран 2 узла ведущего двигателя, экраны 10 и 12 блоков головок. Прижимные ролики 6 и 16 устанавливаются на рычагах и крепятся сверху на плите через трехгранные фланцы винтами. Оси рычагов прижимных роликов проходят через отверстия плиты вниз. На них укреплены жестко рычаги 29 и подвижно 28. Между рычагами установлены тарельчатые пружинные шайбы, обеспечивающие мягкий прижим роликов к ведущему валу 7, осуществляемый электромагнитами 30. Направляющая стойка 17 уменьшает поперечные перемещения магнитной ленты на головках. С помощью устройства регулировки усилий прижима роликов, выполненного с лицевой стороны несущей плиты, можно на рабочем ходу МТЛ производить настройку механизма. С нижней стороны несущей плиты размещены возвратные пружины 27 и 33 прижимных роликов. Оси рычагов осязателей 4 направляющих роликов 5 и 18 проходят через отверстия плиты и соединены с осями потенциометров 25 и 34, являющимися датчиками стабилизации натяжения магнитной ленты. На осях потенциометров установлены рычаги 26, к свободным концам которых присоединены длинные мягкие пружины растяжения 24 и 35. В конце хода этих рычагов установлены микровыключатели обрыва магнитной ленты. На жестком кронштейне с нижней стороны плиты установлен ведущий двигатель 23, на валу которого через пружинную развязку размещен двухступенчатый шкив 37—38. Часть двигателя через прямоугольное отверстие плиты 22 размещена наверху под экраном 2, оставшаяся — внизу под плитой. Таким образом, узел ведущего двигателя определяет высоту конструкции блока рабочей зоны. На нижнем вылете ведущего вала 7 укреплен двухступенчатый маховик 32 с цилиндрическими поясками рабочей поверхности. Маховик приводится во вращение от шкива 38 с бочкообразной рабочей поверхностью через плоский ремень 36. При показанном на рис. 109 расположении ремня 36 обеспечиваются нижние скорости транспортирования магнитной ленты: 4,76; 19,05; 38,1 и 76,2 см/с. При перестановке ремня 36 на больший диаметр шкива 37 и меньший диаметр маховика 32 обеспечиваются верхние скорости транспортирования ленты: 19,05; 38,1, 76,2 и 152,4 см/с.

---

\* Разработан автором совместно с инженерами Б. М. Ковалевским и В. И. Писаренко.



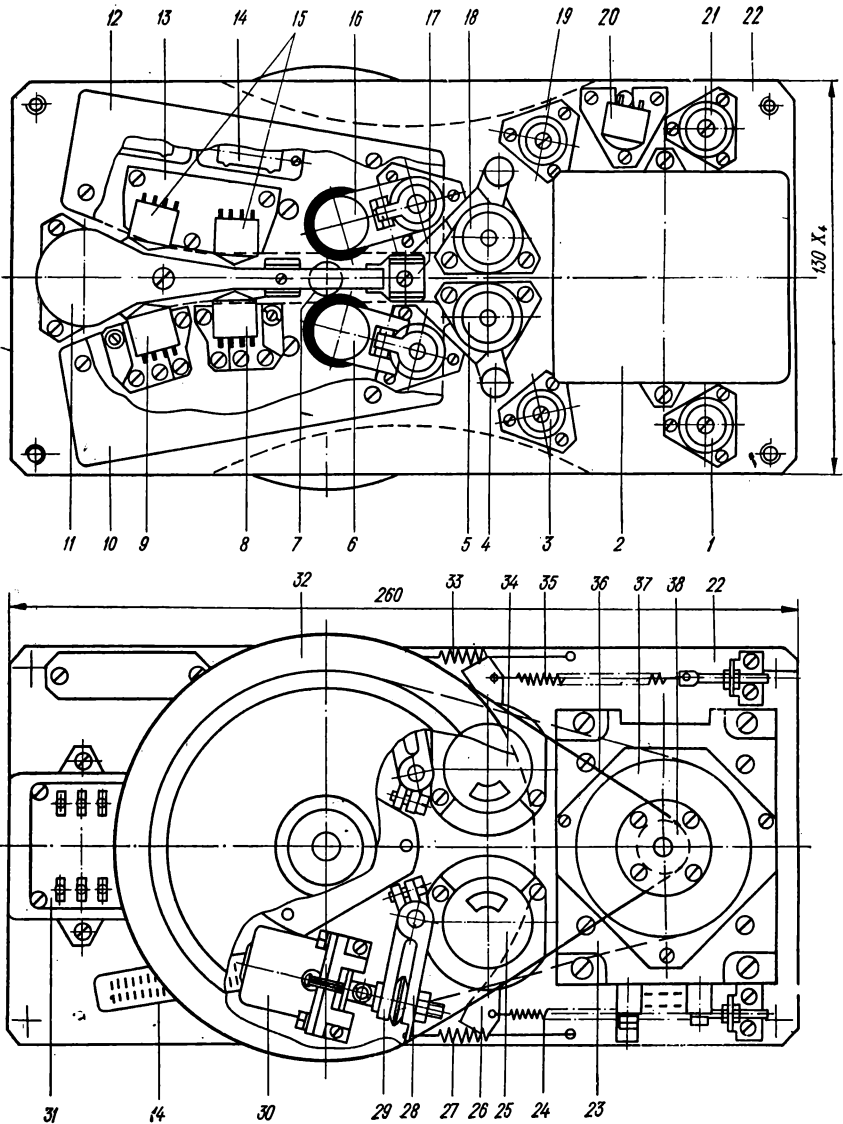


Рис. 109. Конструкция блока рабочей зоны с косвенным приводом ведущего вала.

Диаметры шкивов, маховиков, их межцентровое расстояние рассчитаны так, что для обоих диапазонов скоростей транспортирования ленты используют один ремень  $36$ . На описанном блоке рабочей зоны были достигнуты очень высокие значения стабильности скорости транспортирования ленты. Например, на скорости  $4,76$  см/с коэффициент  $K_c \leq 0,4\%$ , а на верхней  $152,4$  см/с —  $K_c \leq 0,06\%$ . Габаритные размеры блока  $260 \times 130 \times 160$  мм.

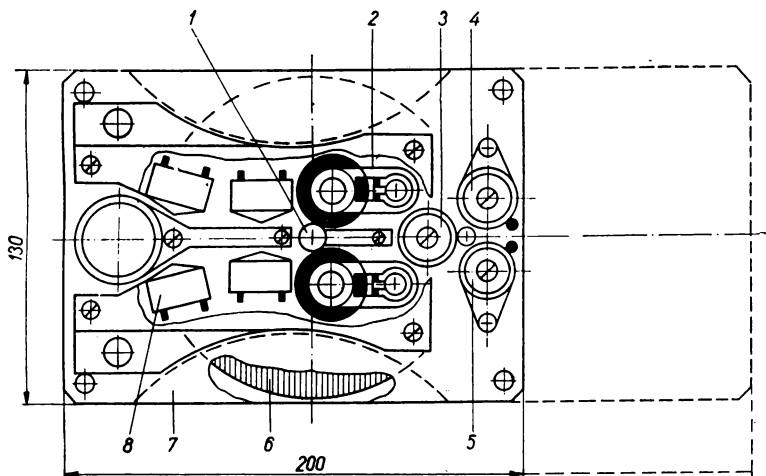


Рис. 110. Конструкция блока рабочей зоны с прямым приводом ведущего вала.

Размеры блока рабочей зоны можно уменьшить, если вместо косвенного привода ведущего вала  $1$  (рис. 110) применить прямой привод от низкоскоростного двигателя  $6$ , например с печатным якорем. В этом случае несущая плита  $7$  заканчивается сразу после направляющих роликов  $4$  и  $5$  с осязателями. Штриховой линией обозначена площадь, занимаемая в предыдущей конструкции блока узлом ведущего двигателя косвенного привода ведущего вала. На плите  $7$  также размещены ролики прижимные  $2$ , направляющий  $3$ , блоки магнитных головок  $8$ , их экраны и др. При скорости  $4,76$  см/с коэффициент  $K_o = 0,9\%$ , а на скорости  $152,4$  см/с —  $K_c = 0,25\%$ . Описанная конструкция блока рабочей зоны применена в бортовой АМЗ МЕ 4023, МЕ 1097 и стационарной МЛ 1600 фирмы Schlumberger [151, 152, 150].

В блоке рабочей зоны для регулирования времени звучания магнитных записей [12] две несущие плиты  $2$  и  $20$  соединены между собой четырьмя распорными стойками  $26$  (рис. 111). Точное взаим-

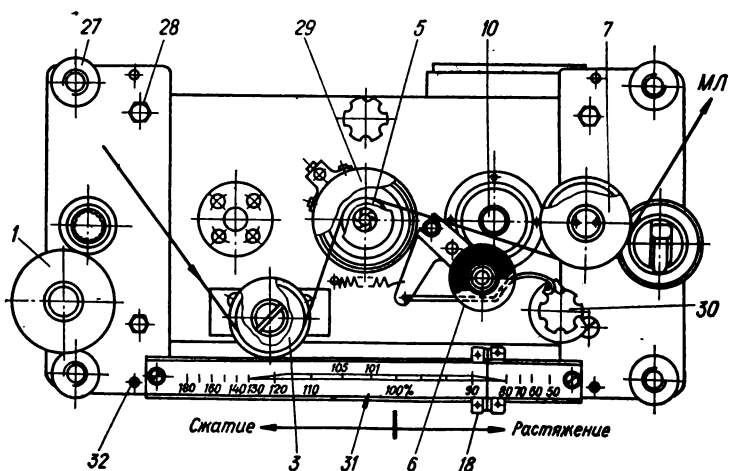
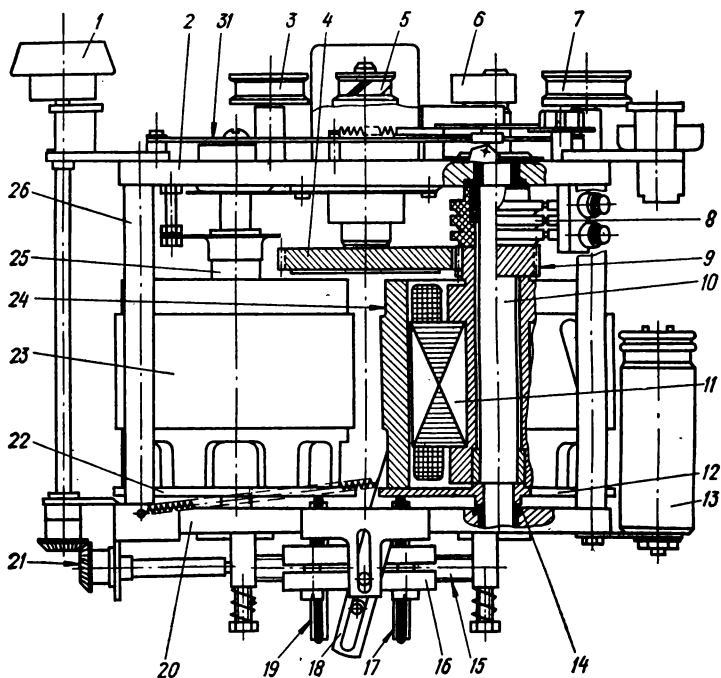


Рис. 111. Конструкция блока рабочей зоны для регулирования времени звучания записи.

ное положение этих плит обеспечивается установкой винтов 28 и штифтов 32. Между плитами расположены два асинхронных двигателя с наружными роторами 23 и 24. Статор 25 одного из них укреплен неподвижно, статор 11 другого вращается на ведущем валу 10 и имеет зубчатую металлическую трубку 9, которая находится в зацеплении с текстолитовым зубчатым колесом 4, установленным на валу вращающегося блока головок 5. Блок состоит из цилиндра, по окружности которого на равном расстоянии расположены четыре головки воспроизведения. Угол обхвата блока 5 магнитной лентой МЛ составляет  $90^\circ$ , вследствие чего лента имеет контакт лишь с одной из головок. Сокращение (сжатие) длительности звучания записей достигается пропуском отдельных коротких ее элементов, увеличение — наоборот повторным воспроизведением их. Оба ротора 23 и 24 по своим торцам имеют диски 22 и 12, с которыми в лобовом зацеплении находятся соединенные жестко между собой обрезиненные ролики 19 и 17. Ролики установлены на каретке 16, перемещающейся ходовым винтом 15, вращаемым через конические зубчатые колеса 21 от ручки управления 1. С кареткой соединена стрелка 18, указывающая по шкале 31 сжатие или растяжение времени звучания записей. Напряжение питания вращающийся статор 11 получает через коллектор 8. Ведущий вал 10 вращается в подшипниках скольжения 14. На нижней плите 20 размещены также конденсаторы 13 фазосдвигающей цепи питания двигателей. На лицевой стороне верхней плиты 2 размещены прижимной ролик 6 с ручкой включения 30, направляющие ролики 3 и 7, экран 29 блока головок 5. Для крепления всего блока в МТЛ на верхней плите выполнены четыре прилива 27 с резьбовыми отверстиями. Если направление вращения блока головок совпадает с направлением транспортирования ленты, то рабочий зазор одной из головок сбегает с ленты, другой — входит в контакт с ней. При этом сигнал, записанный на участке ленты, находящейся в данный момент между головками, останется невоспроизведенным. Если же блок головок 5 вращается против направления транспортирования ленты, то с этого участка ленты сигнал будет воспроизводиться дважды. Сокращение длительности звучания записи на 10% означает, что при воспроизведении должен быть пропущен каждый десятый элемент ее, при увеличении же длительности звучания на 20% должен быть воспроизведен дважды каждый пятый элемент записи. Длительность образующихся при этом новых удлиненных частей воспроизводимой программы должна быть не более 50 мс и не должна превышать длительности самых коротких звуков регулируемой музыкальной программы, а также гласных звуков речи. Это требование удовлетворяется тем, что смена одной воспроизводящей головки другой смежной происходит через 40 мс. Привод вращающегося блока головок 5

осуществляется от статора 11 через зубчатую передачу 9—4. При неподвижном статоре 11 ротор 24, жестко соединенный с ведущим валом 10, обеспечивает транспортирование ленты *МЛ* при неподвижном блоке головок 5. Длительность записей при этом не увеличивается и не сокращается. Скорость движения ленты можно изменять вращением ротора 23 и ротора 24 через обрезиненные ролики 19 и 17. При неподвижном роторе 24 и ведущем валу 10 соответственно неподвижна и магнитная лента, а статор 11 и блок головок 5 вращаются с максимальной частотой вращения. При этом удлинение звучания становится бесконечным. Если извне сообщить ротору 24 некоторое вращение от ротора 23, то относительная скорость статор 11 — ротор 24 остается неизменной, а следовательно, скорость статора 11 уменьшается и при максимальной частоте вращения ротора 24 минимальна. При этом разность между окружной скоростью блока головок 5 и скоростью движения ленты постоянна. Система с двумя механически соединенными двигателями при одновременном электрическом питании получила название магнитного дифференциала.

При использовании описанного регулятора длительность звучания воспроизводимых записей увеличивается на 30% и можно уменьшать ее на 20% без заметного ухудшения качества, а также с некоторым ухудшением качества — соответственно до 100 и 50%. Этот способ применяют в технике кино и радиовещания. Например, слишком длинные записи звукового сопровождения кинофильма могут быть приведены в соответствие со временем, отведенным для данной сцены, без сокращения текста. Если питать магнитный дифференциал переменным напряжением, частота которого отличается от частоты питания при записи, то можно изменять тональность воспроизводимого сигнала без изменения длительности его звучания.

Встроенный блок рабочей зоны (рис. 112) бытового магнитофона высшего класса «Revox А-77» фирмы Studer состоит из двухскоростного двигателя 19 с наружным ротором (фирма PAPST), вылет вала которого 9 непосредственно с прижимным роликом 18 транспортирует магнитную ленту *МЛ*. Двигатель укреплен на несущей литой плите 6, к которой на своих приливах привинчена литая плита *МТЛ* 24. На плите 6 размещены на своих обработанных приливах направляющие ролики 2 и 10, стойки 1 и 8, головки стирания 3, записи 5 и воспроизведения 7, ось 15. С верхней стороны оси 15 укреплен жестко рычаг 16, соединенный через пружину сжатия и винт с гнутым из листовой стали рычагом 17 прижимного ролика. С нижней стороны оси 15 укреплен рычаг 11, соединенный через тягу 12 с плунжером втягивающего электромагнита 13, который установлен на несущей плите 24. Рычаг 17 соединен жестко с планкой 14, которая при включении прижимного ролика 18 через тягу

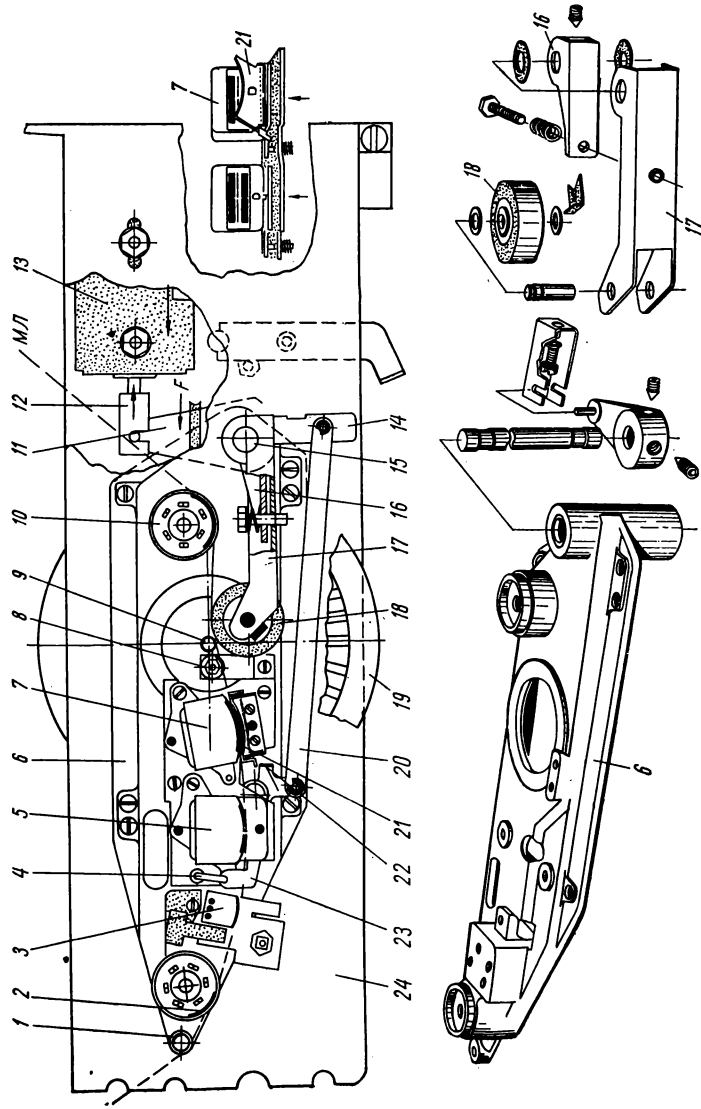


Рис. 112. Конструкция встроенного блока рабочей зоны бытового магнитофона «Revox» А-77.

20 и фигурный рычаг 23 убирает отводной штырь 4 между головками 3 и 5. Рычаг 23 сам поворачивается относительно оси, а отогнутым концом 22 поворачивает экран 21, который закрывает рабочую часть головки воспроизведения 7 от различных наводок внешних и внутренних электромагнитных полей. Тракт движения ленты в рабочей зоне криволинейный. Использование жестких литых несущей плиты и панели обеспечивает стабильность параметров рабочей зоны, идентичность настройки МТЛ.

## 2. ВЕДУЩИЕ УЗЛЫ ПРЯМОГО ПРИВОДА

Одним из основных устройств рабочих зон МТЛ, определяющих номинальные скорости транспортирования магнитной ленты, неравномерность средних и мгновенных значений этих скоростей, срок службы магнитной ленты по числу прогонов через тракт, габаритные размеры конструкции блока рабочей зоны, является ведущий узел. Ведущий узел рабочей зоны в общем виде (рис. 113) состоит

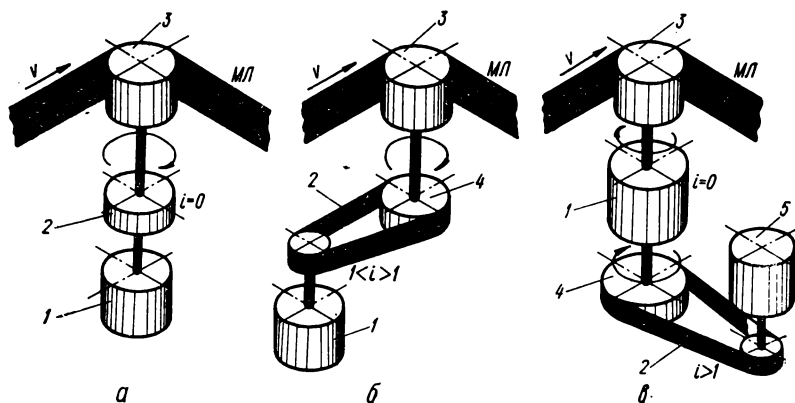


Рис. 113. Схемы ведущих узлов с прямым приводом (а), косвенным (б) и комбинированным (в).

из узла привода, обычно электродвигателя 1, узла ведущего вала 3 и элементов кинематической связи 2 между ними (эластичной или глухой муфты, зубчатого редуктора, паразитного обремененного ролика или гибкого ремня).

Ведущие узлы рабочих зон МТЛ различают по следующим признакам: способу передачи вращающего момента ведущему элементу; взаимному расположению ведущего элемента и опор его вращения; взаимному расположению приводного устройства и ведущего элемента.

По способу передачи вращающего момента ведущему элементу (валу, зубчатому барабану) узлы бывают с прямым и косвенным приводами. Если вал двигателя 1 или устройство продолжения вала 3, установленного соосно с ним через соединительное звено 2 без редуцирования ( $i = 0$ ), транспортирует магнитную ленту  $MЛ$ , то узел относится к ведущим узлам прямого (непосредственного) привода (рис. 113, а). Если вал двигателя 1 соединен с устройством транспортирования 3 через редуктор ( $i > 1$ ) или мультипликатор ( $i < 1$ ) 2 на маховик 4, то узел относится к ведущим узлам косвенного привода (рис. 113, б). Комбинированный привод — сочетание прямого активного привода 1 для обеспечения высоких скоростей транспортирования магнитной ленты  $MЛ$  и активного косвенного 5 при пассивном прямом для обеспечения низких скоростей транспортирования ленты (рис. 113, в). При работе двигателя 1 двигатель 5 через разьединительное звено 2 в виде обгонной, центробежной или электромагнитной муфты не вращается. Вал 3 двигателя 1 транспортирует ленту  $MЛ$ . При отсутствии разьединительных звеньев вал двигателя 5 вращается вхолостую с повышенной частотой вращения. В некоторых рабочих зонах МТЛ вал двигателя 5 имеет еще свой косвенный привод, т. е. сочетается прямой с двухступенчатым косвенным приводом.

Номинальная (расчетная) линейная скорость магнитной ленты, см/с, ведущего узла прямого привода при фрикционном способе транспортирования

$$v_{м.л} = [\pi (D_{в.вал} + \delta) (1 - s_k) n] / 60,$$

где  $D_{в.вал}$  — диаметр ведущего вала, см;  $n$  — частота вращения ведущего двигателя,  $\text{мин}^{-1}$  (об/мин);  $s_k = 0,005 \dots 0,03$  — коэффициент упругого скольжения в зоне контакта ведущего вала с магнитной лентой.

Номинальная скорость прямого привода магнитной ленты при зубчато-перфорационном способе транспортирования

$$v_{м.л} = \pi n (D_0 + \delta) / 60,$$

где  $D_0$  — диаметр опорного пояска зубчатого барабана, см. Номинальная скорость магнитной ленты при фрикционном способе транспортирования ведущим узлом косвенного привода

$$v_{м.л} = \{ \pi (D_{в.вал} + \delta) [1 - (s_k + s_1 + s_2)] n \} / 60 i_1 i_2,$$

где  $s_1, s_2$  — коэффициент упругого скольжения соответственно первой и второй ступеней фрикционного редуктора;  $i_1, i_2$  — передаточное число соответственно первого и второго редукторов.



При зубчато-перфорационном способе транспортирования магнитной ленты и косвенном приводе номинальная скорость

$$v_{м. л} = \pi n (D_0 + \delta) / (60i_1 i_2).$$

Расчетные значения частоты вращения ведущих валов без учета упругого скольжения в зоне контакта ленты с валом для стандартного ряда линейных скоростей транспортирования магнитной ленты приведены в табл. 16.

При конструировании ведущих узлов необходимо обеспечить:

- высокую стабильность скорости движения ленты;
- минимальные радиальные биения вращающихся масс (валов, маховиков, шкивов, натяжных роликов);
- минимальный дебаланс вращающихся масс;
- бесшумность в работе для бытовых и профессиональных звукозаписывающих магнитофонов;
- минимальные акустические шумы для специальной АМЗ и записи звука на перфорированной ленте в кино;
- простоту изготовления, сборки, регулировки;
- жесткость конструкции, особенно для специальной АМЗ;
- постоянство параметров при длительной эксплуатации;
- возможность унификации и применения в новых разработках.

Ведущие узлы прямого и косвенного привода, применяемые в рабочих зонах МТЛ АМЗ, выполняют по различным кинематическим схемам и могут иметь различные конструктивные исполнения. Наиболее простую кинематическую схему имеют ведущие узлы прямого привода прецизионных МТЛ (рис. 114, а), имеющие синхронный или асинхронный электродвигатель с внутренним ротором 3, вылет вала 7 которого транспортирует магнитную ленту *МЛ*. Вал вращается в опорах качения 6 и 1, установленных в корпусе 5, где также размещен статор 4. Для сглаживания неравномерностей вращения на нижнем вылете вала укреплен маховик 2. Иногда вместо маховика устанавливают алюминиевый диск для частичного демпфирования качаний ротора. Подобную кинематическую схему имеют ведущие узлы видеомагнитофонов «Электрон» и МТЛ многоканальных регистраторов на магнитной ленте. В бытовых магнитофонах с одномоторными МТЛ на валу ротора устанавливают дополнительный шкив 8 с проточками для ремня привода катушек с магнитной лентой (рис. 114 б). Шкив имеет вылет 7, транспортирующий магнитную ленту *МЛ*. При втулочном соединении шкива с валом ротора винтами увеличивается радиальное биение вала. Описанная схема была применена в магнитофонах «Днепр-9» и «Днепр-10». При использовании в описанных схемах синхронных двигателей, обладающих качанием ротора, наблюдается увеличение неравномерностей

Таблица 16

D в, вал. мм	Линейная скорость ленты, см/с									
	1,19	2,38	4,76	9,53	19,05	38,1	76,2	152,4	304,8	

Частота вращения ведущего вала, мин<sup>-1</sup> (об/мин)

5	45,455	90,910	181,820	364,019	727,657	1455,314	—	—	—	—
6*	37,879	75,758	151,516	303,350	606,381	1212,762	—	—	—	—
7	32,468	64,936	129,872	260,014	519,755	1039,510	—	—	—	—
8	28,409	56,818	113,636	227,512	454,786	909,572	1819,144	—	—	—
10*	22,727	45,454	90,908	182,010	363,828	727,656	1455,312	—	—	—
12	18,939	37,878	75,756	151,675	303,190	606,380	1212,760	2910,624	4851,040	—
14	16,234	32,468	64,936	130,007	259,877	519,754	1039,508	2079,016	4158,032	—
15*	15,152	30,304	60,608	121,340	242,552	485,104	970,208	1940,416	3880,832	—
18	12,626	25,252	50,504	101,117	202,127	404,254	808,508	1617,016	3234,032	—
20*	11,364	22,728	45,456	91,005	181,914	363,828	727,656	1455,312	2910,624	—
30	7,576	15,152	30,304	60,670	121,276	242,552	485,104	970,208	1940,416	—
40	5,682	11,364	22,728	45,502	90,957	181,914	363,828	727,656	1455,312	—
50*	4,545	9,090	18,180	36,402	72,766	145,532	291,064	582,128	1164,256	—
60	3,788	7,576	15,152	30,335	60,638	121,276	242,552	485,104	970,208	—
70	3,247	6,494	12,988	26,001	51,976	103,952	207,904	415,808	831,616	—
80	2,841	5,682	11,364	22,751	45,479	90,958	181,916	363,832	727,664	—
90	2,525	5,050	10,100	20,223	40,425	80,850	161,700	323,400	646,800	—
100*	2,273	4,546	9,092	18,201	36,383	72,766	145,532	291,064	582,128	—

\* Наиболее употребительные.

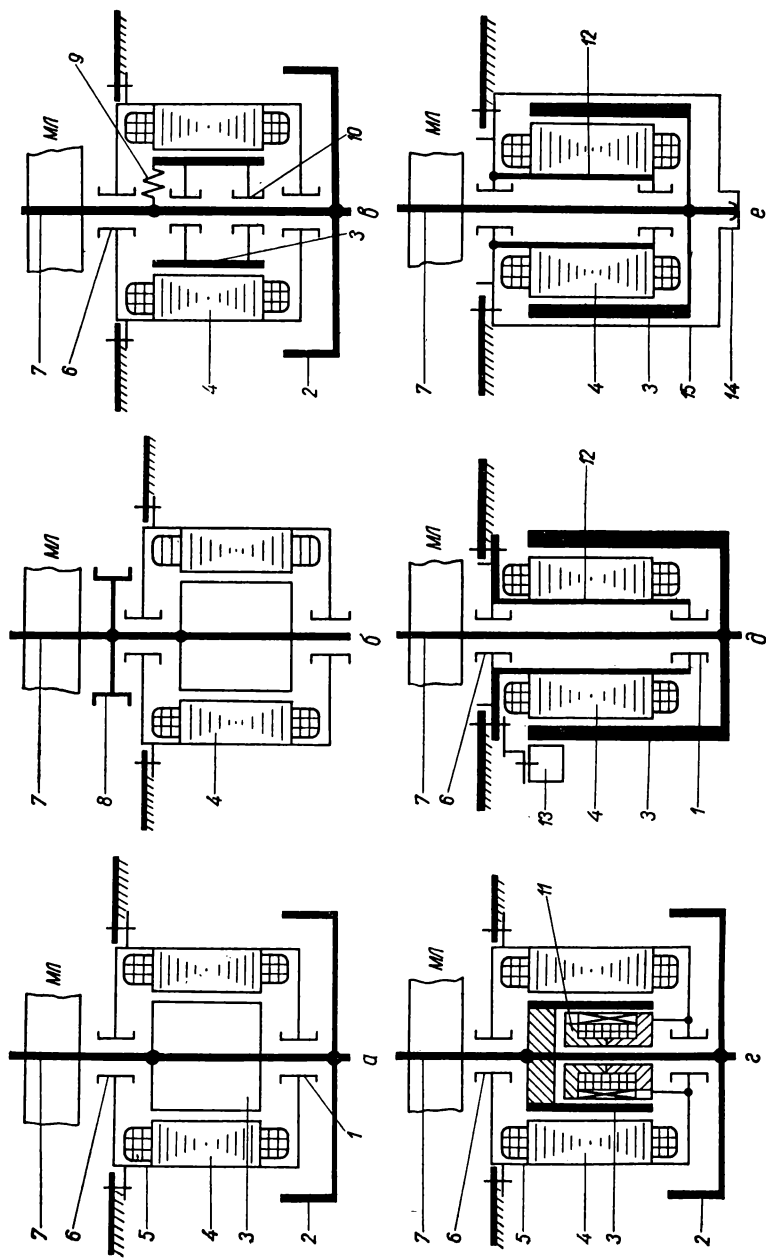


Рис. 114. Кинематические схемы ведущих узлов прямого привода с электродвигателями переменного тока.

мгновенной скорости вращения ведущего вала. Для устранения этого была предложена схема (рис. 114, в), где сердечник 3 ротора размещен на своем валу 7 на шарикоподшипниках 10 и соединен с валом через упругое звено 9 (пружина, резиновая шайба, демпфер). На валу установлен маховик 2. Развязка вала от сердечника ротора выполнена внутри двигателя, размеры которого остались прежними. При экспериментальной проверке этой кинематической схемы колебания мгновенной скорости транспортирования ленты были уменьшены на 20 . . . 30% [60].

Кинематическая схема ведущего узла МТЛ многоканального портативного АМЗ FR-1300 фирмы АМРЕХ [96] показана на рис. 114,з. Полый сердечник 3 ротора выполнен из магнитно-мягкого материала (например, сталь Э), покрыт с двух сторон слоем меди и точно обработан. Внутри полости укреплен неподвижно электромагнитный индуктор 11. При питании обмотки индуктора постоянным током осуществляется торможение сердечника ротора. Изменяя напряжение питания индуктора, можно в широких пределах изменять момент торможения ротора и, следовательно, частоту вращения ведущего вала 7. Напряжение питания статора на всех скоростях движения ленты неизменно. На валу ротора установлен индукционный таходатчик в виде зубчатого колеса из 196 зубьев и магнитной головки воспроизведения следящей системы. В этой схеме ведущего узла допускается перепад между самой низкой и самой высокой скоростями вращения ротора 1 : 32, что обеспечивает скорости транспортирования ленты *МЛ* от 4,76 до 152,4 см/с. В ведущих узлах некоторых бытовых магнитофонов применяют двигатели с наружным ротором (рис. 114, д). Вал 7 наружного чащеобразного ротора 3 ведущего узла вращается в опорах качения 1 и скольжения 6, размещенных в цилиндрическом корпусе 12. Снаружи на корпусе установлен статор 4, пазы которого открыты в сторону ротора 3. Вылет вала ротора 7 транспортирует магнитную ленту *МЛ*. Ориентация оси вращения вала 7 в пространстве произвольная. На наружной поверхности чаши ротора выполнено 98 продольных прямоугольного сечения пазов. Напротив пазов установлена магнитная головка 13. Пазы ротора и головка выполняют функции датчика скорости. Эта кинематическая схема применена в ведущем узле магнитофона высшего класса «Revox A-77», а конструктивное исполнение по ней показано на рис. 115. Верхней опорой вращения вала 7 служит подшипник скольжения 6, а нижней — прецизионный шарикоподшипник 1, при этом повышается равномерность вращения, уменьшаются микровибрации вала и обеспечивается нормальная работоспособность узла в горизонтальном положении. С двух сторон подшипника установлены пропитанные смазкой фетровые кольца 16 с металлическими защитными крышками. Ведущий вал 7 выполнен

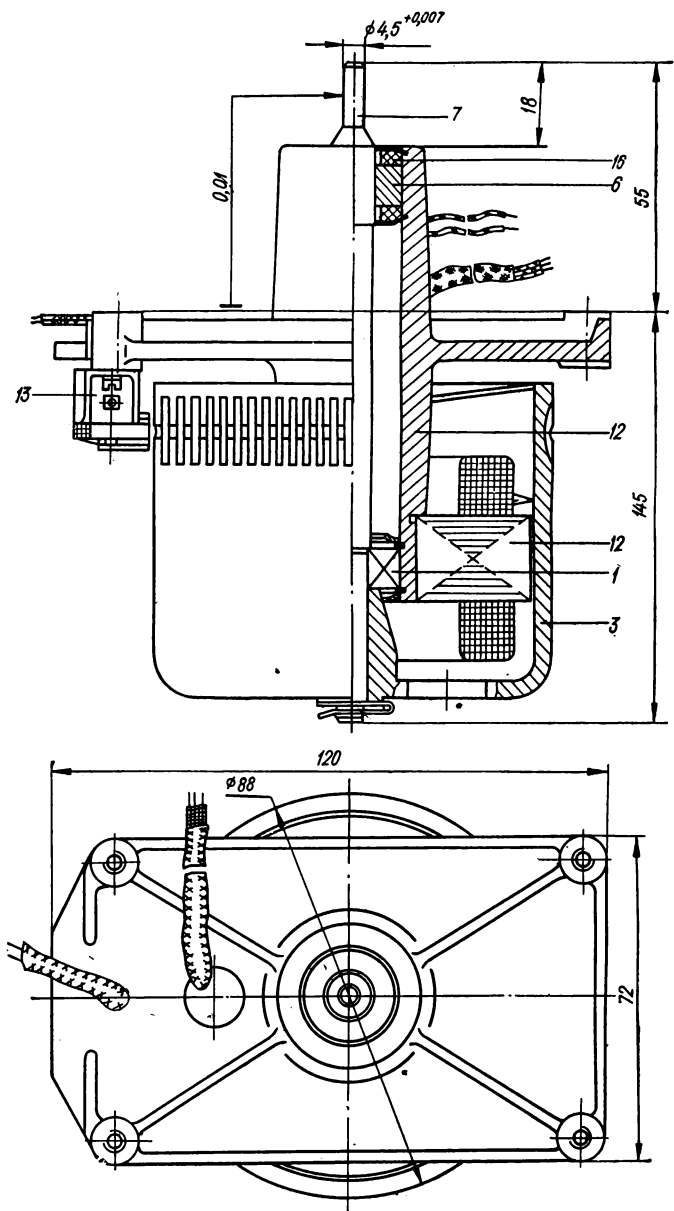


Рис. 115. Конструкция ведущего узла прямого привода бытового магнитофона «Revox A-77».

ступенчатым, часть его большего диаметра несет нагрузки от массы наружного ротора 3, а меньшего ( $4,5^{+0,007}$  мм) в виде небольшого вылета длиной 18 мм транспортирует магнитную ленту. Радиальное биение рабочей поверхности вылета вала при вращении в опоре 6 не превышает 0,5 мкм. Корпус 12 имеет литой прямоугольный фланец с четырьмя точно обработанными приливами и резьбовыми отверстиями М4 для крепления на несущей плите рабочей зоны.

Кинематическую схему, подобную описанной (рис. 114, е), имеет ведущий узел бытового магнитофона «Мелодия МГ-56» (22), где вместо подшипника качения нижней опоры 1 установлен подшипник скольжения и дополнительный подпятник 14 в П-образном кронштейне 15.

В настоящее время применяют ведущие узлы прямого привода на базе плоских электродвигателей с печатным или плосконамотанным (иногда гладким) якорем, которые при следящей системе могут обеспечить перепад между самой низкой и самой высокой скоростями 1 : 100 и даже выше. При этом они хорошо работают при малых частотах вращения якоря (от  $15 \text{ мин}^{-1}$ ). Обычно двигатели с печатным якорем встраивают в конструкцию ведущего узла. Ведущий узел прямого привода МТЛ полупрофессионального видеоманитофона ВК-200 фирмы Grundig [121] показан на рис. 116, а. Ведущий вал 3 диаметром 10 мм вращается в прецизионных шарикоподшипниках 4 и 6. В корпусе 5 между подшипниками выполнен вырез, составляющий в диаметральной плоскости  $180^\circ$ , а по высоте так, что свободно размещаются две ветви замкнутой винтовой петли ленты МЛ1 и МЛ2. К нижней торцевой части корпуса 5 крепят магнитопровод 2 двигателя. Внутри магнитопровода размещены постоянные магниты 8 индуктора, а на валу 3 — плоский печатный якорь 7. По окружности небольшого диаметра торцевой части в якорь упираются подпружиненные щетки 10. На нижнем вылете вала укреплен индукционный таходатчик 9 с головкой воспроизведения 1. Узел транспортирует магнитную ленту шириной 25,4 мм со скоростью 19,05 см/с при значении  $K_c \leq 0,1\%$ . По подобной кинематической схеме построен ведущий узел МТЛ аппаратуры магнитной записи фирмы Schlumberger (модели ME 4023, ME 1097, ML 1600). Однако высота корпуса 5 уменьшена так, что появилась возможность работы с одной лентой МЛ1, при этом подшипник опускается вниз до уровня 4'. Кроме того, корпус имеет больший вырез в диаметральной плоскости (около  $330^\circ$ ) для обеспечения контакта вала 3 с двумя ветвями плоской петли магнитной ленты. Ведущий узел транспортирует магнитную ленту со скоростью от 4,76 до 152,4 см/с.

Конструкция ведущего узла прямого привода, выполненного по кинематической схеме рис. 116, а, показана на рис. 117. Ведущий узел МТЛ аппаратуры широкополосной магнитной записи FR-1600

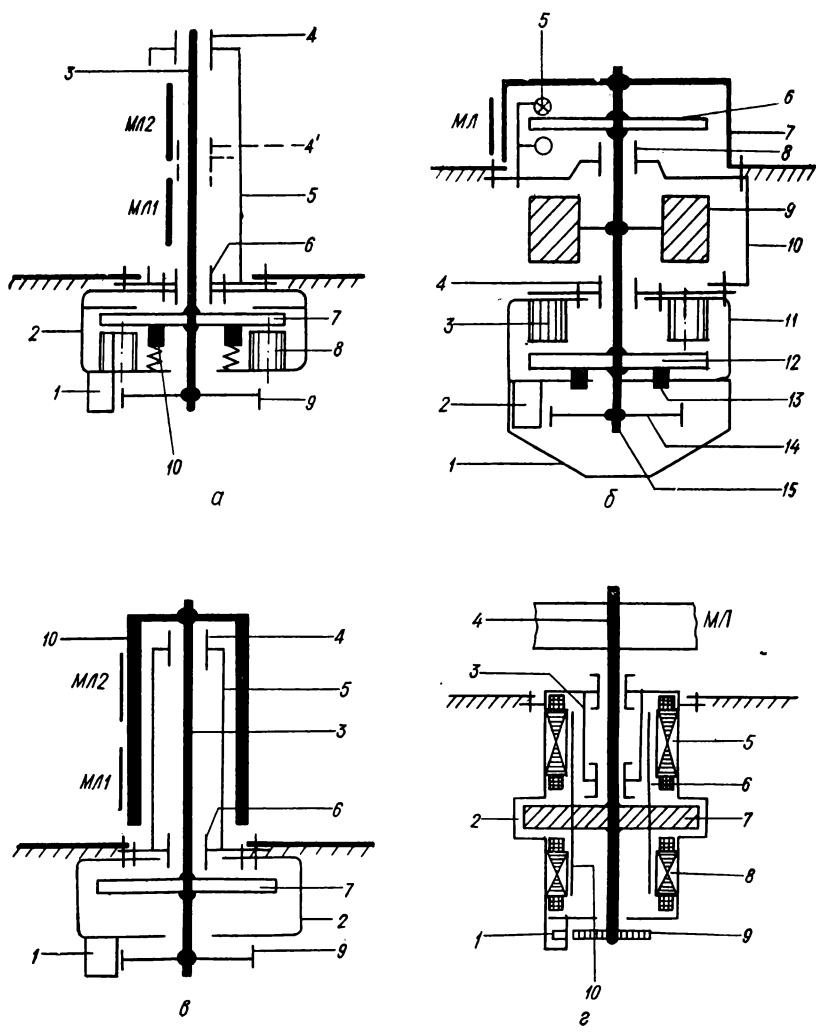


Рис. 116. Кинематические схемы ведущих узлов прямого привода с большим перепадом скоростей вращения вала.

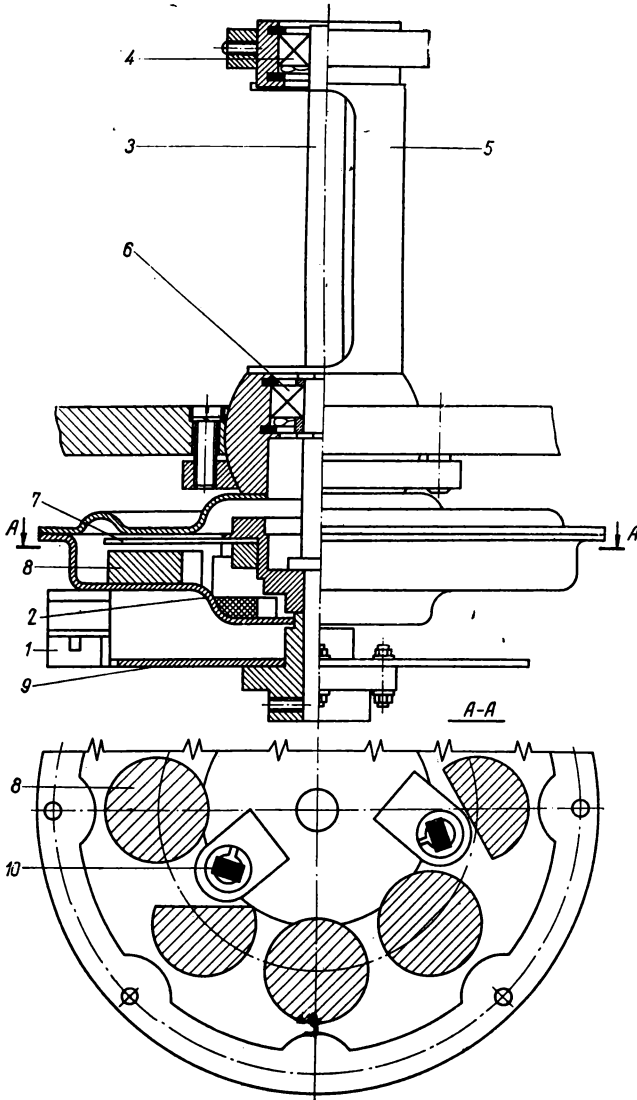


Рис. 117. Конструкция ведущего узла прямого привода видеоманитофона ВК-200.



фирмы AMPEX состоит из полого ведущего вала (насадка) 7 большого диаметра (около 117 мм), жестко закрепленного на валу 15 (рис. 116, б). Вал 15 вращается в сверхпрецизионных шарикоподшипниках 8 и 4, установленных в сборном П-образном несущем кронштейне 10. Внутри полого вала 7 размещены стеклянный диск 6 с радиальными рисками, равномерно расположенными по окружности (3600 рисок). С одной стороны диска установлена лампочка подсветки 5, с другой — фотодиод — дифракционной решеткой, образующие оптический таходатчик следящей системы скорости вращения вала 7. Диск жестко укреплен на валу 15, на котором между опорами 8 и 4 установлен маховик 9 массой около 5 кг. С нижней стороны кронштейна 10 аналогично схеме рис. 116, а установлены магнитопровод 11, магниты индуктора 3, печатный якорь 12 со щетками 13, датчик направления вращения 2 и 14, закрытые крышкой-экраном 1. Отличие этой схемы от предыдущей заключается в установке маховика, который частично сглаживает неравномерность вращения вала. Конструкция ведущего узла прямого привода, выполненного по этой кинематической схеме, показана на рис. 118 (обозначения позиций соответствуют обозначениям кинематической схемы рис. 116, б).

Кинематическая схема ведущего узла (рис. 116, в) полупрофессиональных видеоманитофонов VR-7300 и VR-7800 фирмы AMPEX отличается от схемы рис. 116, а, в основном, тем, что обрешиненный вал 10 большого диаметра (свыше 30 мм) укреплен над валом 3. Цилиндрический корпус 5 с верхней опорой вращения 4 размещается в полости вала 10, который также транспортирует две ветви магнитной ленты *МЛ1* и *МЛ2* и приводится во вращение двигателем с печатным якорем 7. В этой схеме маховик отсутствует. В кинематической схеме ведущего узла прямого привода (см. рис. 116, г) с большим перепадом низких и высоких скоростей вращения [71] два статора (рабочего 5 и тормозного 8 моментов) размещены в общем корпусе 2 соосно. Каждый статор состоит из тонкостенных чашеобразных роторов 6 и 10, выполненных в виде одного цилиндра с торцевой стенкой посередине. Торцевая стенка укреплена на ведущем валу 4 и в этом месте на роторе установлен маховик 7. Чаша ротора 6 обхватывает с зазором цилиндрический корпус 3 с опорами вращения ведущего вала 4. На нижнем вылете вала установлен диск 9 и против него головка воспроизведения 1, образующие индукционный таходатчик скорости вращения вала 4. На рабочий статор 5 подается неизменное по величине напряжение питания, а на статор 8 тормозного момента — регулируемое, создающее вращающееся поле направления, противоположного рабочему. Чем больше тормозной момент, тем меньше скорость вращения ведущего вала 4 и скорость транспортирования магнитной ленты *МЛ*. По сравнению

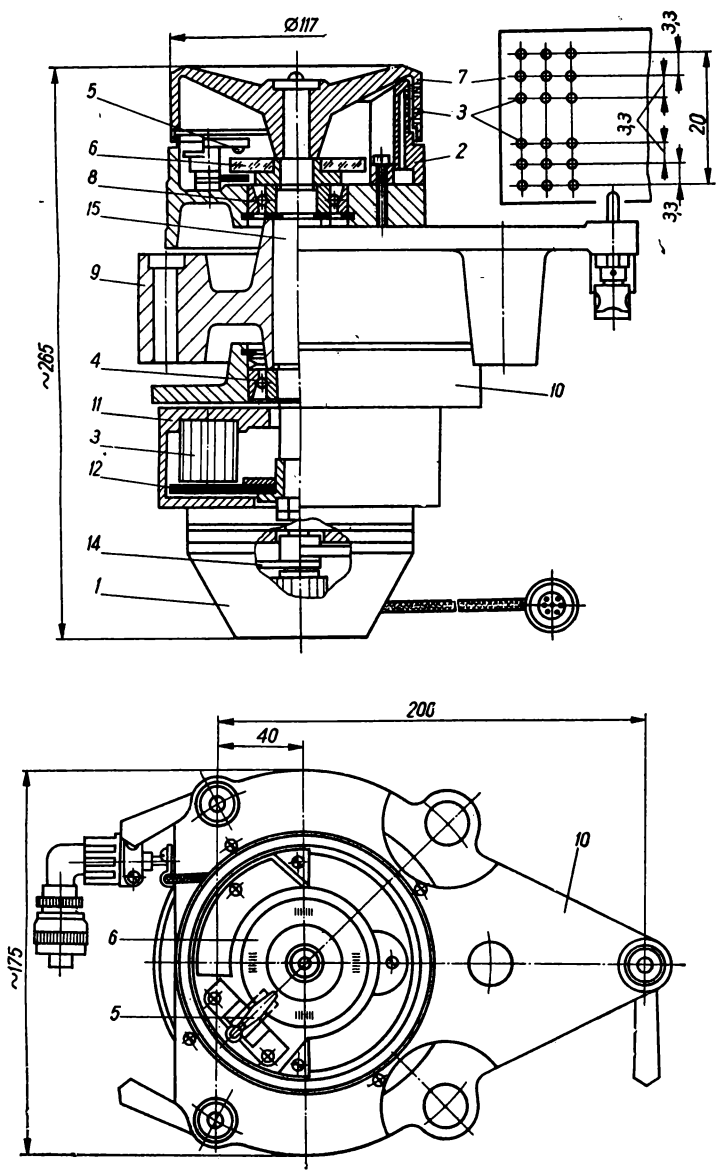
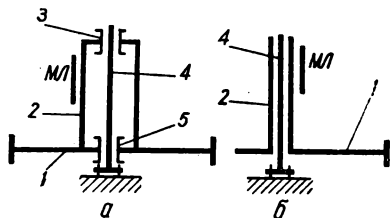


Рис. 118. Конструкция ведущего узла прямого привода аппарата FR-1600.

с кинематической схемой ведущего узла, где применен электромагнитный тормоз (см. рис. 116, а), в описанной можно получить более

низкие (вплоть до нулевых) частоты вращения ведущего вала 4 вследствие применения для торможения вращающегося поля.



### 3. ВЕДУЩИЕ УЗЛЫ КОСВЕННОГО ПРИВОДА

Ведущий узел косвенного привода в общем виде имеет параллельное или перпендикулярное (скрещивающееся) расположение узлов ведущих двигателя и вала, которые косвенно соединены с помощью паразитных обрезиненных роликов, ремней или зубчатых пар. Узел ведущего вала состоит из ведущего вала, вращающегося в опорах скольжения или качения, несущего элемента (втулка, кронштейн, стержень) и ведомого элемента вращения (маховик, шкив, зубчатое колесо). Для удобства рассмотрения в зависимости от вида несущего элемента и расположения опор вращения, размещения зоны контакта ведущего вала с лентой исполнение узлов ведущего вала обозначим I, II, III, IV, V, VI и VII.

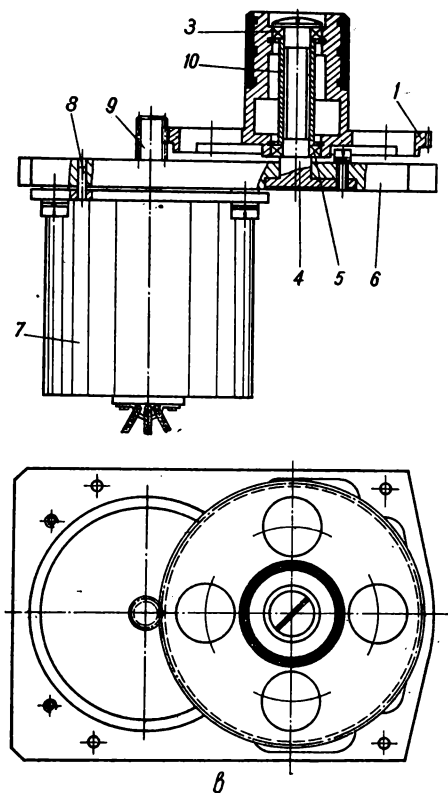


Рис. 119. Схемы и конструкция узла ведущего вала исполнения I с приводным двигателем.

**Узлы ведущего вала исполнения I** (рис. 119) состоят из несущего элемента 4, выполненного в виде стержня (оси с фланцем), на котором вращается на опорах 3 и 5 ведущий вал 2. С валом жестко

соединен ведомый элемент 1, который может быть выполнен с валом как одно целое. Ведущий вал 2 может быть выполнен из того же металла, что и опоры вращения (рис. 119, б), например бронзы, или иметь отдельные опоры 3 и 5 (рис. 119, а). Ведомый элемент 1 может соединяться с маховиком через эластичную связь (пружины, упругая муфта и др.), что уменьшает неравномерности вращения ведущего вала. К достоинствам схемы исполнения I относятся минимальная высота (несущий элемент размещен внутри вала), доступность вала и ведомого элемента со всех сторон для кинематической связи с ведущим двигателем и контакта с магнитной лентой *МЛ*. Недостаток схемы этого исполнения — увеличенный диаметр ведущего вала ввиду размещения внутри него несущего стержня.

Одна из конструкций ведущего узла исполнения I (рис. 119, в) содержит несущую пластину 6, к которой винтами крепят электродвигатель 7 и после установки бокового зазора в зубчатой паре фиксируют двумя штифтами 8. Выходной вал двигателя выполнен цельным в виде трибки 9, с которой имеет зацепление зубчатое колесо 1. Колесо выполнено заодно с ведущим обрешиненным валом, который вращается на прецизионных шарикоподшипниках 3 и 5. Между подшипниками для выборки осевого люфта установлены распорная втулка 10 по внутреннему диаметру и пружинные кольца — по наружному. На пластине 6 крепится несущая ось 4 с фланцем и выполнены четыре крепежных отверстия. Фрикционное транспортирование магнитной ленты осуществляется за счет большого угла обхвата обрешиненного вала лентой. Недостаток схемы — значительная нестабильность мгновенной скорости вследствие применения зубчатой передачи (около 1,5% для одной пары).

**Узлы ведущего вала исполнения II** наиболее распространены в рабочих зонах МТЛ аппаратуры магнитной записи. Узел ведущего вала исполнения II (рис. 120, а) состоит из неподвижной несущей втулки 2, внутри которой расположены опоры вращения 4. В опорах вращается ведущий вал 3, верхний вылет которого транспортирует магнитную ленту *МЛ*, а на нижнем вылете размещается ведомый элемент 1. Для двойных МТЛ нижний вылет вала удлинен и служит для транспортирования магнитной ленты второго комплекта рабочей зоны. При использовании этого исполнения в бытовых магнитофонах, где применяют обычно подшипники скольжения 4, под нижний вылет вала устанавливают подпятник, который размещается на кронштейне (обозначен штриховой линией) или других несущих элементах рабочей зоны. В некоторых конструкциях для предупреждения прогиба ведущего вала 3 небольшого диаметра (3—4 мм) под действием массы маховика 1 (рис. 120, б) последний

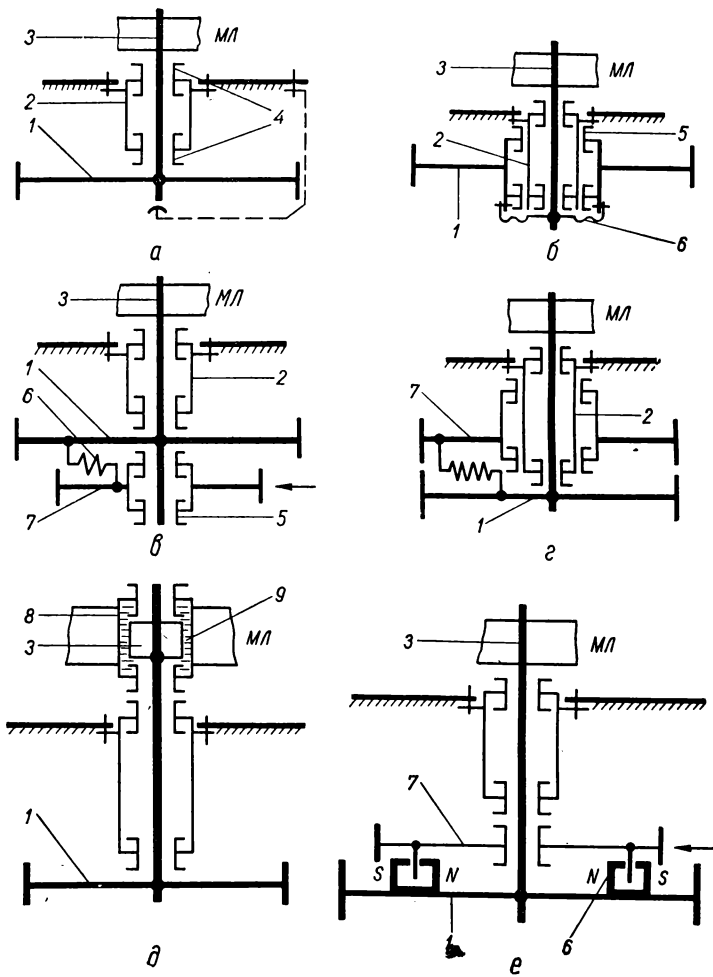


Рис. 120. Структурные схемы узлов ведущего вала исполнения II.

устанавливают на своих опорах 5 концентрически на втулке 2\*. При этом вал 3 с маховиком соединяют посредством гофрированной по торцу чашеобразной тонкостенной мембраны 6 с небольшими несоосностями вращающихся элементов, но без люфтов.

В прецизионном МТЛ фирмы ЕМ1 [116] механическая развязка маховика 1 от приводного шкива 7 осуществляется через пружинное звено 6 (рис. 120, в). Шкив установлен на своих опорах 5 на нижнем вылете ведущего вала 3 и неравномерности вращения шкива не передаются маховику 1. Для уменьшения высоты узла ведущего вала (рис. 120, г) приводной шкив 7 может быть установлен концентрически на несущую втулку 2 аналогично схеме рис. 120, б. В рабочих зонах старт-стопных МТЛ вычислительной техники применяют схему узла ведущего вала (рис. 120, д) с валом 8 большого диаметра, который соединяют с приводным валом 3 через тонкий слой высоковязкой кремнийорганической жидкости 9. При такой связи сглаживаются колебания скорости транспортирования магнитной ленты *МЛ*, уменьшаются время переходных процессов и достижения установившейся номинальной скорости ее движения [18]. Для сглаживания колебаний скорости ведущего вала 3 (рис. 120, е) можно применять передачу вращающего момента маховику 1 от приводного шкива 7 через магнитную связь 6 (магнитная индукционная или синхронная муфты) [33].

Типовые конструкции узлов ведущего вала исполнения II изображены на рис. 121. Конструкция узла ведущего вала, показанная на рис. 121, а, применена в МТЛ бытового видеомагнитофона LDL-1000 фирмы Philips. Как в большинстве узлов, выполненных на подшипниках скольжения 3 и 5, гладкий вал 1 здесь запрессован в маховик 6. Нижний конец вала сферический и опирается на полиамидный подпятник 7 в несущей плите МТЛ 8. Втулка 2 имеет разнесенный фланец с приливами, где размещены жесткие пружины сжатия и винты, позволяющие точно выставить ведущий вал 1 на субпанели 4 относительно направления движения магнитной ленты в рабочей зоне МТЛ. Подобную конструкцию имеют узлы ведущего вала магнитофонов «Юпитер-стерео», «Супер М20» [86].

Конструкция узла ведущего вала, показанная на рис. 121, б, применена в МТЛ переносных видеомагнитофонах AV-3400 фирмы Sony [159] и VT-700 фирмы АКАI [89]. Конструкция выполнена на сверхпрецизионных шарикоподшипниках 3 и 8, обеспечивающих радиальное биение ведущего вала 1 менее 1 мкм. На гладком валу выполнены проточки под установочное кольцо 2, между опорами 3 и 8 и под установочный винт крепления маховика 9. Во втулке 6 сделаны две проточки для установки плоскошлифованных колец 4

---

\* Предложил инж. Б. И. Лихобабин.

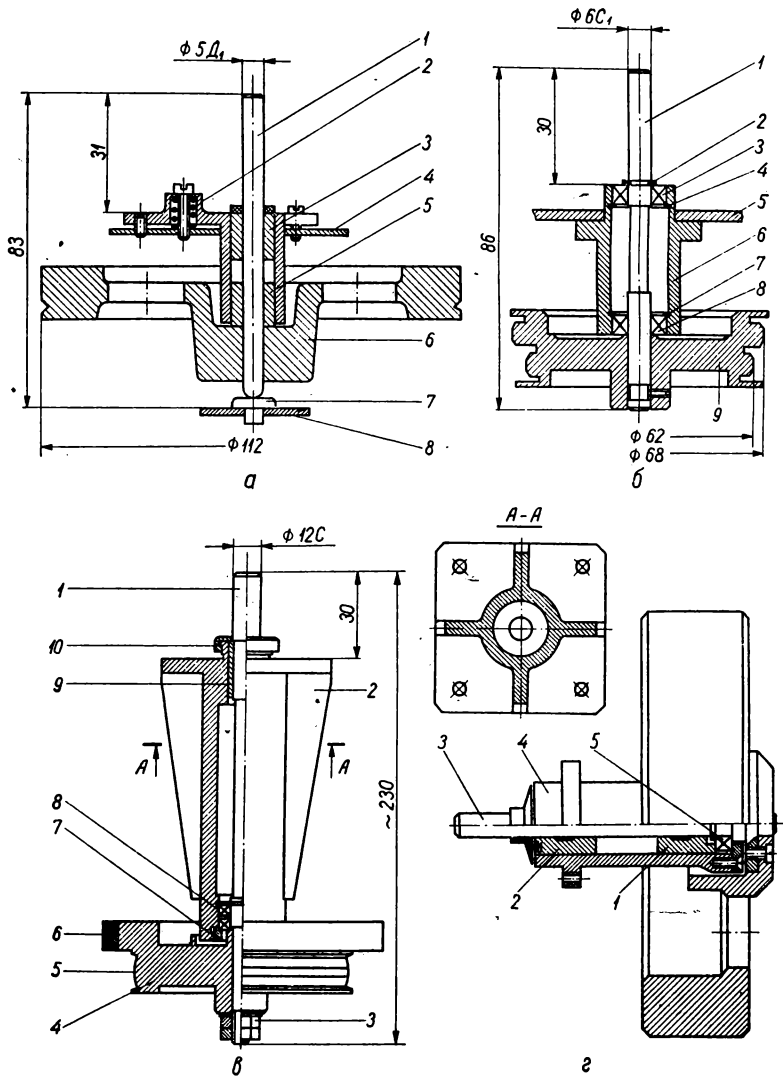


Рис. 121. Типовые конструкции узлов ведущего вала исполнения II.

и 7. При сборке узла осевой люфт в подшипниковом пакете выбирается до 0,008 мм.

Конструкция узла ведущего вала, изображенная на рис. 121, *в*, применена в МТЛ магнитного регистратора R-1761 фирмы ТЕАС [162]. В ней использованы комбинированные опоры вращения ведущего вала 1: верхняя — подшипник скольжения 9, нижняя — спаренные шарикоподшипники 8. Осевой люфт между шарикоподшипниками выбран с помощью гайки 7 по наружным кольцам, установленной в несущей втулке 2 на точной резьбе. Ведущий вал выполнен ступенчатым, на нижнем вылете его укреплен гайками 3 маховик 4. Маховик имеет металлическую бочкообразную поверхность 5 для ременной передачи, обеспечивающей высокие скорости движения ленты, и обрешиненную поверхность 6 для фрикционной передачи, обеспечивающей низкие скорости ленты. Верхняя опора 9 имеет скользящую посадку во втулке 2 и фиксируется в ней цангой, сжимаемой гайкой 10, поэтому износившийся подшипник 9 можно быстро и легко заменить. Узел работает с магнитной лентой шириной 12,7 мм и имеет произвольную ориентацию оси вращения в пространстве. Радиальное биение ведущего вала не превышает 2 мкм. Конструкция узла ведущего вала, показанная на рис. 121, *г*, на комбинированных опорах отличается от предыдущей только установкой вместо нижнего подшипника качения подшипника скольжения 1. Точное радиальное положение вала 3 обеспечивается при этом подшипниками скольжения 2 и 1. Подшипник 5 установлен во втулке 4 со значительным радиальным зазором и обеспечивает только осевой упор вращающемуся валу 3, предложенному автором в 1962 г.

Прецизионное устройство транспортирования магнитной ленты (рис. 122) состоит из ведущего вала 11, в верхней части которого выполнены две радиусные канавки. В нижней канавке в сепараторе размещены равномерно по окружности три шарика 9. Между нижней канавкой и внутренним кольцом подшипника 7 установлено опорное кольцо 21 с полурадусной канавкой, поджимаемое через подшипниковый пакет хомутом 2. Подшипниковый пакет состоит из двух прецизионных радиально-упорных шарикоподшипников 7, люфтовывирающих прокладок между их наружными обоймами, распорной втулки 6, радиального шарикоподшипника 4, кольца 1 и пружинных тарельчатых шайб между наружной и внутренней его обоймами. Пакет установлен в несущий корпус 5 и закреплен с обоих торцов крышками 3 и 8 с лабиринтными уплотнениями. В верхнюю канавку вала 11 входят три стопорных шарика 10, размещенных в отверстиях крышки 24 и удерживаемых там плоским разрезным пружинным кольцом. На одном конце рычага 13 установлен прижимной обрешиненный ролик 12, а на другом — ось 14, проходящая через подшипники. Последние размещены в приливах 19



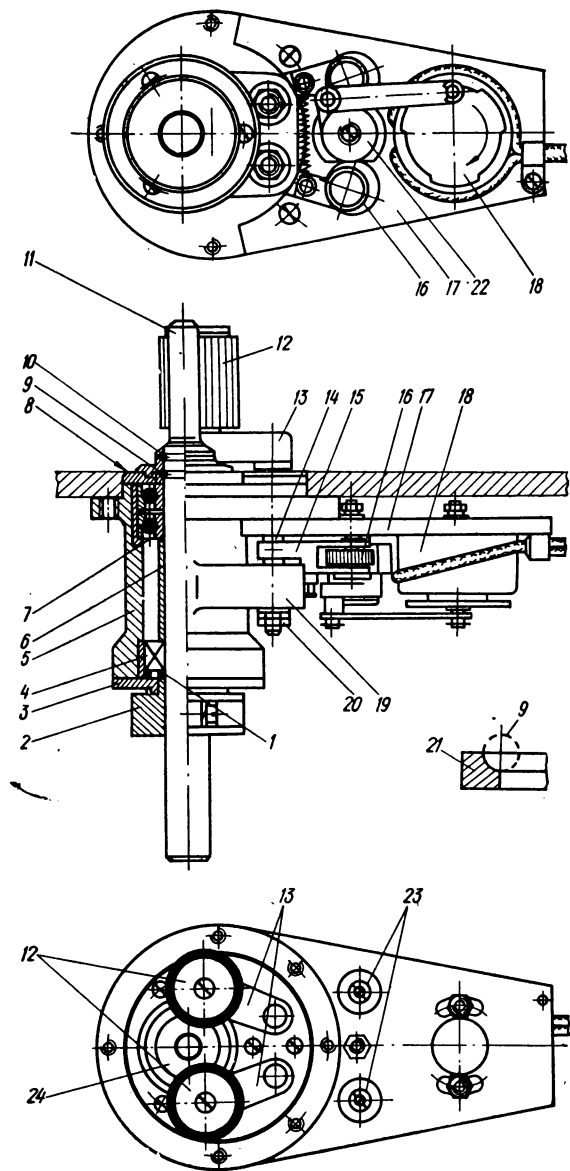


Рис. 122. Конструкция прецизионного узла ведущего вала исполнения II.

несущего корпуса. Рычаги 15 через две распорные втулки жестко фиксируются гайками 20 на осях 14. К фланцу корпуса 5 прикреплена пластина 17, на которой установлены узел кулачка 22, электромагнит 18 и их соединяющая тяга. На рычагах 15 установлены эксцентричные втулки 16, которые при повороте изменяют прижимные усилия роликов 12 к валу 11. Положение эксцентричных втулок фиксируется гайками 23. В верхней опоре из сдвоенных радиально-упорных шарикоподшипников типа 4.6102E, жестко защемленных между корпусом 5 и крышкой 8, образуется безлюфтовое устройство для широкого диапазона температур. Изменение линейных размеров подшипникового пакета компенсируется перемещением радиального шарикоподшипника 8 типа 4.1000902 и пружинных шайб под ним. Ведущий вал выполнен без опорного бурта ступенчатым. Корпус изготовлен из алюминиевого сплава В95 с запрессованными стальными втулками для гнезд подшипников. Хомут обеспечивает оптимальный предварительный осевой натяг  $150 \pm 10$  Н в радиально-упорных шарикоподшипниках. В радиальном шарикоподшипнике тарельчатая пружинная шайба создает предварительный осевой натяг  $40 \pm 10$  Н. Посадки в сопряжении вал — шарикоподшипник выбраны с зазором 1 . . . 4 мкм, а корпус — шарикоподшипник — 2 . . . 8 мкм. При экспериментальных исследованиях конструкция узла ведущего вала стабильно сохраняет минимальные радиальные биения ведущего вала (менее 2 мкм) в нормальных и жестких климатических (от  $-60$  до  $+80^\circ\text{C}$ ) условиях, а также при воздействии вибрационных и ударных нагрузок до 35 g [41].

Недостатками описанных конструкций ведущих валов являются ступенчатость ведущего вала, наличие на нем различных проточек и резбовых вылетов для крепления маховиков, что приводит к торцевым перекосам подшипников опор, деформациям ведущих валов вследствие концентрации напряжений в проточках и резбах. Все это вызывает увеличение биения и нестабильность параметров ведущих валов особенно в жестких условиях эксплуатации. Рассмотренные недостатки устранены в конструкции сверхпрецизионного узла ведущего вала (рис. 123)\*. Гладкий ведущий вал 1 выполнен с упорным буртом верхней опоры 4 в виде втулки 2 с лабиринтным уплотнением. Втулка 2 с натягом 4—6 мкм по отношению к ведущему валу после нагрева на  $180\text{—}200^\circ\text{C}$  надевается с зазором на холодный вал (комнатная температура), а после остывания прочно удерживается на нем. Установка втулки на вал в нагретом состоянии с зазором исключает деформации и царапины на рабочем вылете вала. В узле применены уже рассмотренные ранее сдвоенная из

---

\* Предложена автором совместно с инженерами А. А. Спильником и А. А. Хаценко.

радиально-упорных подшипников верхняя опора 4 и радиальная нижняя 7 с тарельчатыми пружинными шайбами под наружное и внутреннее кольца последней. Подшипниковый пакет установлен в несущий корпус 6, закрытый с двух сторон крышками 3 и 8 с лабиринтным уплотнением. Между опорами установлена распорная

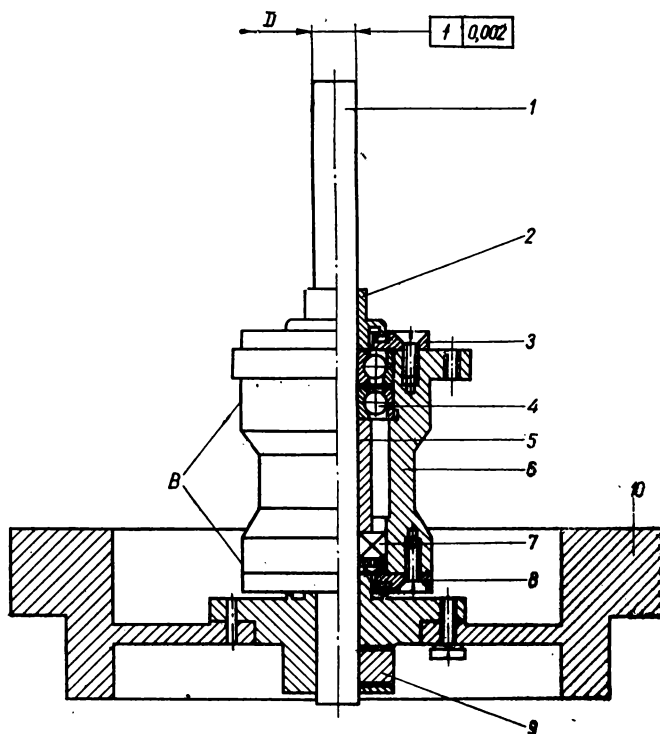


Рис. 123. Конструкция сверхпрецизионного узла ведущего вала исполнения II.

втулка 5 с высокой параллельностью торцов (не хуже 0,003 мм). Отверстия в корпусе под опоры выполнены алмазной расточкой с одной установки на станке со стороны большего отверстия верхней опоры. Наружные опорные пояски B на корпусе из нержавеющей стали 4X13 являются базовыми для чистовой расточки корпуса. Непараллельность торцов корпуса, к которым прижаты винтами крышки 3 и 8, не превышает 0,003 мм. Маховик 10 крепят с помощью хомута 9. Для опор вращения ведущего вала применены специальные шарикоподшипники, для которых ра-

диальное биение не превышает 1,5 мкм. На базе описанной конструкции можно построить унифицированный ряд сверхпрецизионных узлов ведущего вала для аппаратуры точной магнитной записи.

Реверсивный узел ведущего вала исполнения II (рис. 124) состоит из ступенчатого вала 12, вращающегося в шарикоподшипниках 11 и 5, стянутых по внутренним кольцам хомутом 4, а по наружным — крышками 13. Внутри несущего корпуса 10 установлены две катушки с обмотками 9 и 7. Внутри катушек на валу 12 установлен перемещающийся плунжер 8 в виде гильзы, соединенной посредством штока 6 и двух штифтов с двухсторонним фрикционным диском 1. Шток размещен в центральном отверстии вала, а штифты перемещаются в продольных пазах его, что обеспечивает жесткую связь плунжера 8 и фрикционного диска 1. По обе стороны фрикционного диска на своих шарикоподшипниках установлены шкивы 3 и 2 с бочкообразной поверхностью и вынесенной инерционной массой. Шкивы вращаются на нижнем вылете вала в разных направлениях (обозначено стрелками). При подаче напряжения питания на верхнюю обмотку 9 плунжер 8, втягиваясь во внутрь ее, перемещается вверх по валу 12 и фрикционный диск 1 прочно сцепляется со шкивом 3. Ведущий вал, обладая небольшой массой, при этом начинает немедленно вращаться в ту же сторону, что и шкив 3. При переключении питания на нижнюю обмотку 7 плунжер 8 перемещается по валу вниз и фрикционный диск 1 включается с нижним шкивом 2. Вал 12 изменяет направление вращения на обратное. Для уменьшения времени реверсирования вращения верхняя часть вала выполнена пустотелой и прикрыта сверху алюминиевой крышкой. Подобные конструкции ведущих узлов применяют в старт-стопных МТЛ вычислительных машин.

Ведущие узлы komponуют по кинематическим схемам, отличающимся расположением ведущего двигателя по отношению к узлу ведущего вала исполнения II и несущей плите. Ведущий узел (рис. 125) состоит из литого несущего кронштейна 8 с верхним 11 и нижним 5 фланцами и двумя по краям ребрами жесткости 16. Верхний фланец точно спланирован относительно ведущего вала 15 и содержит четыре отверстия по углам, предназначенные для крепления на несущей плите рабочей зоны МТЛ. На нижнем фланце корпусом вверх размещен ведущий двигатель 17, на валу которого укреплен винтами бочкообразный шкив 1. В утолщении фланцев размещены сверхпрецизионные шарикоподшипники 12 и 6, последний из которых подпружинен по наружному кольцу волнистой шайбой посредством крышки 2. Верхний шарикоподшипник 12 поджат по наружному кольцу крышкой 13 четырьмя винтами 20. В крышке выполнен радиальный паз 18, через который крышка 14 двумя винтами 19 фиксирует внутреннее кольцо шарикоподшипника 12. На нижнем

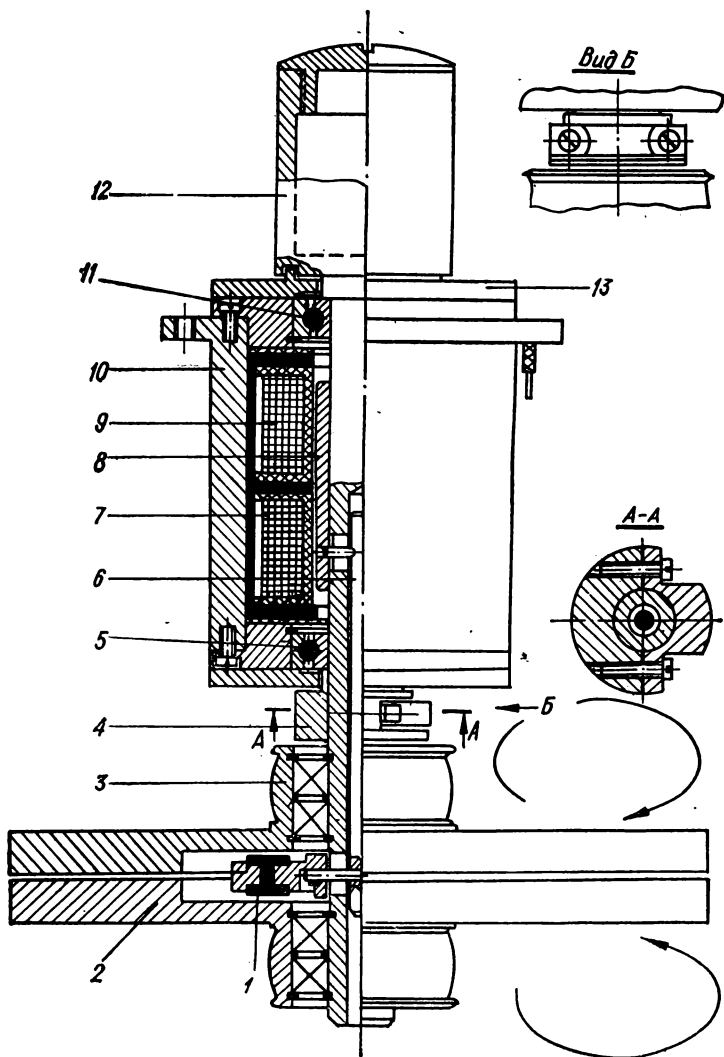


Рис. 124. Реверсивный узел ведущего вала исполнения II старт-стопного МТЛ.

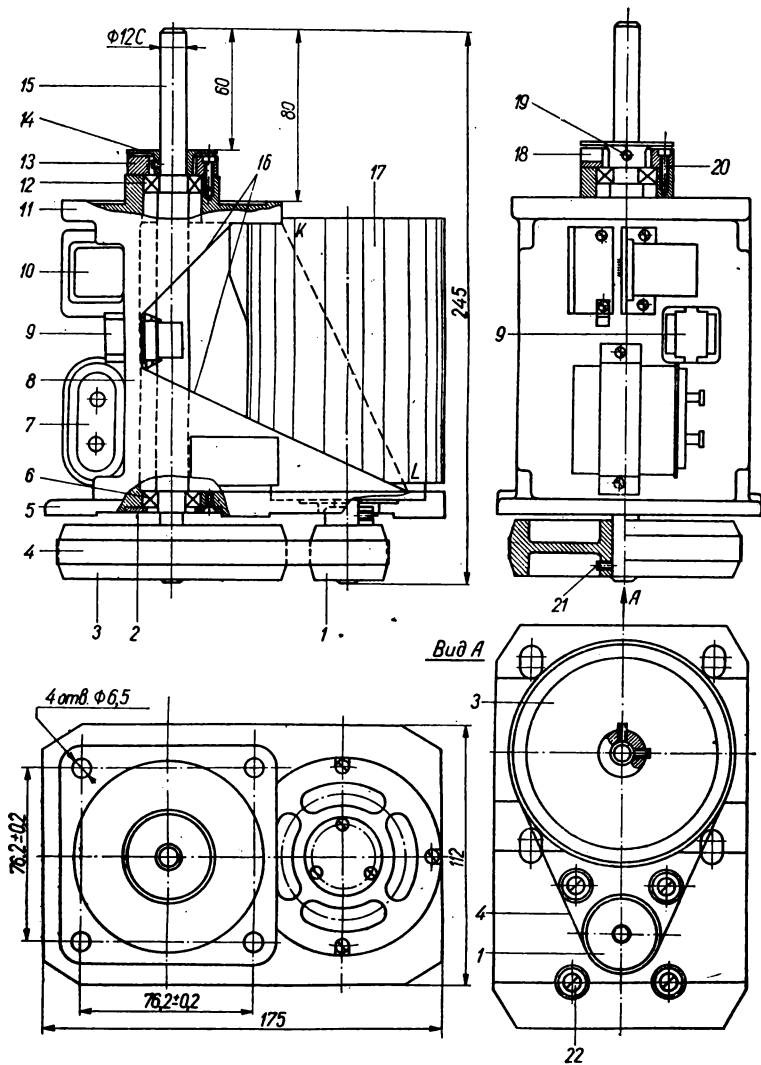


Рис. 125. Конструкция ведущего узла профессионального видеоматифона TR-5.

вылете вала 15 укреплен двумя винтами 21 шкив 3, обхватываемый приводным ремнем 4. На несущем кронштейне размещены конденсатор 7, электромагнитное реле 10 и разъем 9 для электрического подключения узла к МТЛ. Недостаток конструкции — пониженная жесткость несущего кронштейна, которую можно повысить, если ребра жесткости направить по линии *KL*. Конструкция ведущего узла представляет собой законченный блок, высота которого зависит от длины электродвигателя. Она применена в МТЛ профессионального видеоманитофона TR-5 фирмы RCA.

Подобную конструкцию имеет ведущий узел (рис. 126) в МТЛ профессиональных видеоманитонов VB-1200B и VR-2000 фирмы AMPEX. Отличие ее состоит в расположении ведущего электродвигателя 17 вниз корпусом относительно несущего кронштейна 8. Высота узла *H* в этой конструкции значительно больше, чем в предыдущей при тех же размерах блока в плане.

Конструкция узла ведущего вала (рис. 127) профессионального видеоманитофона отличается от предыдущей тем, что на самостоятельный узел ведущего вала 3 исполнена II установлена чашеобразная полая насадка 8 с пневмораспределителем внутри нее. Кроме того, несущая плита выполнена в виде прямоугольного бруса 9 из алюминиевого сплава В95. На плите размещены штуцер 6 вакуумного прижима ленты *МЛ*, а четыре установочные площадки выполнены в виде резьбовых регулируемых втулок 5 с контргайками 10 и внутренними цилиндрическими отверстиями под винты 4. Ведущий двигатель 11 крепят за днище к несущей плите. Как и в предыдущей конструкции, маховик узла ведущего вала и шкив двигателя соединены бесшовным ремнем 2. На нижнем вылете ведущего вала установлен герконовый датчик 1 расхода ленты. На несущую плиту 7 рабочей зоны или МТЛ ведущий узел крепят винтами. Положение ведущего узла регулируется резьбовыми втулками.

**Узлы ведущего вала исполнения III** применяют в рабочих зонах бытовых магнитофонов. К этому исполнению относятся узлы ведущего вала с несущей втулкой и верхним расположением ведомого элемента (маховика, большого зубчатого колеса). Узел ведущего вала исполнения III (рис. 128, *а*) состоит из неподвижной втулки 2, в корпусе которой расположены подшипники 1 и 3 с вращающимся в них ведущим валом 5. Верхний вылет вала предназначен для установки маховика 4 и транспортирования магнитной ленты *МЛ*. Узлы ведущего вала исполнения III (рис. 128, *б, в*) содержат механическую развязку 6 ведомого элемента 7 от маховика 4. На ведущем валу 5 для сглаживания скоростных выбросов и последующих колебаний скорости движения магнитной ленты *МЛ* (рис. 128, *г*) применяют также рассмотренную ранее жидкостную связь 6 с ведущей насадкой 7, установленной на своих подшипниках 8.

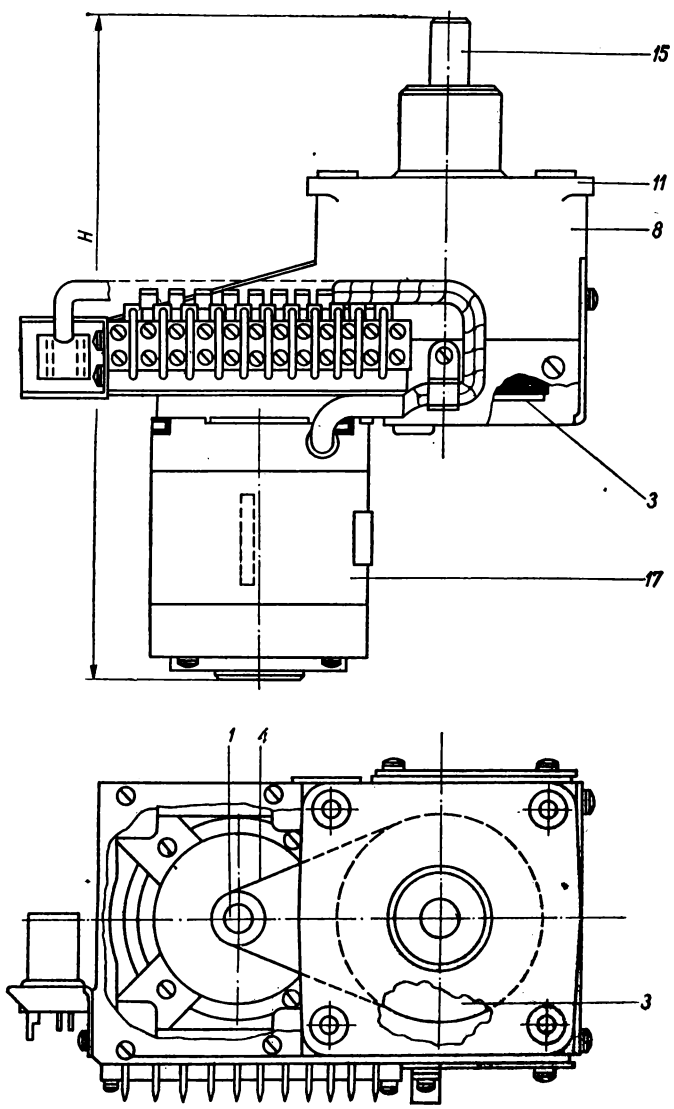


Рис. 126. Конструкция ведущего узла профессионального видеомаягнитофона VR-2000.



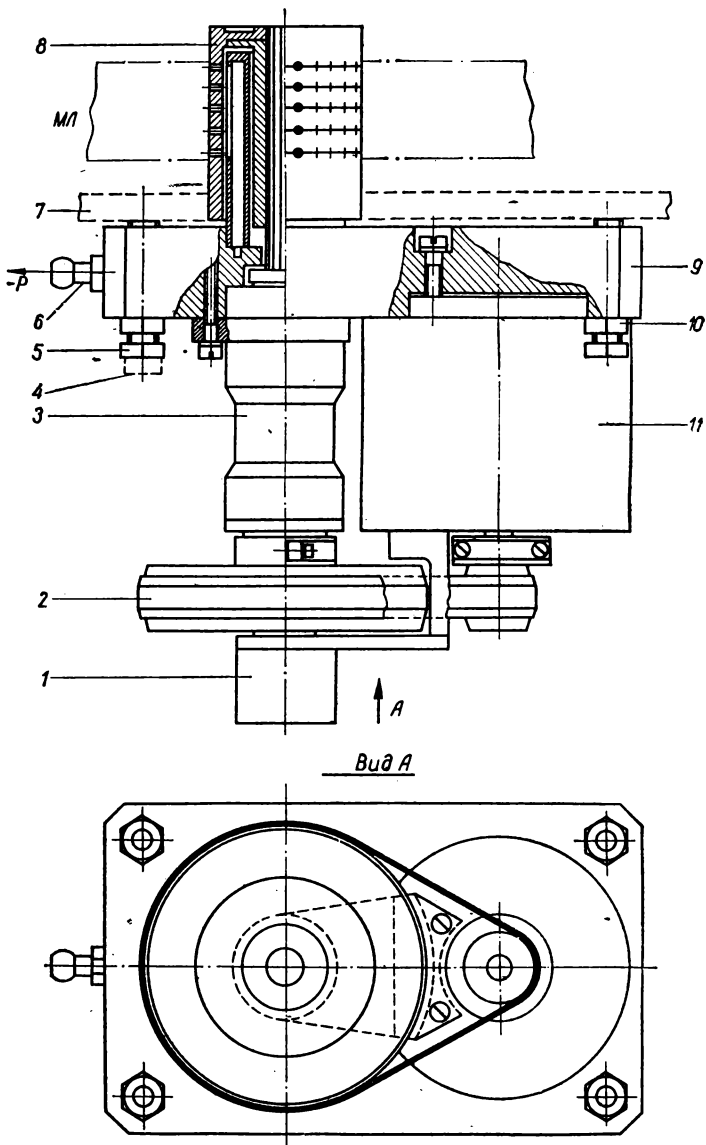


Рис. 127. Конструкция ведущего узла с вакуумным прижимом ленты к ведущему валу.

Узел ведущего вала (рис. 129, а) исполнения III состоит из несущей втулки 5 с фланцем, в которую запрессованы подшипники скольжения 4. К нижней части втулки укреплен на резьбе стакан 2, который фиксируется гайкой 3. В подшипниках скольжения вращается ступенчатый ведущий вал 7, опирающийся своим нижним концом на упорный шарик 1. На верхней части вала напрессован маховик 6 с проточкой на шкиву для приводного ремня фрикционных

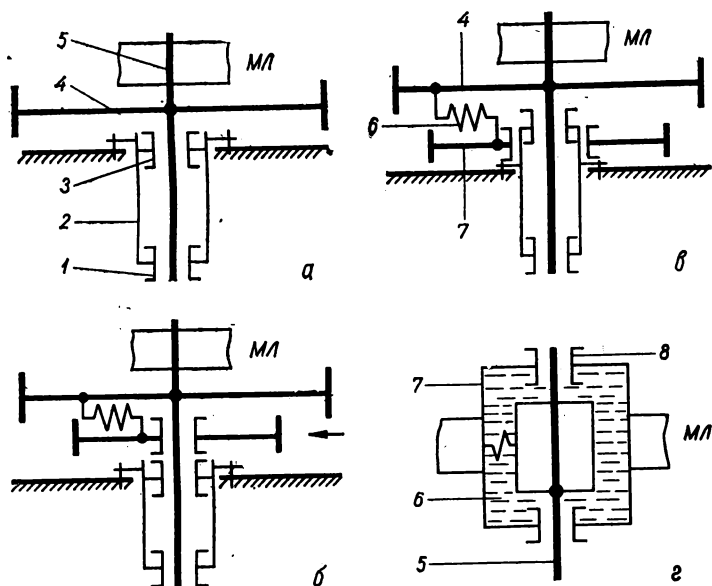


Рис. 128. Кинематические схемы узлов ведущего вала исполнения III.

муфт подкатушников. Верхний вылет вала имеет меньший диаметр и предназначен для взаимодействия с магнитной лентой. Иногда вместо стакана 2 применяют стакан 8 с полиамидной вставкой 9 (исполнение I). Достоинством является простота конструкции узла, недостатком — использование ступенчатого ведущего вала, обладающего более высоким радиальным биением рабочей части. Описанная конструкция применена в магнитофоне «Комета МГ-201». В узле ведущего вала исполнения III (рис. 129, б) устранен недостаток предыдущей конструкции, и вместо ступенчатого ведущий вал 7 выполнен полностью гладким. Опора нижнего конца вала выполнена в виде стальных шайб 11, установленных в отверстие несущего корпуса и фиксируемых распорным пружинным кольцом 10.

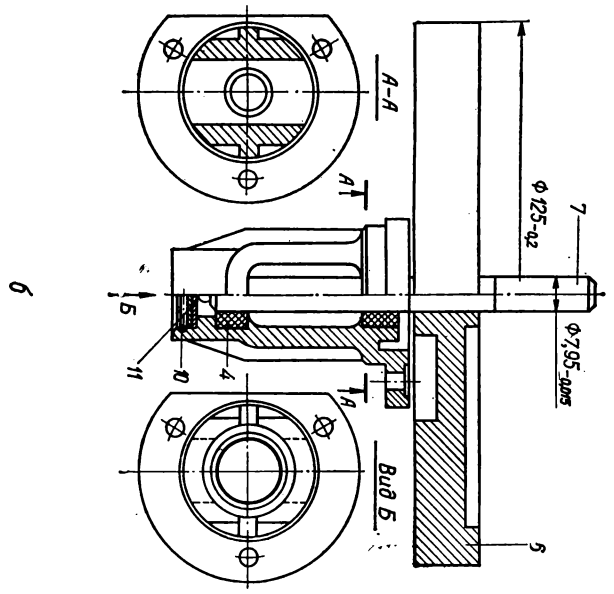
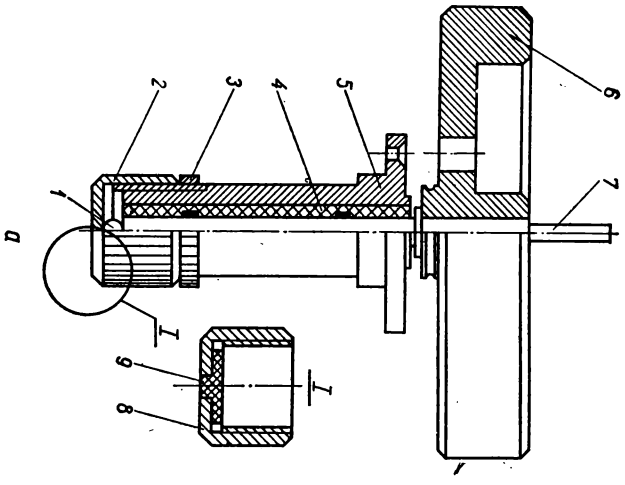


Рис. 129. Конструкция узла ведущего вала исполнения III.

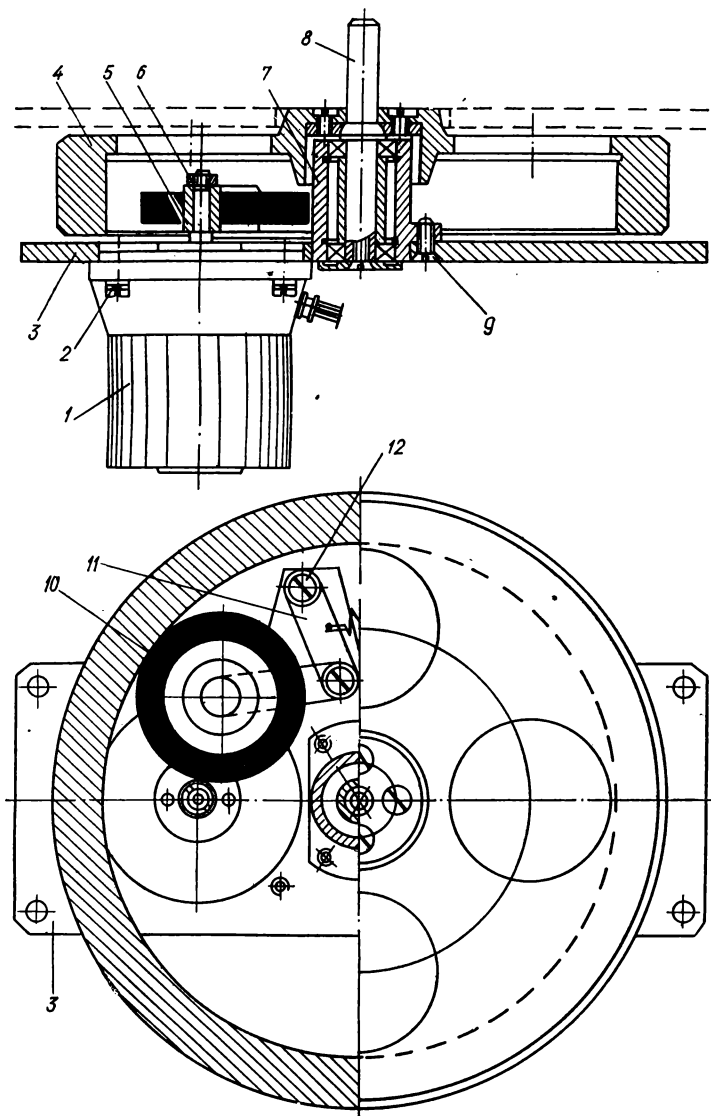


Рис. 130. Конструкция ведущего узла с внутренним фрикционным сцеплением.

(вместо резьбового соединения). Применены два коротких подшипника скольжения 4 вместо одного длинного в предыдущей конструкции. Эта конструкция узла ведущего вала использована в магнитофонах «Днепр-12», «Днепр-14», а в магнитофоне «Астра-2» — подобная. Ведущий узел рис. 130, выполненный по кинематической схеме с внутренним фрикционным сцеплением, состоит из несущей плиты 3, на которой винтами 2 укреплен ведущий двигатель 1. На валу двигателя установлена насадка 5, фиксируемая гайкой 6. Узел ведущего вала посредством фланца втулки 7 крепят винтами 9 на несущую плиту 3. Вращение передается от двигателя 1 на маховик 4

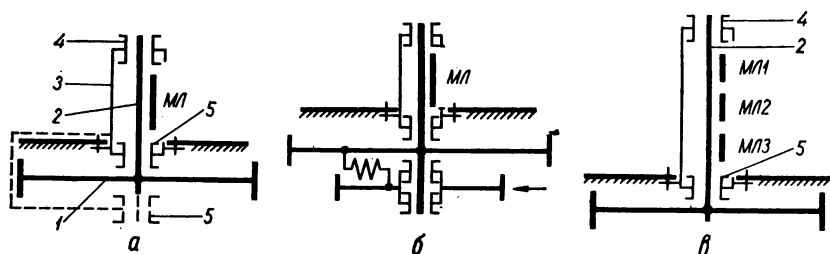


Рис. 131. Структурные схемы узлов ведущего вала исполнения IV.

паразитным обрезиненным роликом 10, который установлен на шарнирных рычагах 11. Рычаги подпружинены так, что ролик 10 всегда находится в зацеплении с насадкой 5 и маховиком 4. Ось вращения 12 рычагов размещена неподвижно на несущей плите 3. Достоинство конструкции ведущего узла — компактность, возможность работы при произвольной ориентации оси вращения в пространстве.

**Узлы ведущего вала исполнения IV.** Недостатком конструкции узлов ведущего вала исполнения II и III при использовании их в переносных магнитофонах является значительная высота нагруженного консольно рабочего вылета ведущего вала, транспортирующего магнитную ленту. Этот недостаток устранен в узлах ведущего вала исполнения IV (рис. 131, а) состоит из ведущего вала 2, вращающегося в опорах 4 и 5, которые укреплены в несущем корпусе (втулке) 3. В корпусе со стороны подхода магнитной ленты к ведущему валу выполнен вырез (окно). На нижнем вылете ведущего вала укреплен маховик 1. Иногда нижнюю опору 5 устанавливают по высоте после маховика 1, и корпус соответственно обхватывает его, приобретая сложную форму (обозначено штриховой линией). В многоленточных рабочих зонах МТЛ (рис. 131, в), где один ведущий вал 2 транспортирует несколько магнитных лент МЛ1, МЛ2 и МЛ3, база между опо-

рами вращения 4 и 5 увеличивается до необходимых размеров, обеспечивающих свободный подход магнитных лент каждого МТЛ.

Равномерное распределение нагрузок от прижимных усилий обрезиненных роликов к ведущему валу на обе опоры вращения (балочное нагружение), отсутствие консольности уменьшает перекосы ведущего вала и его деформацию. Использование для контакта с лентой части ведущего вала между опорами вращения позволяет уменьшить высоту конструкции узла ведущего вала до минимальных размеров. К недостатку этого исполнения узла относится усложненная зарядка ленты в тракте.

В жестких условиях эксплуатации для МТЛ при произвольной ориентации в пространстве применяют узлы ведущего вала исполнения IV (рис. 132) с опорами качения. Ведущий вал 4 вращается в прецизионных шарикоподшипниках 3 и 5, установленных в несущем корпусе 2 (рис. 132, а). На нижнем вылете вала укреплен маховик 1. Узел крепят на несущей плите 6 рабочей зоны, где размещены также блоки магнитных головок 8, обводной и прижимные ролики 7, 9 и 10 (рис. 132, б). Наиболее удачны кинематические схемы компоновки узлов с верхним расположением двигателя, менее — с нижним расположением. Узлы ведущего вала исполнения IV для бортовой АМЗ выполняются так, что несущий кронштейн представляет собой часть корпуса всего МТЛ и без него не существует в виде законченного узла (встроенная конструкция). Ведущий вал вращается в шарикоподшипниках корпуса, между которыми размещается магнитная лента *МЛ*.

**Узлы ведущего вала исполнения V.** В рабочих зонах МТЛ вычислительных машин, где преобладают высокие скорости движения ленты, а также в полупрофессиональных видеомэгнитофонах применяют узлы ведущего вала исполнения V (рис. 133). Ведущий вал 2 (насадка) чашеобразной формы большого диаметра (50 мм и выше) обхватывает часть (иногда весь) несущего цилиндрического корпуса 5 и жестко укреплен на приводном валу 4, который вращается в опорах качения 3 и 6. На нижнем вылете приводного вала размещается шкив 1 или втулка для непосредственного соединения с валом двигателя. Схемы узлов ведущего вала с пружинной и жидкостной развязками ведущего вала 2 от приводного элемента показаны на рис. 133 б, г, а узла ведущего вала с вакуумным прижимом ленты к валу — на рис. 133, в. Конструкция узла ведущего вала исполнения V, построенная по схеме рис. 133, а, изображена на рис. 134, а. Конструкция узла ведущего вала исполнения V (рис. 134, б), построенная по схеме рис. 133, в, состоит из ведущего вала 2 чашеобразной формы (насадка), рабочая поверхность которого обрезинена для увеличения сцепления с магнитной лентой. Посередине рабочей цилиндрической части вала выполнены

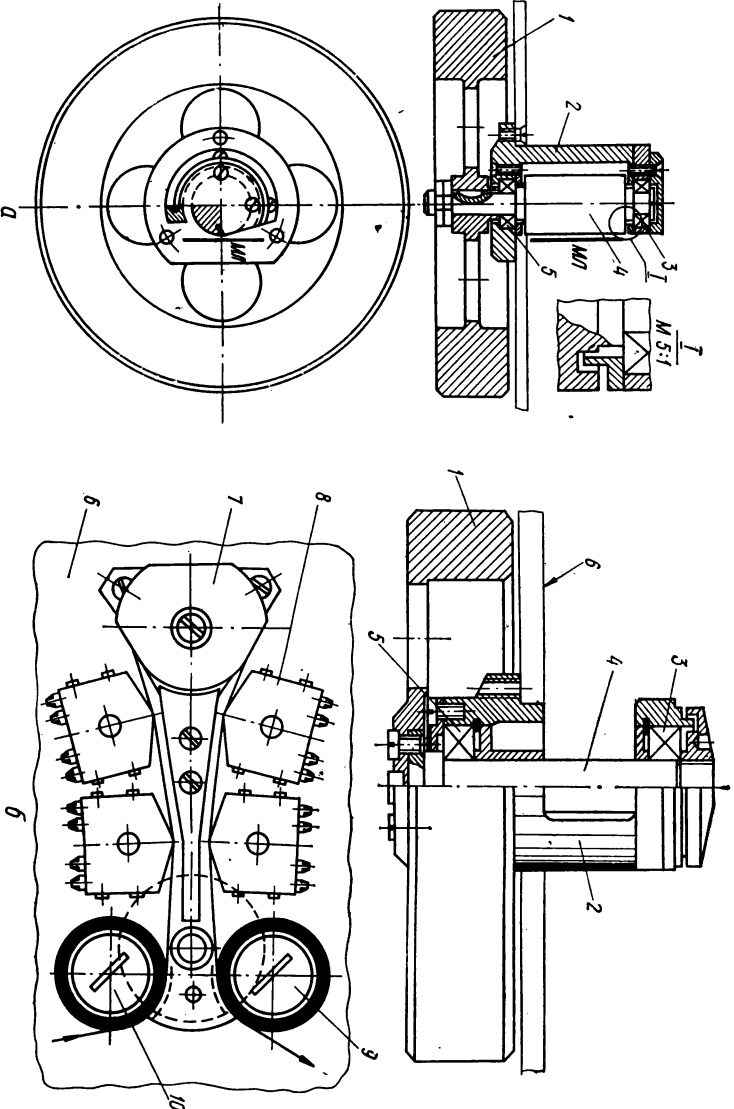


Рис. 132. Конструкция узлов ведущего вала на опорах качения исполнения IV прецизионных МТЛ.

продольные узкие канавки длиной  $L$ , не доходящие до краев ленты на 1,5 мм. В канавках выполнены радиальные отверстия 11 для вакуумного прижима ленты к валу. Ведущий вал жестко укреплен на приводном валу 4 с помощью винта 13 с шайбой и шпонки 14. Вал 4 вращается в прецизионных шарикоподшипниках 3 и 6, установленных в открытой части несущего корпуса 5 и стягиваемых распорными втулками 7 и 18 с помощью крышки 19 и винтов 20. Во втулку 21 упирается элемент связи 1 узла ведущего вала с электродвигателем. В обхватываемой ведущим валом части корпуса 5 установ-

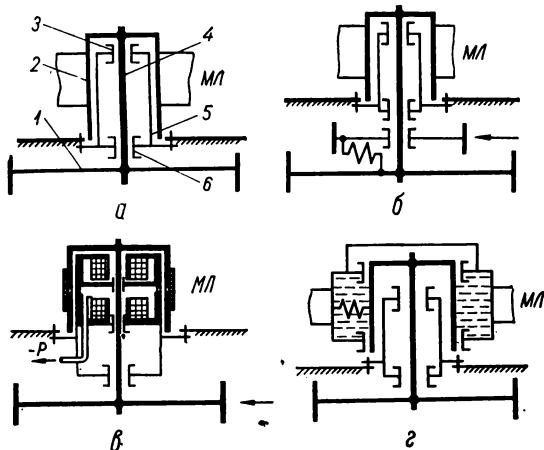


Рис. 133. Кинематические схемы узлов ведущего вала исполнения V.

лен электромагнитный вакуумный клапан, состоящий из двух обмоток 15 и 17, между которыми помещен диск-мембрана 12 с обрезиненной торцевой частью, обращенной к каналу 8 подсоса —  $p$ . В наружной поверхности корпуса клапана по дуге сектора  $45-90^\circ$  выполнены радиальные отверстия 16 для сообщения вакуумного подсоса ведущему валу. Для уменьшения потерь вакуумного подсоса и расхода вакуумного насоса зазор между обхватываемой частью втулки 5 и ведущим валом выбирается минимально возможным (не более 0,15 мм), что обеспечивается жесткими допусками на сопрягаемые диаметры и их радиальные биения. Питание к электромагнитному клапану подводят через выводы 9 от обеих обмоток. В режиме МТЛ «Стоп» диск 12 перекрывает путь вакуумному подосу к ленте, плотно прижимаясь обрезиненной частью к корпусу магнитопровода 10. Питание при этом подано на обмотку 17. При подаче питания на обмотку 15 диск прижимается к верхней части



магнитопровода, открывая путь вакуумному подосу ленты к поверхности вала 2. В этом положении диска осуществляются режимы МТЛ «Поиск», «Запись» или «Воспроизведение».

Выполнение на рабочей поверхности вала продольных по образующей канавок приводит к некоторому затягиванию ленты в них и снижению равномерности движения последней по сравнению

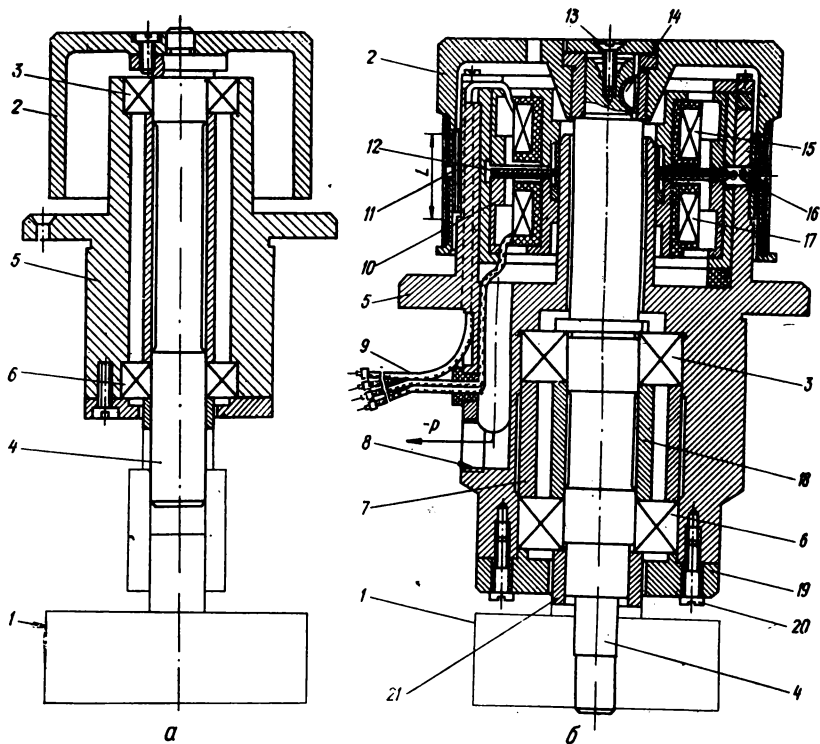


Рис. 134. Конструкции узлов ведущего вала исполнения V.

с гладкой цилиндрической поверхностью и кольцевыми проточками в конструкции узла ведущего вала прямого привода (рис. 118) фирмы АМРЕХ. Описанная конструкция узла ведущего вала исполнения V применена в МТЛ вычислительной машины «Урал-14».

**Узлы ведущего вала исполнения VI** применяют в МТЛ бытовых магнитофонов. Узел ведущего вала (рис. 135, a) состоит из полузакрытого и закрытого (обозначено штриховой линией) несущего кронштейна 3, в котором размещены опоры вращения 1 и 5 ведущего вала 4. Между опорами на валу жестко закреплен ведомый элемент 2.

Верхний вылет вала транспортирует ленту *МЛ*. При полуоткрытом несущем кронштейне можно устанавливать приводной ремень без разборки узла. Для фрикционной роликовой или зубчатой передач закрытый или полуоткрытый несущие кронштейны равноценны. В схеме узла ведущего вала рис. 135, б применена пружинная развязка ведомого элемента от приводного. Схема компоновки узлов ведущих валов исполнения VI с нижним расположением двигателя 2 изображена на рис. 135, в, а с двумя рабочими вылетами вала,

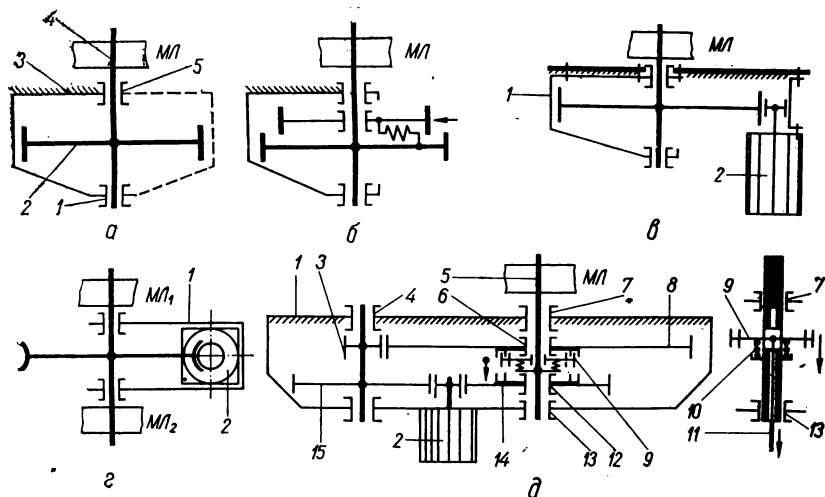


Рис. 135. Кинематические схемы ведущих узлов исполнения VI.

которые транспортируют ленты *МЛ1* и *МЛ2* в двойных МТЛ,— на рис. 135, г. В схеме рис. 135, д изображено устройство транспортирования ленты реверсивное с неодинаковыми скоростями вперед и назад. Это происходит попеременным соединением ведущего вала 5 с двигателем 2 через одно-(2—14) или двухступенчатую (2—15, 3—8) зубчатые передачи. Переключение того или другого соединения осуществляется двухсторонней зубчатой муфтой 9.

Узлы ведущего вала исполнения VI (рис. 136) содержат полуоткрытый литой из алюминиевого сплава несущий кронштейн 6. В конструкции, показанной на рис. 136, а, кронштейн выполнен составным из двух жестко соединенных винтами частей 6 и 8, а на рис. 136, б — из единой монолитной детали с заформованными при литье в нем подшипниками скольжения 4 и 2. После литья внутренние отверстия подшипников под ведущий вал 5 и установочные площадки *W* на приливах точно обрабатывают с одной стороны (для

установки инструмента). В конструкции, показанной на рис. 136, а, применены сферические по наружной поверхности самоустанавливающиеся подшипники скольжения. Нижние вылеты ведущих валов опираются на стальные шарики 9 диаметром 4 мм, опирающиеся на стальную шайбу 1 или установочный винт. Двухступенчатый

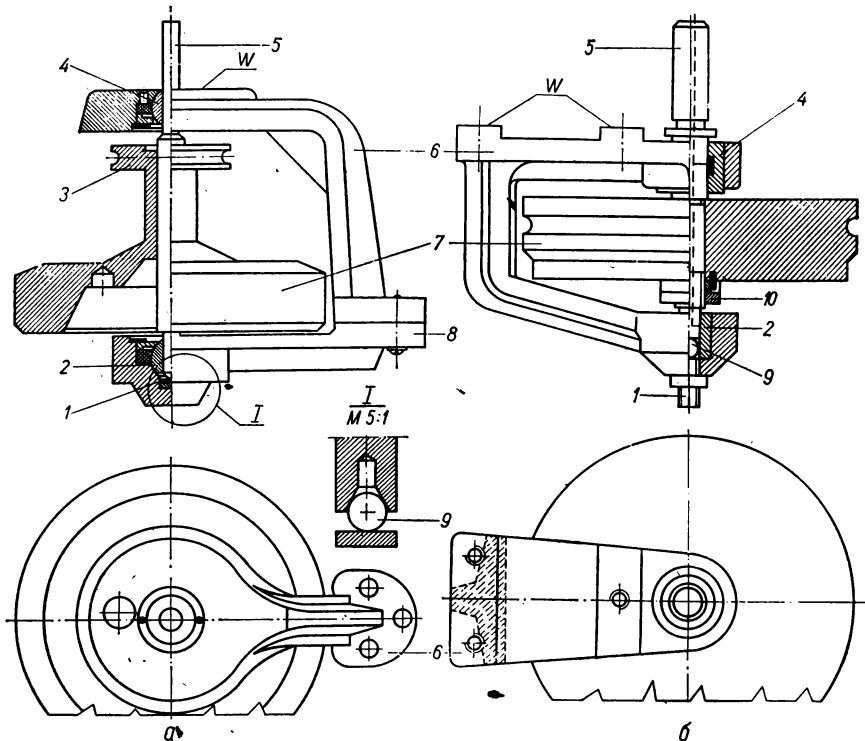


Рис. 136. Конструкции узлов ведущего вала исполнения VI.

высокий маховик 7 напрессован на вал, меньший шкив его предназначен для приводного ремня приемного накопителя. В конструкции, показанной на рис. 136, б, плоский маховик установлен на вал по посадке движения и фиксируется на нем гайкой и контргайкой 10. Гайка имеет паз, в который входит часть штифта, запрессованного в маховик. Для смазки и подпитки подшипников скольжения со стороны лицевой части МТЛ в ведущем валу по геометрической оси выполнено небольшого диаметра (2,5 мм) глубокое отверстие (обозначено штриховой линией). Против подшипников в валу выполнены два радиальных отверстия, выходящие к осевому.

Реверсивный узел ведущего вала исполнения VI (рис. 137) состоит из ведущего вала 2, на котором на своих опорах 11 и 8 свободно вращаются маховики 4 и 6. Опоры скольжения 7 и 12 установлены на сборном несущем кронштейне 3. В торцевых кольцевых площадках маховиков размещены фрикционные гладкие (резиновые)

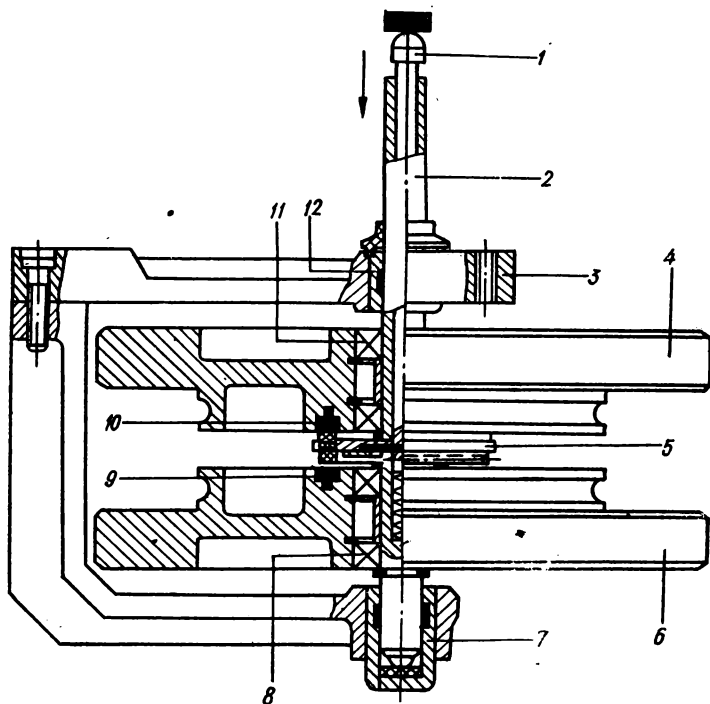


Рис. 137. Конструкция реверсивного узла ведущего вала исполнения VI.

или зубчатые венчики 10 и 9, между которыми установлена двухсторонняя зубчатая полумуфта 5. Полумуфта через штифт и радиальный продольный паз в валу соединена жестко со штоком 1, установленным в центральном отверстии вала. Под штоком внутри вала размещена пружина сжатия, которая обеспечивает жесткую связь полумуфты и, следовательно, вала с верхним маховиком 4. Маховики вращаются в разные стороны. При нажатии вниз по стрелке штока 1 полумуфта 5 выходит из зацепления с верхним маховиком и входит с нижним 6. Ведущий вал при этом немедленно изменяет направление своего вращения на обратное.

Ведущий узел профессионального магнитофона 30Д-4 объединения ЛОМО (СССР), применяемого для записи звука в кино (рис. 138), состоит из приводного вала 17, вращающегося в шарикоподшипниках 16 и 18. Последние установлены в сборном несущем кронштейне, состоящем из верхнего подшипникового щита 7 двигателя, верхней плиты 11 и между ними прямоугольной коробки 10. Внутри коробки на валу 17 размещены большое зубчатое колесо 9 и на валу ротора 4 — трибка 8. Вал ротора вращается на своих подшипниках 19. Внутренняя полость коробки заполнена консистентной смазкой, которая благодаря резиновым уплотнениям 12, манжетам шарикоподшипников 16 и 19 не вытекает из полости. На верхнем вылете вала 17 размещена крышка 14, внутри которой пружина сжатия 13 поджимает комбинированный зубчатый барабан 15 к торцу вала. Пружина рассчитана на определенный максимальный передаваемый момент, свыше которого вал 17 проскальзывает относительно зубчатого барабана 15. Благодаря этому при каких-либо перегрузках в механизме, например, остановке ленты, зубчатый барабан не вызовет срез перфорации и обрыв ленты в МТЛ. На нижнем вылете ротора 4, размещенного внутри статора 5, имеется чашеобразный диск 2. Последний крепят на валу через ступицу 26. На плиту МТЛ узел крепится через четыре отверстия диаметром 15,5 мм. В ведущем узле применена косозубая зубчатая передача с параллельными осями вращения. Вокруг зубчатого барабана установлены оси 25 и 21 с каретками придерживающих роликов 23 и 24. Для замены отработанной смазки в коробке имеются два винта 22 с резиновым уплотнением. Статор 5 снаружи обхвачен электромагнитным экраном 6. На нижнем подшипниковом щите 3 внутри диска 2 размещен типовой колодочный тормоз 1, выключаемый электромагнитом 20.

**Узлы ведущего вала исполнения VII.** В рассмотренных конструкциях ведущих узлов косвенного привода расположение валов узла ведущего вала и двигателя разнесено. В ведущих узлах исполнения VII (рис. 139) узлы ведущего вала и электродвигателя расположены концентрически [53] и состоят из несущего корпуса 4 двигателя со статором 3. В шарикоподшипниках 6 и 10, установленных в подшипниковых щитах двигателя, вращается ведущий вал 5. На ведущем валу на своих опорах 7 и 2 вращается ротор 8, который через насадку своего сердечника передает вращающий момент посредством элемента кинематической связи 9 (обрезиненный ролик, зубчатое колесо) маховику 1. Маховик жестко укреплен на нижнем вылете ведущего вала 5, верхний вылет которого транспортирует ленту МЛ. При жестких требованиях к размерам МТЛ применяют ведущие узлы с верхним расположением маховика 1 (рис. 139, б). При этом ведущий узел устанавливают на субпанель 11, которая при помощи стоек 12 размещается на несущей плите МТЛ. При

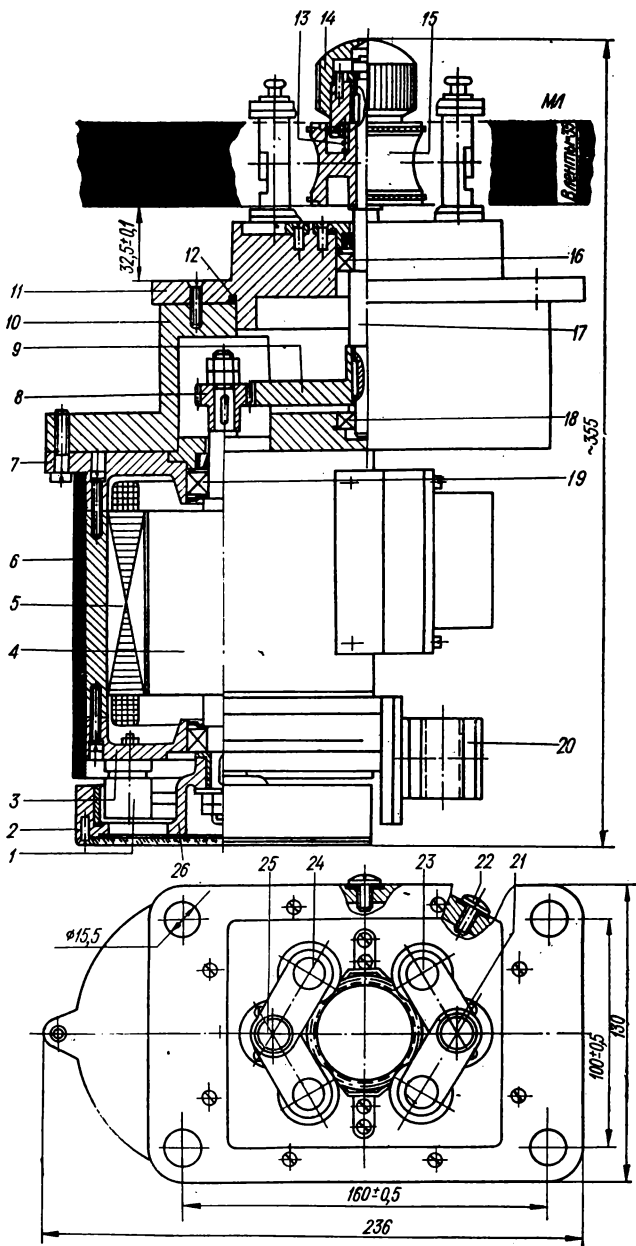


Рис. 138. Конструкция ведущего узла исполнения VI для перфорированной магнитной ленты.

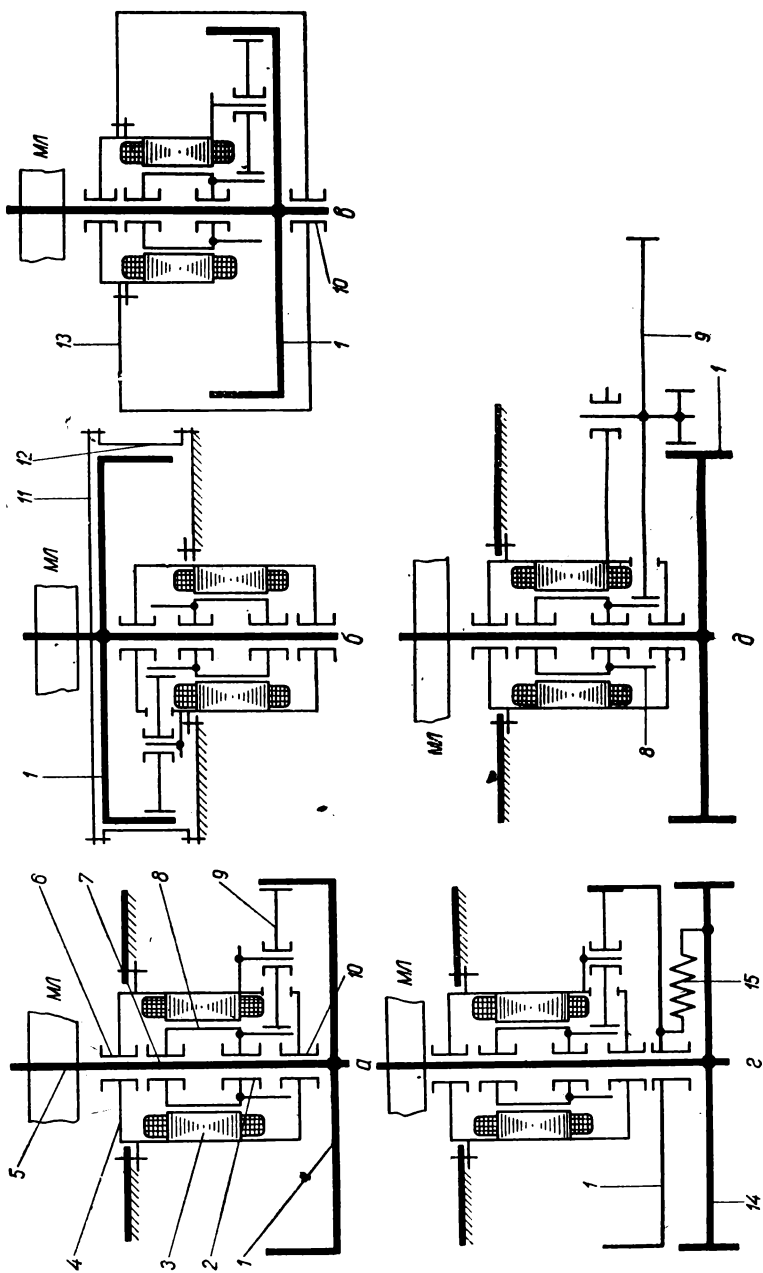


Рис. 139. Кинематические схемы концентрических ведущих узлов исполнения VII.

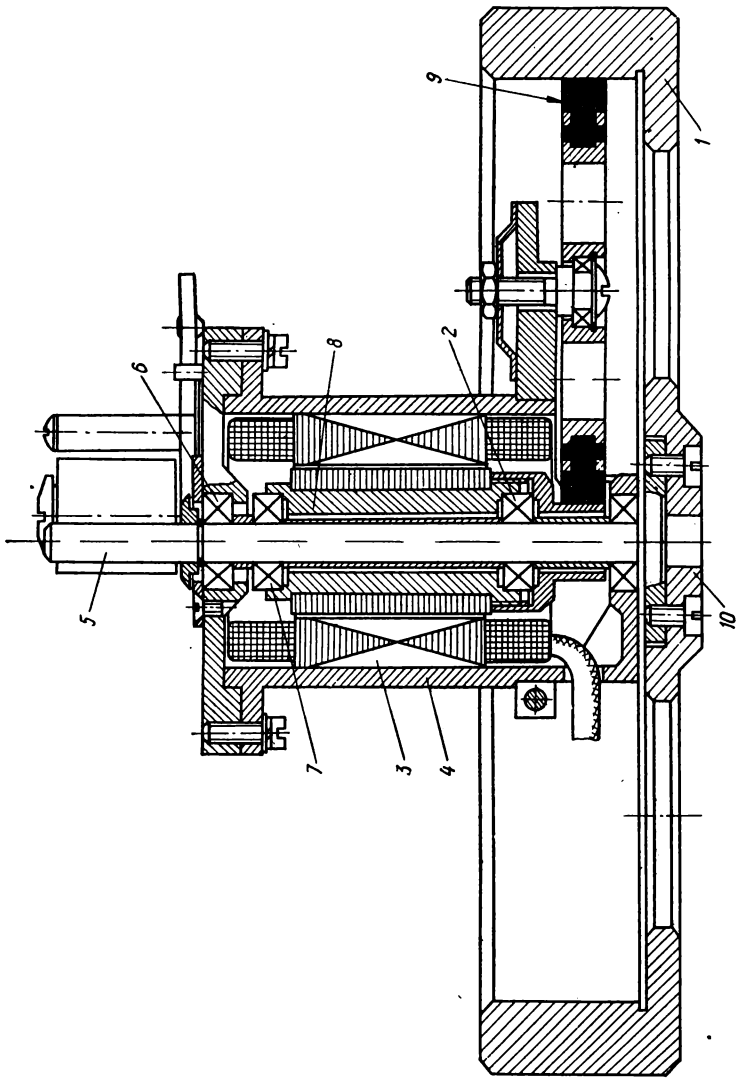


Рис. 140. Конструкция концентрического ведущего узла исполнения VII.



использовании для опор вращения подшипников скольжения нижнюю опору 10 обычно крепят ниже маховика 1, для поддержки которой устанавливают дополнительный несущий кронштейн 13, охватывающий весь узел (рис. 139, в). Кинематическая схема концентрического ведущего узла с пружинной развязкой 15 маховика 14 от приводного 1 показана на рис. 139, г, а с наружным зацеплением насадки ротора 8 и маховика 1 через двухступенчатую связь 9 (шкив, обрезиненный ролик, зубчатое колесо) — на рис. 139, д.

Конструкция концентрического ведущего узла исполнения VII, разработанная по кинематической схеме рис. 139, а, изображена на рис. 140.

К достоинству концентрических ведущих узлов относится повышенная компактность узла, к недостатку — необходимость разработки специальной конструкции двигателя.

#### 4. ВЕДУЩИЕ УЗЛЫ КОМБИНИРОВАННОГО ПРИВОДА

В рабочих зонах МТЛ, в основном, в специальной и профессиональной АМЗ, применяют ведущие узлы комбинированного привода. Эти узлы состоят из ведущего вала 15, являющегося валом ротора 2 мощного ведущего двигателя 13 прямого привода со статором 1 (рис. 141). Вал двигателя вращается в прецизионных шарикоподшипниках 3 и 14, установленных в корпусе. На нижнем вылете вала расположен маховик 4. При подаче напряжения питания на статор 1 ротор 2 начинает вращаться, а вал 15 транспортировать магнитную ленту МЛ, обеспечивая высокие скорости ее движения, например 304,8; 152,4; 76,2 и 38,1 см/с. Маховик в режиме «Стоп» остановлен тормозом 5, который в рабочих режимах отводится электромагнитом 6. Возле наружной поверхности маховика размещен двигатель 8 косвенного привода, мощность которого в  $i$  раз меньше мощности двигателя 13. На валу двигателя установлена поворотная каретка 10, поджимающая постоянно два обрезиненных паразитных ролика 12 и 7 к насадке 11 вала двигателя. Когда двигатель 8 обесточен, пружина 9 удерживает ролики 12 и 7 на одинаковом расстоянии с зазором 3—4 мм от наружной цилиндрической поверхности маховика 4. При обесточенном статоре 1 мощного двигателя 13 и включенном двигателе 8 его насадка 11, вращаясь по направлению часовой стрелки, поворачивает каретку 10 и вводит ролик 12 в контакт с маховиком 4. При этом лента МЛ транспортируется с низкой скоростью, например 19,05; 9,53; 4,76 и 2,38 см/с (косвенный привод). При вращении вала двигателя 8 в обратном направлении в контакт с маховиком входит ролик 7 и лента МЛ транспортируется в обратном направлении.

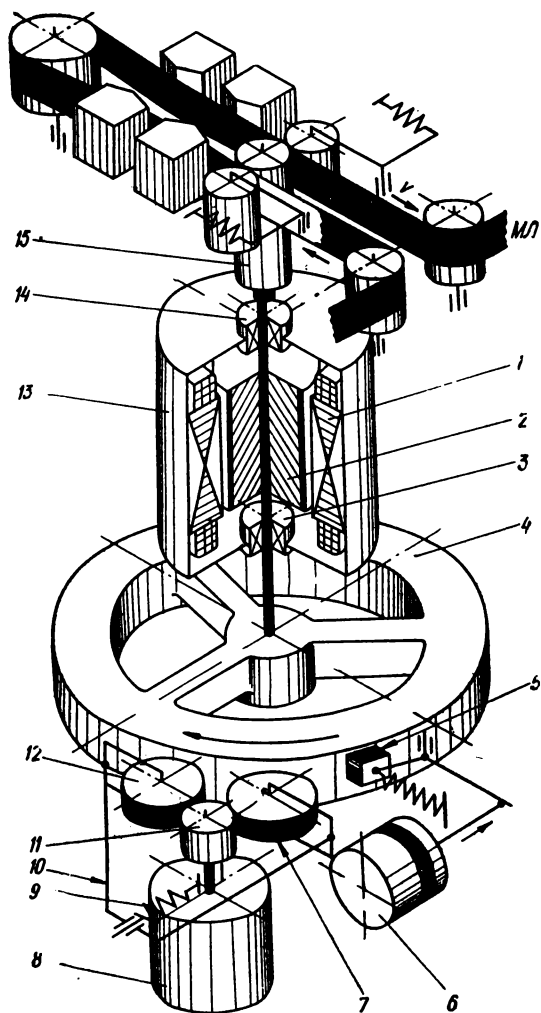


Рис. 141. Кинематическая схема ведущего узла комбинированного привода.

Конструкция блока рабочей зоны с ведущим узлом комбинированного привода студийного магнитофона фирмы ЗМ показана на рис. 142. Ведущий вал 14 двухскоростного двигателя 21 прямого привода при включенном прижимном ролике 15 транспортирует магнитную ленту МЛ с высокими скоростями 152,4 и 76,2 см/с. Двигатель размещается непосредственно на несущей плите МТЛ 9. На промежуточной пластине 20 установлены два одинаковых двухскоростных двигателя 16 и 22 косвенного привода ведущего вала 14. На нижнем вылете вала 14 через обгонную муфту установлен шкив 17, который при работающем двигателе 21 неподвижен. На валу двигателя 22 косвенного привода установлены шкивы небольшого диаметра 23 и большого 19, соединяемые между собой обгонной муфтой. Шкив 23 установлен на валу двигателя жестко и через ремень 18 соединяется со шкивом 17. Когда подается питание на двигатель 22, обгонная муфта двигателя 21 соединяет вал 14 и шкив 17, обеспечивая транспортирование ленты МЛ с двумя средними скоростями 38,1 и 19,05 см/с. Шкив 19 при этом неподвижен, а двигатель 21 обесточен. При подаче питания на двигатель 16 шкив его 25 передает вращение ведущему валу 14 посредством ремней 18 и 24 и включенных обгонными муфтами шкивов 19, 23, 17. Лента МЛ при этом транспортируется с двумя низкими скоростями 9,53 и 4,76 см/с. Двигатели 21 и 22 при этом обесточены. Прижимной ролик 15 установлен на рычаге 13 с осью поворота 10, на обратной стороне которой укреплен рычаг 12 тягового электромагнита. В рабочей зоне между магнитными головками 7 и 11 размещен узел «антишумового» ролика 8. На входе рабочей зоны установлен направляющий ролик 1, соединенный с зубчатой передачей счетчика метража ленты. Рабочая зона относится к разомкнутой с защитой в виде узла инерционного ролика 3, барабан которого глубоко обхвачен лентой. Обхват в режимах записи — воспроизведения создается роликом рычага 2, ось поворота 6 которого соединена с воздушным демпфером 4. Головки закрываются крышкой 5.

## 5. УЗЛЫ И ДЕТАЛИ УСТРОЙСТВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЛЕНТЫ

**Ведущие валы и зубчатые барабаны.** В рабочих зонах с преобразованием вращательного движения движущего органа в поступательное магнитной ленты к элементам транспортирования относятся ведущие валы для перфорированной и зубчатые барабаны для перфорированной лент. В зависимости от назначения, предъявляемых требований, способа установки, условий обработки и сборки конструктивное исполнение ведущих валов бывает различным. По конструктивному исполнению все ведущие валы можно

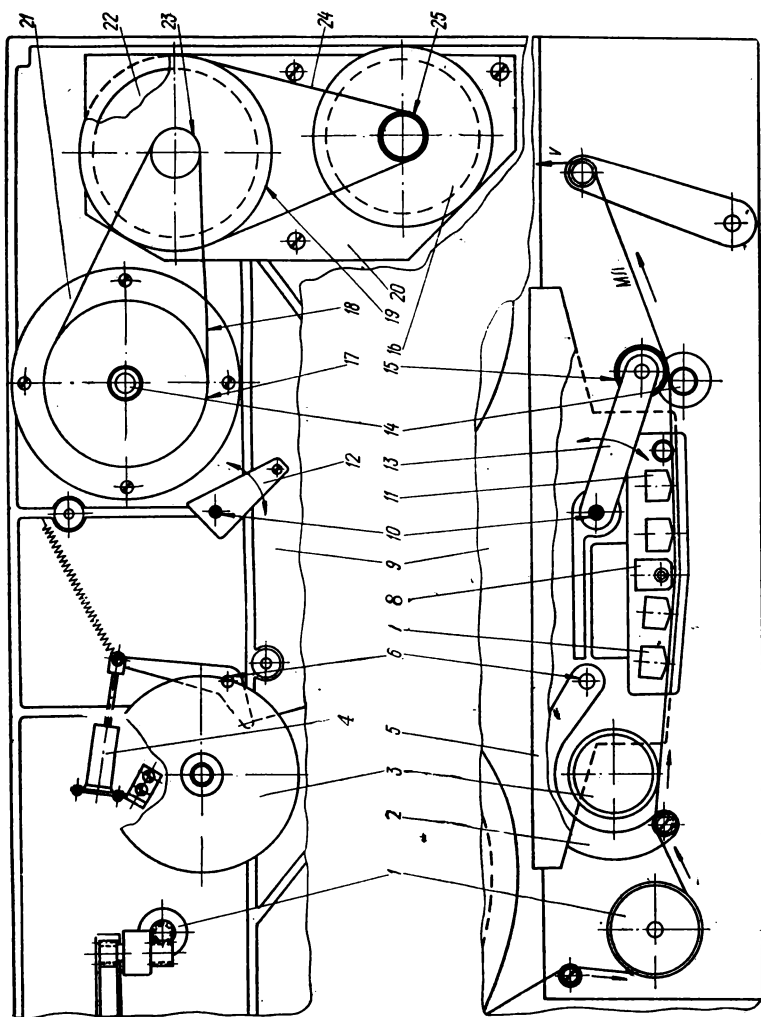


Рис. 142. Конструкция встроенной в МТЛ рабочей зоны с ведущим узлом комбинированного привода.

отнести к двум группам: сплошные и полые [36]. Сплошные ведущие валы изготовляют обычно из одной металлической заготовки (прутка) сравнительно небольшого диаметра (диаметр рабочих поверхностей до 30 мм), полые — из двух заготовок: большого (насадка — ведущий вал) и малого (приводной вал) диаметров (диаметр рабочих поверхностей от 30 до 150 мм).

Сплошные ведущие валы (рис. 143) по форме могут быть гладкими или ступенчатыми, по состоянию рабочей поверхности — металлическими или обрешиненными, с насадками малого диаметра и без них. Как правило, ступенчатые ведущие валы содержат рабочую цилиндрическую поверхность 1, имеющую контакт с магнитной лентой, поверхность под опоры вращения 3 и 10 (единую или из двух поясков), упорный буртик 5 под шарикоподшипники или опорный конец 13 под подпятник опор скольжения. Между опорными поясками 3 и 10 диаметр вала 4 или уменьшают на 0,5—0,8 мм (рис. 143, а) или увеличивают на 2—3 мм (рис. 143, е) с сетчатой накаткой 17 для фрикционной связи с обрешиненным роликом привода приемного накопителя или для посадки сердечника внутреннего ротора 24 в ведущих узлах прямого привода. Иногда диаметр гладкой поверхности между поясками 3 и 10 увеличивают для создания рабочей поверхности 1 вала (рис. 143, з). Для установки маховиков на некоторых валах изготовляют фланец 6 с центрирующей 8 и опорной 7 поверхностями с 3—4 резьбовыми отверстиями 9 (рис. 143, а) или цилиндрический хвостовик 8 с точной мелкой резьбой 2, а фланец 6 выполняет роль верхней крышки (рис. 143, б) и имеет проточки 12 для лабиринтного уплотнения шарикоподшипников. Точная резьба 2 на валу (рис. 143, а) предназначена для установки верхней, стягивающей подшипниковый пакет крышки с лабиринтным уплотнением. Для стягивания пакета по внутренним кольцам шарикоподшипников применяют упорные кольца, под которые на валу (рис. 143, в, к) выполняется прямоугольная проточка 14.

Если при помощи ведущего вала необходимо обеспечить несколько скоростей транспортирования ленты при одной скорости двигателя, к нему придаются одна, две или три небольшого диаметра насадки 16. Насадку устанавливают на цилиндрический вал 1 (рис. 143, и) с эксцентричной прорезью 20 для штифта 19. Насадка 16 может устанавливаться на конусный вылет вала 15 (рис. 143, з). Насадки должны шлифоваться на валу без люфтов, поэтому посадка осуществляется без зазора (посадка на конус), и быть легкоъемными, для чего посадка осуществляется с зазором 1—4 мкм (посадка на цилиндр). Несколько скоростей транспортирования ленты можно обеспечить ступенчатым валом (рис. 143, ж), где рабочие поверхности имеют соотношение диаметров 1 : 2 : 4. Для переключения скоростей транспортирования в тракте рабочей зоны МТЛ

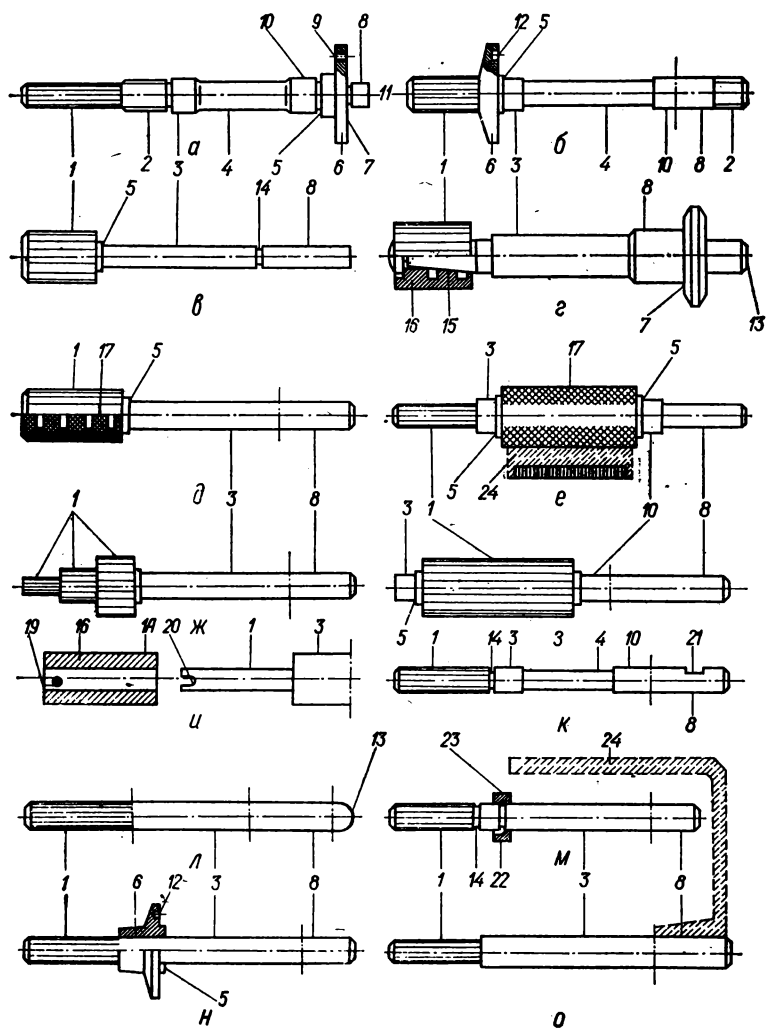


Рис. 143. Конструкции сплошных ведущих валов.

необходимо предусмотреть возможность перемещения ленты в вертикальной плоскости, что применяют в многоленточных МТЛ, предназначенных для перезаписи с одной ленты на другую.

При поверхностном контакте ленты с ведущим валом (рис. 143, *д*) для увеличения сцепления рабочую поверхность 1 покрывают полиуретановой смесью СКУ-7 и СКУ-8, силиконовой резиной и другими материалами с большим коэффициентом трения.

На ступенчатом ведущем валу (рис. 143, *о*) ведущего узла прямого привода на вылете 8 напрессован наружный ротор 24 (показано штриховой линией), выполняющий также функции маховика. Наиболее простыми в изготовлении и сборке являются гладкие ведущие валы (рис. 143, *л, м, н*), где рабочая 1 и опорная 3 поверхности имеют одинаковый диаметр. Конструкцию вала рис. 143, *л* применяют для ведущих узлов на опорах скольжения, поэтому упорных буртиков у него нет. Правый конец 13 вала выполнен сферическим для опоры на подпятник. В конструкции рис. 143, *м* на валу в две полурадиусные точные шлифованные проточки 14 устанавливают шарики 23, удерживающие втулку 22 от перемещений. Проточки несколько ослабляют вал и при больших перепадах температур могут вызвать небольшие деформации его. Поэтому совершенно гладкий вал в конструкции рис. 143, *н* более прост в изготовлении. Упорный буртик 5 и лабиринтное уплотнение 12 обеспечиваются установкой на холодный вал крышки 6, нагретой до 180—200° С.

Полые ведущие валы (рис. 144, *а, б*) состоят из сплошных приводных валов 2 небольшого диаметра, на которые укрепляют жестко полые ведущие насадки 6 большого диаметра. Сплошные приводные валы, как и в предыдущих конструкциях, имеют опорные поверхности 4, упорные буртики 3 и поверхности 5 для установки маховиков. На вылет приводного вала или фланец устанавливают полые ведущие насадки, наружная поверхность 1 которых является рабочей для транспортирования ленты. При этом в ведущих валах с вакуумным прижимом ленты на рабочей поверхности насадки выполняют ряды кольцевых проточек 7 и радиальные отверстия в них 8. В некоторых конструкциях на рабочую поверхность ведущей насадки наносится слой твердой резиновой смеси 1 (рис. 144, *в*). При этом поверхность может выполняться гладкой (рис. 144, *в*) или с проточками 10 и кольцевыми выступами 11, ширина которых равна ширине сердечников многоканальных головок (рис. 144, *з*). В некоторых ведущих валах (рис. 144, *д*) в сплошной насадке 6 для уменьшения массы просверлены по окружности глухие отверстия 8 в шахматном порядке с двух торцевых сторон. Насадку 6 выполняют заодно с элементами привода вала (рис. 144, *е*), например с зубчатым колесом 9. При этом внутреннее отверстие 4 является опорной поверхностью для шарикоподшипников, а роль

опорных буртиков выполняют упорные кольца 3, вставленные в точные кольцевые проточки.

Для изготовления ведущих валов применяют обычно легированные стали повышенной прочности, обладающие минимальными

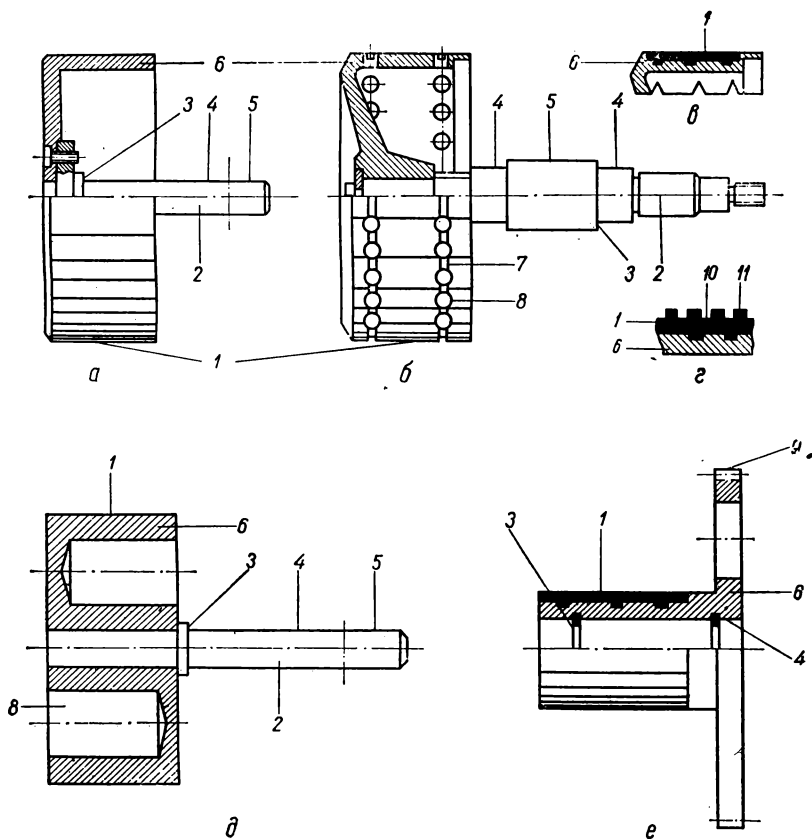


Рис. 144. Конструкции полых ведущих валов.

поводками. Для профессиональной и специальной АМЗ применяют сталь ХВГ и резе 4Х13, ЭИ-474, Х18Н9Т, а для бытовых магнитофонов — сталь 45. Заготовки ведущих валов из стали 45 подвергают термообработке (закалке до твердости HRC-42 . . . 48), чистовому шлифованию и оксидированию (воронению, синению или чернению) в щелочном растворе. Последнее придает поверхности некоторые антикоррозийные свойства, красивый внешний вид и не вызывает



изменения диаметров и длины. Антикоррозийные свойства оксидированной поверхности невысоки, поэтому ее смазывают маслом. Ведущие валы, изготавливаемые из нержавеющей стали 4X13, ЭИ-474 и немагнитной X18H9T, должны иметь высокую чистоту обработки поверхности. Эти стали устойчивы против влаги, соленой воды, азотной, уксусной и органических кислот. Стали 4X13 и ЭИ-474 подвергаются закалке до твердости HRC-42 ... 48, а X18H9T — закалке не подвергается и твердость ее составляет HRC-28 ... 32.

Для сверхпрецизионных ведущих валов поля допусков разбивают на шесть групп в соответствии с полями допусков на внутренние и наружные кольца шарикоподшипников и внутренние отверстия несущих корпусов. Зазор в соединениях вал — шарикоподшипник и подшипник — несущий корпус не должен превышать 1 ... 4 мкм для всех шести групп. Шероховатость поверхностей вала: цилиндрических — не более 0,125 ... 0,160 мкм, торцевых — буртиков — не более 0,40 ... 0,50 мкм. Операция механической полировки рабочих поверхностей валов недопустима, так как при этом возможны искажения геометрической формы.

В некоторых ведущих узлах для улучшения сцепления ленты с валом его рабочая контактирующая с лентой поверхность выполняется шероховатой с помощью ультразвуковой или электроискровой обработки. При такой обработке не изменяются размеры вала, поэтому выполняют ее в последнюю очередь.

Ведущие насадки на валы чашеобразного или сплошного исполнения обычно изготавливают из немагнитных металлов: стали X18H9T, титанового ВТ-3, ВТ-6, бронзового БрАЖМц 10-3-1,5 и алюминиевого В-95 сплавов. Рабочие поверхности насадок бронзовых и алюминиевых сплавов покрыты твердым хромом, а затем шлифованы до шероховатости не хуже 0,125—0,160 мкм.

Для магнитной перфорированной ленты в качестве элемента транспортирования применяют зубчатые барабаны, которые в зависимости от характера зацепления функционально бывают тянущие, задерживающие и комбинированные. Тянущие — зубчатые барабаны, направление вращения которых противоположно направлению усилия, приложенного лентой к зубьям барабана в рабочей зоне. Задерживающие — барабаны, у которых указанные направления совпадают. У тянущих барабанов зубья входят в контакт с передними краями перфораций, т. е. с краями, обращенными в сторону движения ленты. У задерживающих барабанов, наоборот, зубья входят в контакт с задними краями перфораций, т. е. с краями, обращенными в противоположную сторону движения ленты. Комбинированные — барабаны, у которых часть зубьев (3—4) работает как у тянущих, а часть диаметрально противоположных зубьев — как у задерживающих [5]. Барабаны изготавливают для магнитной

ленты шириной 16 и 35 мм. Зубчатые барабаны характеризуются количеством зубьев  $Z$ , шагом зубьев барабана  $t_6$ , диаметром опорной окружности  $D_0$ , диаметром наружной окружности  $D_H$ , диаметром

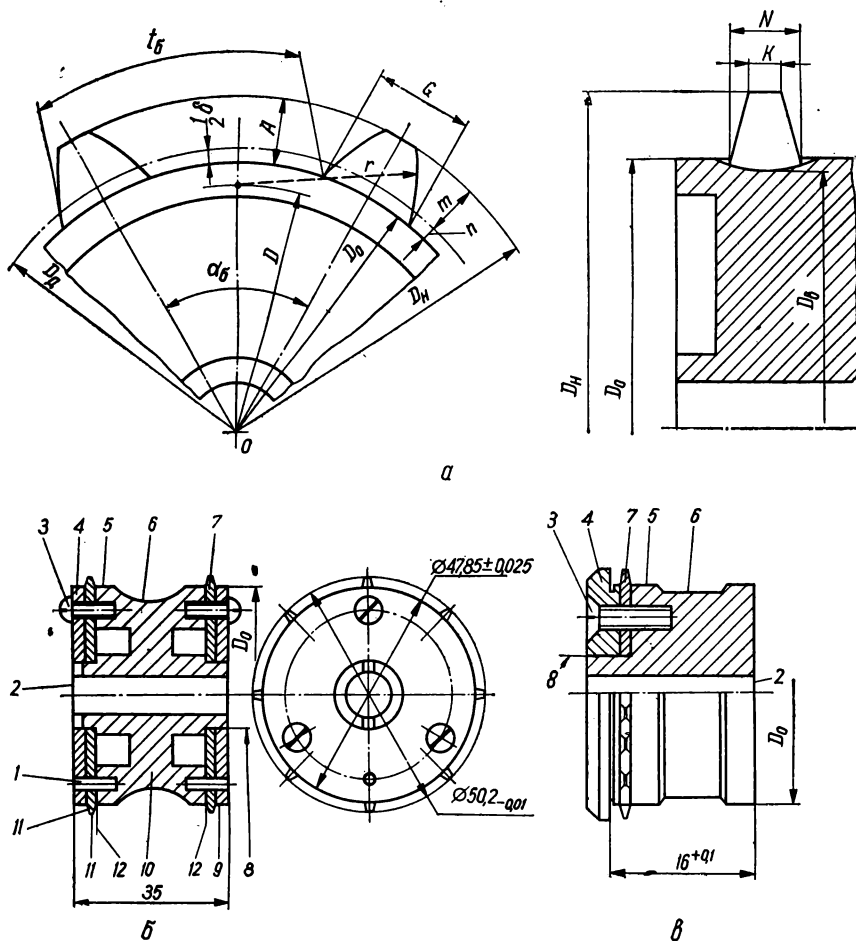


Рис. 145. Конструкции сборных зубчатых барабанов.

делительной окружности  $D_d$ , диаметром впадин  $D_b$ , размерами зуба по толщине  $G$ , ширине  $N$ , ширине при вершине  $K$  и высотой зуба  $A$ . Предпочтителен окружностный профиль зубьев барабана, при котором вводится еще диаметр  $D$  и радиус окружностного профиля  $r$  (рис. 145, а).

Диаметр делительной окружности

$$D_d = t_6 Z / \pi,$$

а наружной

$$D_n = D_o + 2A = D_d + 2m.$$

Шаг зубьев зубчатого барабана

$$t_6 = \pi D_d \alpha_6 / 360^\circ,$$

где  $\alpha_6$  — угловой шаг барабана.

По конструктивному исполнению зубчатые барабаны могут быть цельными и сборными [33]. Наиболее распространены в современной АМЗ сборные зубчатые барабаны (рис. 145, б, в). Сборный зубчатый барабан рис. 145, б предназначен для транспортирования магнитной ленты шириной 35 мм с двухсторонней перфорацией и двумя зубчатыми венцами 7 и 11. Венцы ориентируются по внутренним точным отверстиям 8 на цилиндрических выступах тела барабана 10. Радиальные биения поверхности выступов не превышают 0,01 мм. Непараллельность торцевых опорных поверхностей 12 барабана не должна превышать 0,02 мм, а отклонение от перпендикулярности оси отверстия 2 — не более 0,01 мм. Для уменьшения шахматного смещения зубьев обоих венцов с обеих сторон барабана устанавливают штифты 1, которые также фиксируют крайние опорные пояски 4 и 9 диаметром  $D_o$ . Пояски 4 и 9, зубчатые венцы 7 и 11 жестко крепят на барабане 10 тремя винтами 3. Опорные пояски барабана 5 также должны не иметь радиального биения не свыше 0,01 мм. Для уменьшения износа магнитной ленты между внутренними опорными поясками выполняют проточку 6 радиусного профиля. Поверхность 2 служит опорной для установки на приводной вал. Сборный зубчатый барабан рис. 145, в предназначен для транспортирования магнитной ленты шириной 16 мм с односторонней перфорацией и зубчатым венцом 7. Крышка 4 служит также одной из торцевых направляющих ленту буртиков барабана.

Зубчатые барабаны изготавливают с числами зубьев: 8, 12, 16, 20, 24 и 32. Чем меньше число зубьев, тем меньше диаметр барабана и более компактным может быть узел транспортирования ленты. Однако, чем больше зубьев у барабана, тем больше их число участвует в зацеплении с перфорацией ленты при том же угле обхвата барабана. Это создает более надежные условия транспортирования ленты. Срок службы барабанов с большим числом зубьев больше, так как каждый зуб барабана соответственно меньшее число раз входит в зацепление с перфорацией и меньше изнашивается. Кроме того, на окружностях большего диаметра лента изгибается меньше, и срок ее службы также увеличивается. Поэтому при возможности

следует отдавать предпочтение зубчатым барабанам с большим числом зубьев (24 и 32). Материал для зубчатых барабанов — конструкционные стали 40, 50, 60. Для зубчатых барабанов специальной АМЗ используют нержавеющие стали 4Х13, немагнитные Х18Н9Т, титановые ВТ-3, ВТ-6 и высокопрочные алюминиевые В-95 сплавы. Для изготовления зубчатых венцов применяют легированную конструкционную сталь 38ХМЮА с поверхностной азотацией для придания высокой механической прочности и износоустойчивости.

**Узлы прижимных роликов** предназначены для обеспечения необходимого фрикционного контакта ленты с ведущим валом, транспортирующим ее с определенными линейными скоростями. Фрикционный контакт зависит от усилия прижима ролика, его фрикционных свойств, площади взаимодействия и углов обхвата. Узел прижимного ролика состоит из непосредственно узла ролика с эластичной рабочей цилиндрической оболочкой (слоем) с большим коэффициентом трения и узла несущего рычага с опорами. Кроме того, в узел прижимного ролика могут входить электромагнит с кронштейном, силовые тяги, а на несущем рычаге могут размещаться контактные штыри и фетровые прижимные подушки.

Узел прижимного ролика должен иметь:

минимальные радиальные биения рабочей цилиндрической поверхности ролика и загрязнение роликом магнитной ленты; поперечные перемещения вращающегося ролика; ударные усилия на вал, прижимной ролик и ленту в момент включения их в контакт; максимальный коэффициент трения рабочей поверхности ролика;

постоянство выставленных прижимных усилий при длительной эксплуатации;

параллельность цилиндрических поверхностей прижимного ролика и ведущего вала;

минимальное время включения ролика в контакт с валом.

В зависимости от способа установки по отношению к ведущему валу узлы прижимных роликов бывают самоустанавливающиеся и несамоустанавливающиеся. Несущие рычаги могут устанавливаться на кронштейны или плиты МТЛ на опорах скольжения, качения или прямолинейного движения с трением упругости, что влияет на конструкцию всего узла прижимного ролика (роликов). В зависимости от конструктивного исполнения рабочей части различают узлы с простыми роликами, состоящими из одной цилиндрической секции, и сложными, состоящими из двух и более отдельных секций. В самоустанавливающихся узлах прижимных роликов процесс автоматической установки цилиндрической поверхности ролика параллельно рабочей поверхности ведущего вала осуществляется или роликом в его опорах или в опорах его несущего рычага.

В профессиональной и специальной АМЗ прижимной ролик 1 размещается на одном радиальном шарикоподшипнике 14, установленном посередине ролика и ленты (рис. 146). Подшипник с двух сторон зафиксирован по наружному диаметру двумя установочными кольцами 13, а по внутреннему — двумя распорными втулками 12 и осью 7. Ось жестко крепят с двух сторон в несущем рычаге 4 крышками 8 и потайными винтами. Осевой люфт в одном подшипнике позволяет ролику работать с небольшим ( $1-3^\circ$ ) наклоном

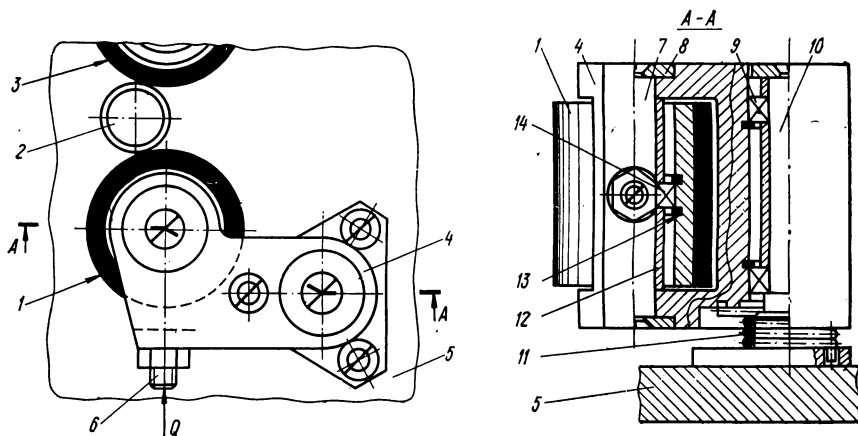


Рис. 146. Конструкция узла самоустанавливающихся простых прижимных роликов с верхним расположением автономных электромагнитов.

в любую сторону относительно оси 7 и самоустанавливаться в своей опоре по ведущему валу 2. Для увеличения долговечности работы вместо одного шарикоподшипника иногда устанавливают два рядом, хотя при этом и уменьшается угол наклона ролика до  $0,5-1^\circ$ . Несущий рычаг 4 с возвратной пружиной кручения 11 устанавливают на неподвижной оси 10 на двух разнесенных шарикоподшипниках 9. Узел прижимного ролика крепят сверху через фланец оси 10 на несущей плите МТЛ 5. Через толкатель 6 он воспринимает прижимное усилие через демпфер от электромагнита, расположенного также наверху. Благодаря демпферу прижимной ролик подходит к ведущему валу мягко, без удара, и плавно, без рывков, разгоняет магнитную ленту до номинальной скорости транспортирования. Такая эластичная связь уменьшает также влияние неравномерности рабочего слоя прижимного ролика. Для замкнутых рабочих зон МТЛ устанавливают второй прижимной ролик 3, несущий рычаг которого симметричен рычагу 4.

Конструкция узла самоустанавливающегося сложного прижимного ролика МТЛ профессионального видеоманитофона TR-5 фирмы RCA показана на рис. 147. В узле два независимых самоустанавливающихся ролика 11 и 20 на радиальных шарикоподшипниках 21 и 19 размещены на обоих концах оси 22. Ось также самоустанавливается в подшипнике 17, размещенном в несущем рычаге 14. Тройная самоустановка относительно своих опор (два ролика и ось) обеспечивает точную установку прижимных роликов по ведущему валу 12 при значительных перекосах и непараллельности этих деталей. Прижимные ролики с обеих сторон закрываются крышками 18 и 23. Несущий рычаг 14 жестко укреплен на оси 25, размещенной в опорах 24 втулки 16. На нижнем вылете оси 25 жестко укреплен рычаг 10, соединенный шарнирно через толкатель 8, вилку 4, пружину сжатия 6 и рычаг 2 с поворотным плунжером электромагнита 15. Электромагнит через кронштейн 1 укрепляется на несущей плите 13 МТЛ. Вилка 4 имеет два отверстия, значительно большие, чем диаметр штифта 5, который жестко укреплен в толкателе 8. При включении электромагнита 15 вилка 4 через пружину давит на толкатель 8 и прижимает ролики к валу 12. Гайкой 7 регулируется усилие прижима, а большие отверстия вилки 4 обеспечивают эластичную демпферную связь электромагнита с прижимными роликами, как и в предыдущей конструкции.

На рис. 148 показана конструкция узла самоустанавливающегося прижимного ролика бытового магнитофона, где несамостоявляющийся прижимной ролик 7 установлен в обхватывающем его самоустанавливаемом несущем рычаге 5. Ролик вращается на оси 6, которая фиксируется в рычаге пружинными кольцами 8 или проволокой. Несущий рычаг (рис. 148, а) своим концом с отверстием опирается на стальной шарик 11, к которому прижимается винтом 9 через пружину сжатия 10. Винт вкручивается в гнутый кронштейн 1, размещенный на оси 3, и фиксируется на ней пружинным кольцом 2. Кронштейн имеет загнутый конец 4, в который упирается несущий рычаг 5. При работе кронштейн 1 поворачивается относительно оси 3 против часовой стрелки механической тягой, и прижимной ролик 7 подходит к ведущему валу 12. Пружина 10 несколько сжимается, выступ 4 отходит от рычага 5. Последний самоустанавливается вместе с роликом 7 точно по валу, опираясь только на шарик 11. Описанная конструкция применена в МТЛ видеоманитофона LDL-1000 фирмы Philips. Конструкция рис. 148, б отличается от изображенной на рис. 148, а тем, что несущий кронштейн 5 и прижимной ролик 7 самоустанавливаются на двух шпильках 9 и пружинах сжатия 10. Шпильки жестко укреплены в несущем литом рычаге 1. Эта конструкция применена в МТЛ бытового магнитофона «Днепр-12» (СССР). Следовательно, в обеих конструк-

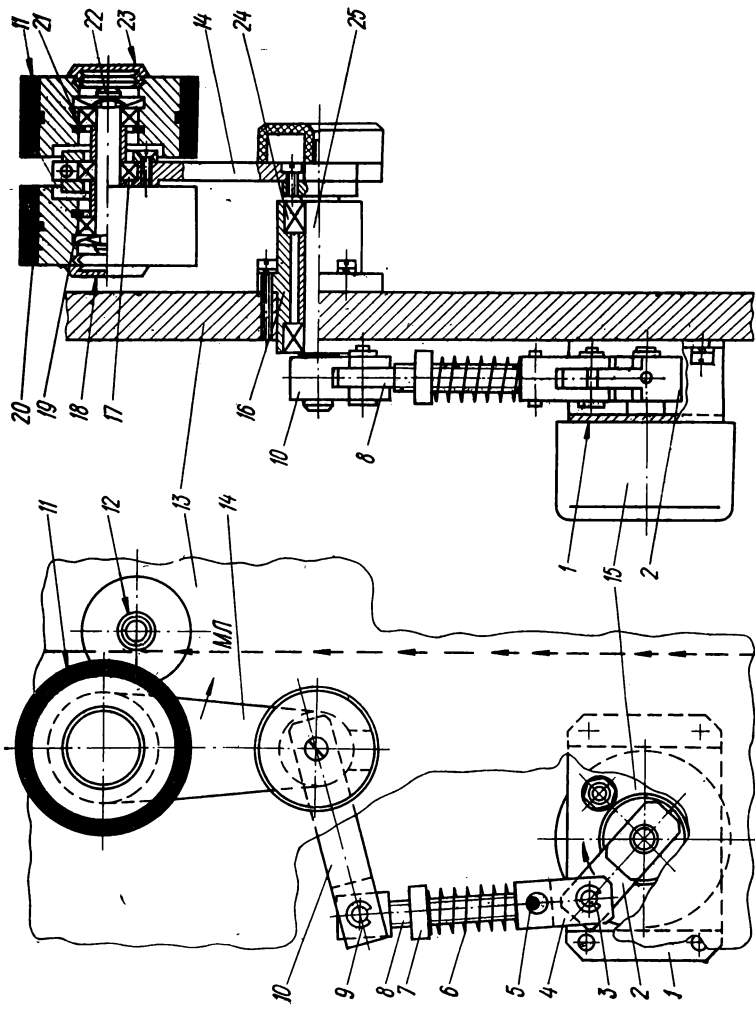


Рис. 147. Конструкция узла самоустанавливающегося сложного прижимного ролика МТЛ профессионального видеоманитофа TR-5.

циях прижимной ролик и несущий рычаг не имеют жесткой механической связи (через пружины сжатия), как и в рассмотренных ранее.

Во всех конструкциях самоустанавливающихся узлов прижимных роликов при скорости движения ленты до 76,2 см/с точность

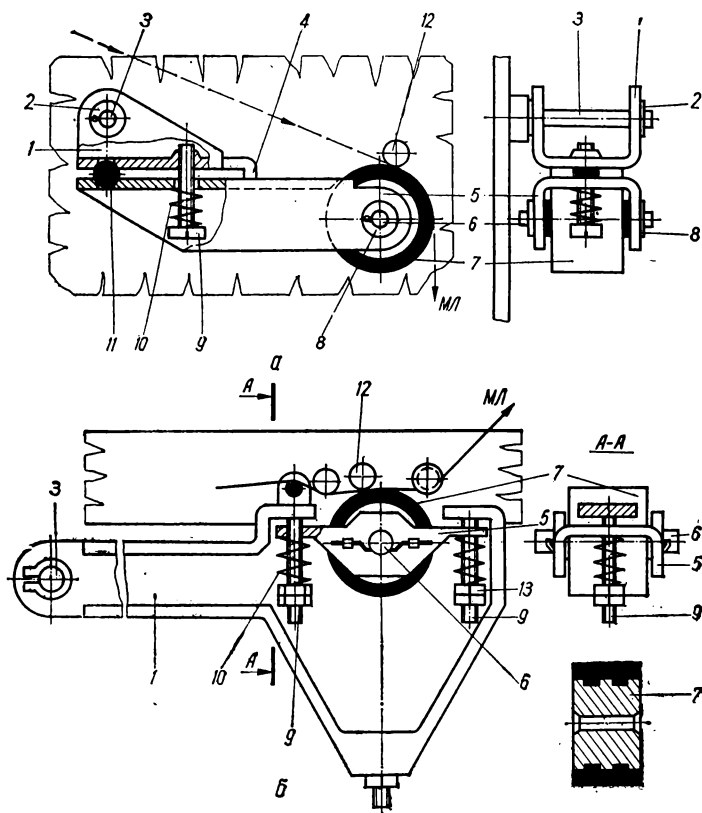


Рис. 148. Конструкции узлов самоустанавливающихся прижимных роликов бытовых магнитофонов.

к изготовлению несущих рычагов и параллельности их опор при сборке снижается. Прижимной ролик обычно подходит к ведущему валу в наклонном состоянии и затем быстро самоустанавливается параллельно ему. При высоких скоростях движения ленты (от 76,2 до 304,8 см/с) наклонный прижимной ролик при немедленном включении до момента своей самоустановки выбрасывает магнитную ленту вверх или вниз из зоны контакта и мнет ее. Поэтому для МТЛ



с такими скоростями движения ленты необходимо переходить на самоустанавливающиеся прижимные ролики с точным изготовлением их деталей и тщательной настройкой после сборки МТЛ.

Самоустанавливающиеся узлы прижимных роликов применяются в МТЛ профессиональной и специальной АМЗ (рис. 149), где простой прижимной ролик 10 размещается на двух опорах качения 17, установленных на неподвижной оси с фланцем 16. Ось винтами крепят на несущем рычаге 7, который через два подшипника качения 20 установлен на оси 21 в обхватывающем неподвижном кронштейне 12. Кронштейн укреплен винтами 22 на несущей плите 15 блока рабочей зоны МТЛ. Опоры 20 с двух сторон закрываются пылезащитными крышками 19. На верхнем конце оси 21 укреплен жестко кронштейн 11 с горизонтальным носиком *K* и двумя вертикальными выступами. Носик *K* размещается между двумя упорными винтами 5, которые вкручены в выступы несущего рычага 7 и предназначены для регулировки с лицевой части МТЛ зазора и усилия между ведущим валом 8 и прижимным роликом 10. Выступ вкручен рычаг 2 с продольным пазом, в котором проходит тяговый стержень 14. Стержень с одной стороны через винт 3 шарнирно соединен с плунжером электромагнита 4, а с другой — через тарированную пружину сжатия 1 и шайбу поджимается гайками к рычагу 2, который соединяется возвратной пружиной 13 со стойкой несущей плиты. В деталях несущего рычага 7 и кронштейна 12 при изготовлении задаются высокие параллельность отверстий под опоры 17 и 20 и перпендикулярность торцевому установочному фланцу. При настройке МТЛ в случае необходимости производится подрегулировка параллельности прижимного ролика 10 и ведущего вала 8. При включении электромагнита 4 прижимной ролик поворачивается на оси 21 и подходит к ведущему валу. Пружина 1 во включенном состоянии несколько сжимается, обеспечивая не жесткую, но фиксированную связь ролика и ведущего вала. На прижимном ролике выполнены кольцевые проточки, расположенные по обеим сторонам магнитной ленты  $b_{м.л.}$ . Образующие при этом кольцевые пояски 23 прижимного ролика для ленты шириной 25,4 мм составляют по 5-6 мм, что улучшает фрикционную связь ленты с ведущим валом (через ролик) и стабилизирует скорость движения ленты. В описанной конструкции узла прижимного ролика в рабочей зоне с одним ведущим валом движение магнитной ленты нереверсивное.

В реверсивном узле прижимного ролика прецизионного МТЛ (рис. 150) к одному ведущему валу 3 подводятся два прижимных ролика 1 и 5 с одинаковым усилием. Ролики сложной конструкции состоят из средней секции 5 и двух крайних 7 и 13. Секция 5 вращается на двух опорах качения 11 и имеет в верхней части запрессованное каленое кольцо 25, с которым контактируют подпружи-

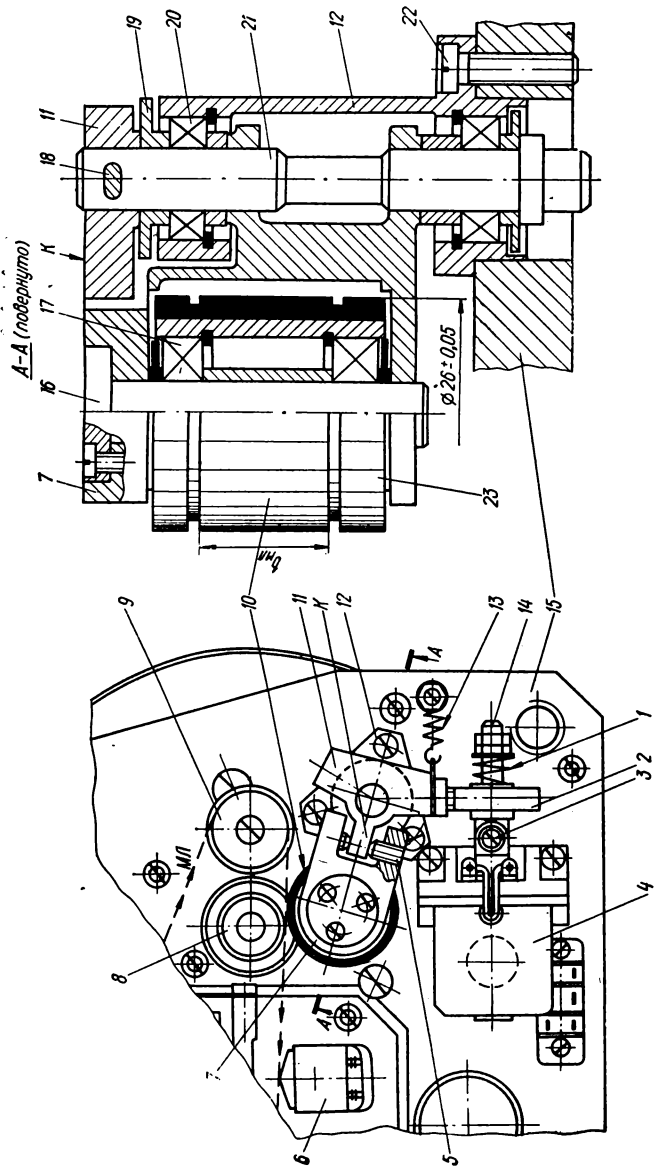


Рис. 149. Конструкция узла несамостоятельного простого прижимного ролика.

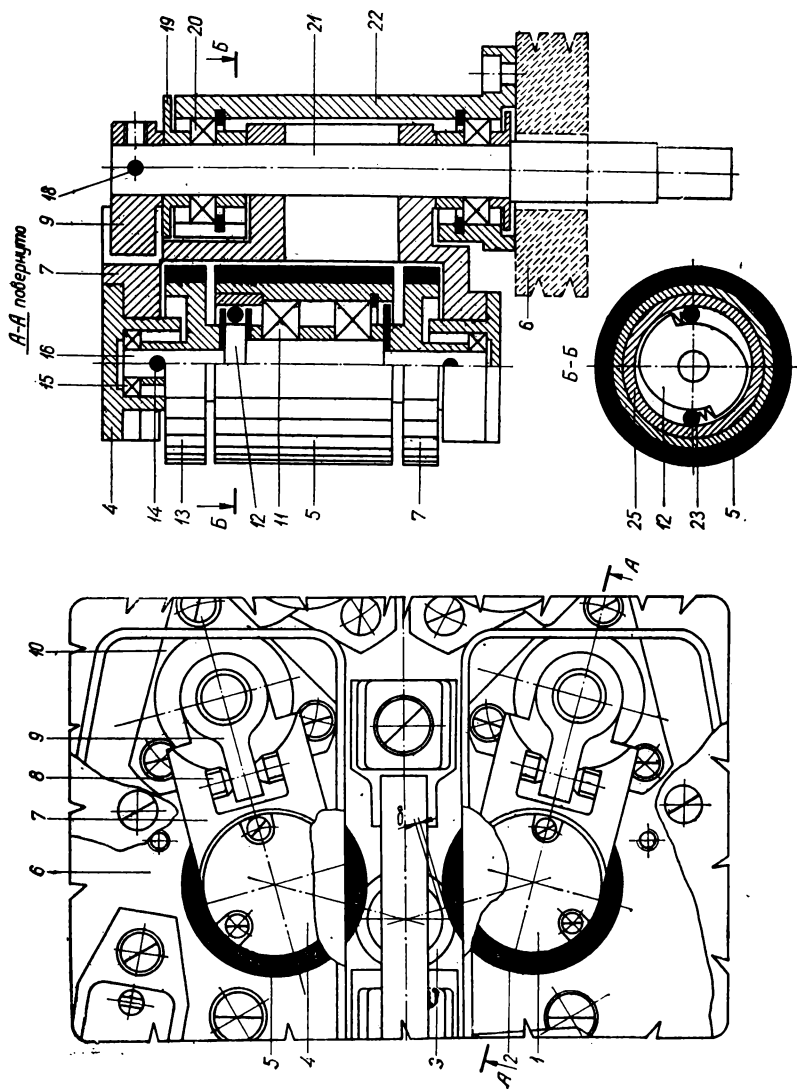


Рис. 150. Конструкция узла несамостоятельного сложного прижимного ролика.

ненные шарики 23. Две крайних секции 7 и 13 между собой жестко соединены штифтами 14 и осью 16 с кулачком 12. Ось 16 вращается в опорах 15, установленных через стаканы 4 в несущем рычаге 7. Ось 21 поворота ролика выведена вниз под несущую плиту 6 МТЛ, где соединяется через рычаг с электромагнитом. Кулачок 12 и подпружиненные шарики 23 образуют обгонную муфту. Муфты разно-стороннего действия установлены в обоих прижимных роликах 2 и 5. В зависимости от направления вращения ведущего вала 3 автоматически к средней секции 5 прижимного ролика подключаются (или выключаются) две крайние 7 и 13, создавая разность усилий транспортирования ленты. Это обеспечивает нормальное реверсивное транспортирование магнитной ленты.

В старт-стопных МТЛ узлы прижимных роликов должны обладать минимальным моментом инерции, чтобы в сочетании с постоянно вращающимся ведущим валом обеспечивать минимальное время разгона ленты до номинальной скорости. В узле прижимного ролика (рис. 151) старт-стопного МТЛ модели ЗЗ 600 фирмы СЕС ролик 5 минимального диаметра (около 15 мм для ленты шириной 25,4 мм) вращается на двух опорах качения 13. Ось 14 прижимного ролика 5 укреплена жестко в П-образном кронштейне 4, который, в свою очередь, размещен на двух параллельных плоских стальных пружинах 3 толщиной 0,3 мм. Пружины жестко крепят посередине винтами и шпилькой 11 на приливе 8 несущего алюминиевого кронштейна 7. На пружинах размещен кронштейн 2 с тормозной фрикционной колодкой 1, а на кронштейне — два электромагнита 6 и 9, сферические толкатели 10 которых находятся против середины прижимного ролика и тормозной колодки. После сжоривки пружинной подвески ролик, колодку и две параллельных пружины в местах соединения с кронштейнами фиксируют штифтами 12. Параллельно разнесенные друг от друга пружины образуют направляющую прямолинейного движения с трением упругости, обеспечивают минимальный момент инерции системы, не имеют люфтов и выполняют роль возвратных пружин. Описанная конструкция применима как базовая для старт-стопных МТЛ.

Прижимной ролик является основной деталью узла и представляет собой металлическую втулку, на наружной цилиндрической поверхности которой формуется горячим прессованием слой эластичного материала с большим коэффициентом трения (резина, полиуретан). Надежность сцепления прижимного ролика с ведущим валом и магнитной лентой зависит не только от фрикционных свойств эластичного материала, но и от высоты ролика. При увеличении высоты ролика повышается степень сцепления, однако при слишком большой высоте уменьшается удельное давление и ухудшается сцепление. Высоту прижимного ролика для узких магнит-

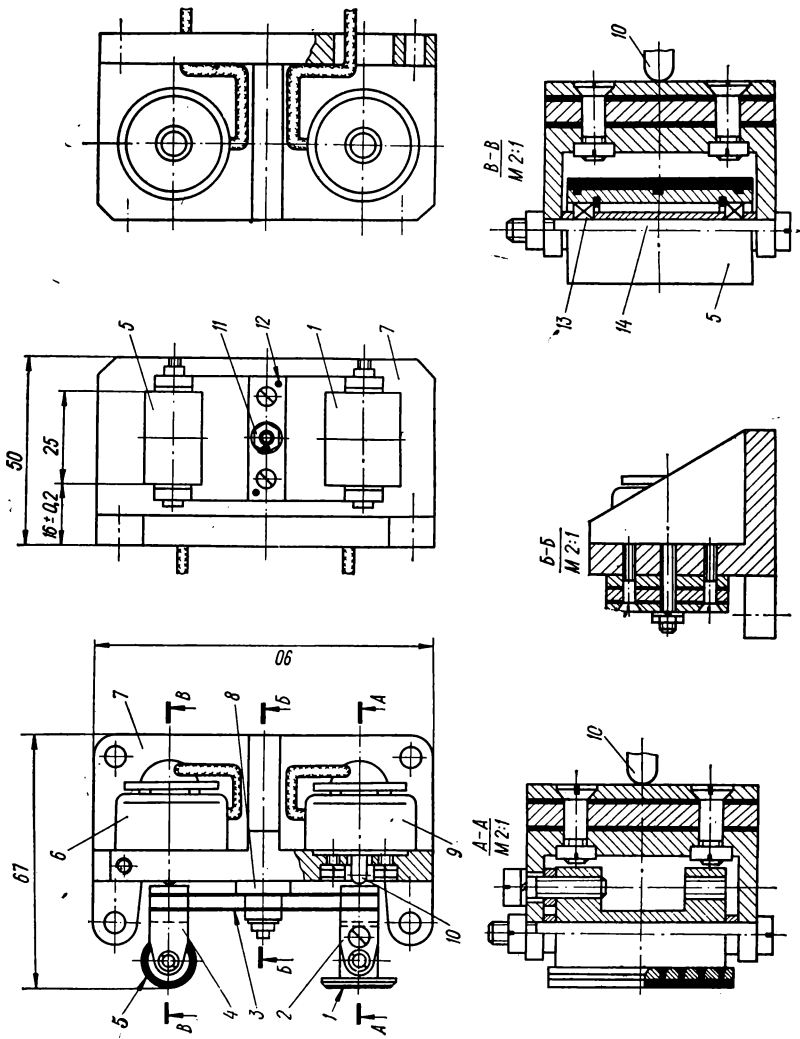


Рис. 151. Узел прижимного ролика и тормозной колодки старг-стопного МТЛ.

ных лент (3,8 и 6,25 мм) обычно выбирают равной 1,5—2,5 ширины ленты, для широкой (12,7 и 25,4 мм) — равной или на 3—8 мм больше ширины ленты, для очень широкой ленты (50,8 мм), применяемой в профессиональных видеомэгнитофонах, — меньше ширины ленты на 3—8 мм. Если высота прижимного ролика превышает ширину магнитной ленты, рекомендуется его высоту разделить на три секции двумя проточками, причем средняя секция должна быть равна или чуть меньше ширины ленты. В этом случае края ленты меньше подвергаются деформации. Для увеличения удельного давления без повышения прижимного усилия в ведущих узлах МТЛ с широкой магнитной лентой иногда уменьшают площадь зоны контакта применением 3—5 кольцевых проточек на эластичном слое шириной 1—1,5 мм и глубиной 0,8—1,2 мм. Наружный диаметр прижимного ролика выбирают равным 10—40 мм, исходя из ширины магнитной ленты, диаметра ведущего вала и габаритных размеров узла ведущего вала.

Для изготовления втулок прижимных роликов применяют материал (латунь марки ЛС59-1, алюминиевые сплавы Д16, В95), обладающий хорошим сцеплением с резиной, полиуретаном. Для МТЛ, работающих при большом перепаде температур окружающей среды (например +60 . . . -60° С), ввиду различных коэффициентов линейного расширения втулки и стального шарикоподшипника вышеуказанные материалы не применяют, так как при пониженных температурах могут зажаться шарикоподшипники, а при повышенных — образоваться большие радиальные зазоры и люфты. Для этих узлов используют нержавеющую сталь ЭИ-474, наружная поверхность которой латунируется или покрывается специальными клеями перед опрессовыванием. Для улучшения сцепления втулки с эластичным материалом на наружную поверхность ее наносят сетчатую накатку и выполняют несколько кольцевых проточек шириной 1,5 мм и глубиной 1—1,5 мм. Втулки прижимных роликов бытовых магнитофонов являются одновременно и опорами скольжения, поэтому их изготавливают из бронзовых сплавов БрАЖМц, БрКМц, бронзо- и железографитных материалов. В качестве эластичного материала прижимных роликов применяют резины марок НО68-1, 98-1ТС (тонкой структуры), В-14, ВИАМ-106, а также полиуретаны марок СКУ-6, СКУ-7 и СКУ-8, обладающие большим сроком службы, малыми и остаточными деформациями, нелипкие при повышенных температурах. Большое внимание необходимо уделять равномерности толщины эластичного слоя прижимного ролика, поэтому заготовка втулки должна иметь минимальные радиальные биения (не более 0,1—0,15 мм) относительно технологического установочного цилиндра. Опоры вращения прижимных роликов должны быть защищены от попадания ферромагнитной пыли и посторонних тел.

**Узлы придерживающих роликов** предназначены для удержания магнитной перфорированной ленты в зацеплении с зубчатым барабаном. Эти же ролики часто используют как направляющие, а также для создания необходимого угла обхвата лентой зубчатого барабана. Придерживающие ролики устанавливают: 1) в непосредственной близости к барабанам с зазором, равным двойной толщине магнитной ленты (для возможности беспрепятственного прохождения склейки); 2) на некотором расстоянии от барабана с зазором, позволяющим свободно зарядить магнитную перфорированную ленту [154]. В первом случае придерживающие ролики отодвигаются от барабана при зарядке ленты, обеспечивают большую надежность в работе, поэтому их устанавливают обычно на откидных поворотных рычагах по два около каждого зубчатого барабана. Во втором случае ролики устанавливают на неподвижных осях, что упрощает конструкцию узла транспортирования и зарядку его лентой.

Узлы придерживающих роликов должны обеспечивать удобство зарядки и разрядки лентой зубчатого барабана и высокую надежность удержания ленты на барабане, иметь минимальные потери на трение вращающихся роликов, простую конструкцию, технологию изготовления и сборки. В зависимости от конструкции придерживающие ролики бывают эксцентрикового или рычажного типа. Наиболее распространены в АМЗ придерживающие ролики рычажного типа. Механизм придерживающих роликов состоит из узла двух направляющих роликов, укрепленных на поворачивающихся рычагах относительно неподвижной оси, и узла фиксации крайних положений роликов.

Два направляющих ролика 1 и 7 (рис. 152) установлены на опорах качения 11, которые размещены на неподвижных осях 10. Оси установлены параллельно друг другу в алюминиевых рычагах 3 и 6, которые фиксируются на одной общей оси 4, установленной на плите МТЛ возле зубчатого барабана 15. Опоры качения хорошо защищены от попадания ферромагнитной пыли крышками 2 с лабиринтным уплотнением. На оси 4 установлена пружина 8, отводящая рычаги с роликами от зубчатого барабана. Рычаги содержат выступы с регулировочными винтами 12 и 14, упирающимися в планку 13, укрепленную на кнопке 5 узла фиксации роликов. Кнопка перемещается внутри неподвижной оси 4, на дне которой установлена возвратная пружина 8. При упоре головок винтов в планку 13 (положение I) ролики подведены к барабану 15 на минимальное расстояние, что соответствует режиму транспортирования ленты. При нажатии кнопки вниз по стрелке Г головки винтов соскакивают с планки 13, а ролики 1 и 7 разводятся пружиной в разные стороны и отходят от барабана 15 на максимальное расстояние (положение II). Это соответствует режиму зарядки и разрядки лен-

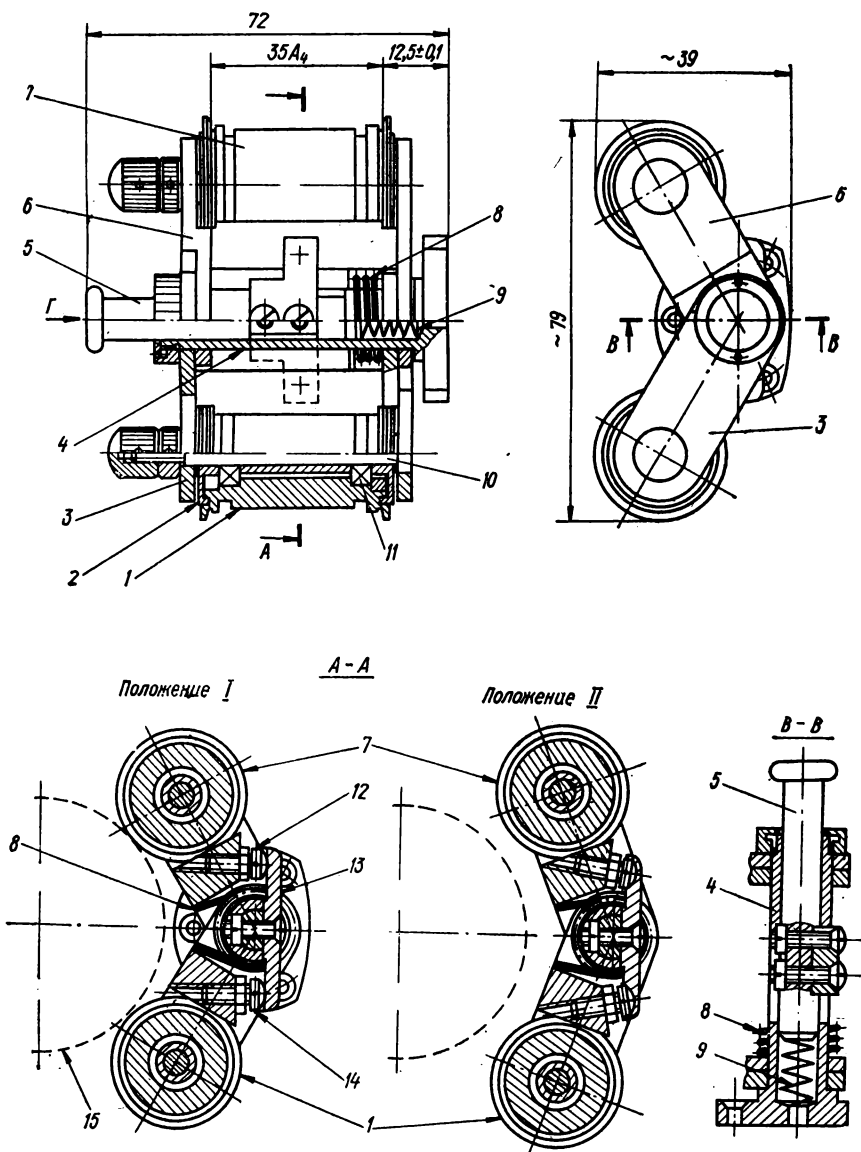


Рис. 152. Конструкция узла придерживающих роликов МТЛ для звукозаписи фирмы ЛОМО.



той узла транспортирования. После зарядки перфорированной ленты на барабан ролики 1 и 7 вручную подводятся к барабану, кнопка 5 пружиной 9 поднимается вверх, и планка 13 фиксирует рабочее положение роликов. Описанная конструкция применена в МТЛ 30-Д4 объединения ЛОМО (СССР).

**Маховики и шкивы.** Основными требованиями, выдвигаемыми при конструировании маховиков, являются:

- 1) получение максимального стабилизирующего эффекта при минимальной массе и размерах;
- 2) обеспечение надежности крепления на ведущем валу;
- 3) выполнение минимальных радиальных и торцевых биений;
- 4) обеспечение минимальных статического и динамического дисбалансов;
- 5) обеспечение однозначного и стабильного сцепления рабочей поверхности со связывающими элементами (обрезиненными роликами, ремнями);
- 6) простота изготовления и сборки.

Первое требование определяется моментом инерции сплошного (дискового) маховика, кг · м<sup>2</sup>,

$$J_m = 2mR_{cp}^2,$$

где  $m$  — масса маховика, кг;  $R_{cp}$  — радиус сосредоточения массы маховика, м.

Момент инерции простейшего ободного маховика (рис. 153, а)

$$J_m = m(R_{cp}^2 + h^2/4),$$

где  $h$  — ширина обода маховика, м.

Момент инерции многоступенчатого маховика (рис. 153, б, в, г) равен сумме моментов инерции всех составляющих ободов:

$$J_m = J_1 + J_2 + J_3.$$

Моменты инерции составляющих рассчитывают по приведенным выше формулам. Металл, расположенный вблизи оси вращения маховика, мало влияет на момент инерции его, поэтому при конструктивном исполнении основную массу маховика выносят на обод, оставляя в середине его только тонкий соединительный диск или спицы. Из этих же соображений место сосредоточения массы маховика желательно проектировать дальше от оси вращения, т. е. дальше чем приводной диаметр  $D_1$ . При одной и той же массе лучшими стабилизирующими свойствами обладает тот маховик, где место сосредоточения отнесено дальше от оси и приводного диаметра.

По форме маховики бывают сплошные (дисковые), ободные и чашеобразные (полые). Сплошные маховики — диски металла с кре-

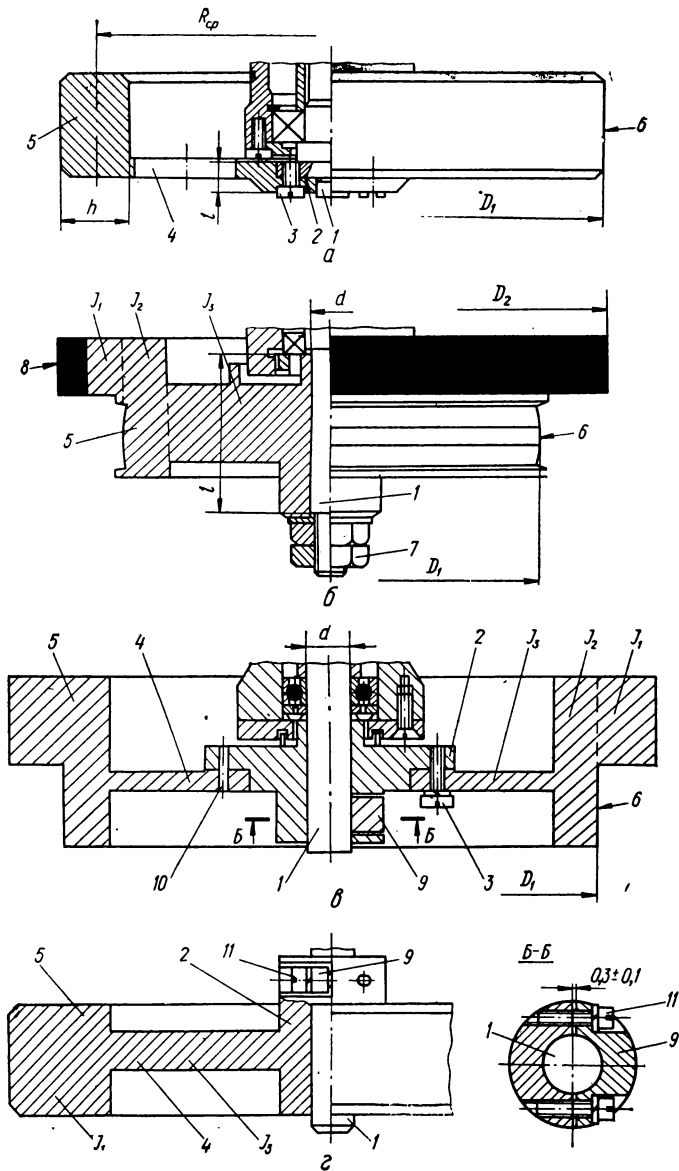


Рис. 153. Простые конструкции маховиков и крепления их на ведущих валах.

пешным отверстием в центре. Их применяют, в основном, в бытовых магнитофонах.

Наиболее распространены в АМЗ ободные маховики (рис. 153, *a*, *б*, *в*, *г*), где масса вблизи оси вращения выбрана, а оставлена только дисковая перепонка 4 для соединения с ободом 5. В перепонке 4 могут быть для уменьшения веса выполнены равномерно расположенные по окружности отверстия. Как и ведущие валы, маховики изготавливаются с минимальными величинами радиальных и торцевых биений. Радиальные биения рабочих поверхностей 6 и 8 диаметров  $D_1$  и  $D_2$  по отношению к установочной поверхности отверстия  $d$  в зависимости от класса МТЛ изменяются от 0,005 до 0,01 мм.

Рабочие поверхности приводного диаметра (диаметров) могут иметь форму: цилиндрическую гладкую (рис. 153, *a*, *в*, *г*), бочкообразную 6 и цилиндрическую обрезиненную 8 (рис. 153, *б*), ступенчатую с полусферическими проточками под приводной ремень и др. Цилиндрическая форма рабочей поверхности наиболее проста в изготовлении, однако при сборке предъявляются жесткие требования к точности установки соединительных приводных ремней и шкивов ведущих двигателей. При бочкообразной форме рабочей поверхности снижаются требования к точности установки соединительных приводных ремней и шкивов двигателей, но появляется добавочное напряжение от поперечного изгиба и уменьшает срок службы ремней. При рабочей поверхности 8 (рис. 153, *б*) с обрезиненным ободом осуществляется фрикционная связь шкива ведущего двигателя или его вала с маховиком непосредственно без промежуточных элементов (ремней, роликов). Такой маховик применен в МТЛ R-1761 фирмы TEAC и в отечественном студийном магнитофоне МЭЗ-62.

Большое значение имеет правильный выбор способа установки маховика на вылет ведущего вала. При установке на вал даже прецизионно выполненного маховика могут появиться недопустимо большие радиальные и торцевые биения. Соединения маховиков с ведущими валами бывают неразъемными и разъемными, фланцевыми и цилиндрическими. Неразъемные соединения обычно осуществляются напрессовкой маховика на ведущий вал. Натяг в посадке при этом выбирают 3—10 мкм, длина посадочного диаметра  $l \geq 3d$ . После напрессовки узел подвергают статической и динамической балансировкам. Описанное соединение маховика с валом применяют в МТЛ бытовых магнитофонов. Разъемные соединения маховика с ведущим валом применяют, в основном, в МТЛ профессиональной и специальной АМЗ. Простейшее разъемное соединение маховика с ведущим валом использовано в МТЛ профессионального видеомангнитофона TR-5 фирмы RCA, где в ступице маховика установлены три стопорных винта под углом 90°. Основное требование

к этому соединению — минимальный зазор между валом и маховиком (2—8 мкм), так как он автоматически переходит в радиальное биение рабочей поверхности маховика вследствие однонаправленной затяжки стопорных винтов. Описанное соединение относится к центрирующим цилиндрическим.

Наименьшая длина соединения (рис. 153, *а*) достигается при фланцевом (торцевом) креплении маховика 5 на фланец 2 ступенчатого ведущего вала. При этом вылет вала 1 обеспечивает цилиндрическое центрирующее соединение с маховиком и определяет радиальное биение его рабочей поверхности 6 в узле. Торцевая поверхность фланца, на котором маховик жестко крепится винтами 3, обеспечивает торцевые биения маховика. Фланцевое соединение маховика и вала может применяться в ведущих узлах при минимальной его высоте. К недостатку этого соединения относится применение ступенчатого ведущего вала, выполняемого из одной заготовки диаметром около 30 мм при диаметре рабочей части вала 8—10 мм.

Для гладких и ступенчатых с небольшим перепадом диаметров ведущих валов (рис. 153, *б, в, г*) применяют центрирующее цилиндрическое соединение. Если вылеты ступенчатых ведущих валов выполняют по скользящей посадке  $C_1$ , то центрирующие отверстия в маховиках — по посадке  $A_1$ . Если вылет гладкого ведущего вала изготовляют по посадке движения  $D_1$  или другим специальным посадкам, то отверстие в маховике можно выполнять также по посадке  $A_1$  для валов с диаметром до 6 мм. Для ведущих валов с диаметрами от 6 до 20 мм, где зазоры в сопряжениях могут достигать 0,03—0,04 мм, рационально применять специальные посадки. При этом зазор в соединении маховиков и валов должен составлять 2—6 мкм. Уменьшается влияние зазора в соединениях маховика и вала в центрирующих цилиндрических сопряжениях при увеличении длины посадочной базы (как при запрессовке).

Маховик 5 поджимается к внутреннему кольцу нижнего шарикоподшипника (рис. 153, *б*) гайкой и контргайкой 7. Таким образом, в этом соединении торцевое сцепление маховика с гайками и кольцом подшипника обеспечивает передачу вращающего момента, что недостаточно надежно. Наиболее просты в изготовлении цилиндрические центрирующие соединения маховика 4 с валом 1 (рис. 153, *в, г*) при помощи одного хомутика 9, прижимаемого к ступице фланца 2 двумя винтами 11. При этом маховик может быть выполнен сборным или цельным. Маховик (рис. 153, *в*) устанавливают на диск фланца 2, который уже размещается на валу 1. Винты 3 жестко крепят маховик на фланце. Штифт 10 обеспечивает однозначную установку его, как и при совместной расточке. К достоинству такого крепления относится уменьшение высоты, так как

крепление размещено внутри маховика. При соединении маховика с валом (рис. 153, а) хомутик 9 вынесен за высоту обода маховика, что несколько увеличивает высоту узла, но упрощает конструкцию, так как не содержит дополнительных фланцевых узлов.

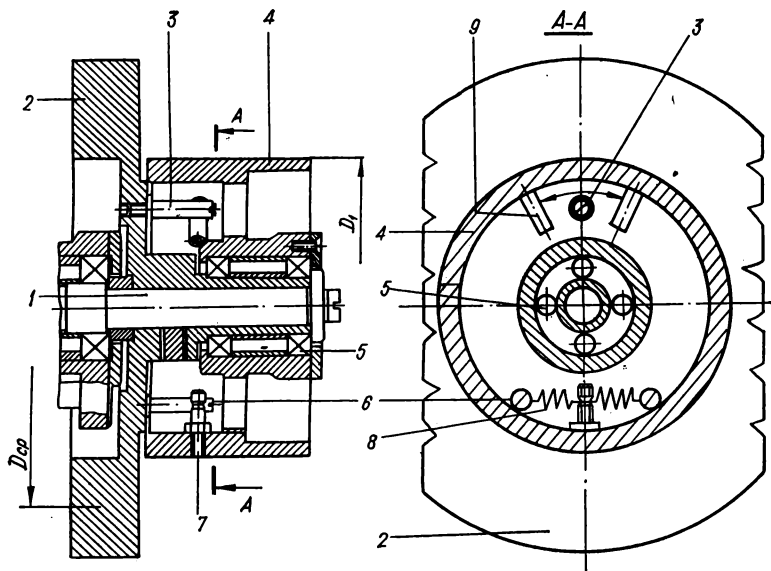
Конструкция сложного маховика с эластичной развязкой ведущих и ведомых масс в прецизионном МТЛ фирмы ЕМІ показана на рис. 154. Маховик 2 установлен на валу 1 жестко при помощи хомутикового крепления. На ступице этого маховика на своих шарикоподшипниках 5 размещен приводной шкив 4, соединенный с маховиком двумя пружинами 8, которые предварительно растянуты. Пружины одним своим концом укреплены в кольцевой проточке поводка 7, расположенного в шкиве 4, другими — на стойках 6. В перепонке маховика установлен палец 3 с обрезиненной трубкой, а в теле шкива симметрично пальцу радиально размещены ограничители 9. Таким образом, во время работы МТЛ приводной шкив может иметь небольшие колебательные движения относительно маховика, не передает их последнему благодаря пружинной связи. Средний диаметр сосредоточения момента инерции  $D_c$  значительно превышает приводной диаметр  $D_1$  шкива, что также способствует уменьшению неравномерности скорости вращения ведущего вала.

В маховике, конструкция которого показана на рис. 154 б, для уменьшения колебаний скорости обод выполнен с кольцеобразной замкнутой полостью 2, например резиновой трубкой. Часть обода размещена между кольцевыми выступами по торцам половин 1 и 4 маховика, стягиваемых винтами 5. К ободу прижимается вал 3 ведущего двигателя.

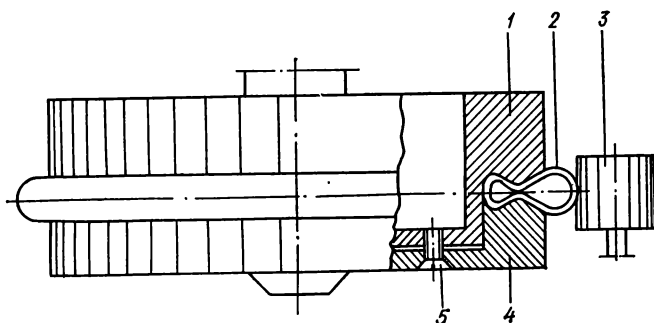
Узел ведущего двигателя сообщает ведущему валу вращающий момент, необходимый для надежного транспортирования магнитной ленты в режиме рабочего хода МТЛ. Он должен иметь вращающий момент с заданным коэффициентом запаса, определяемый условиями эксплуатации, минимальные неравномерности вращения вала, насадки или шкива на валу, вибрации и акустические шумы, заданную жесткость крепления на несущей плите или субпанели. Узел ведущего двигателя может работать в схеме прямого или косвенного привода ведущего вала. Узлы ведущего двигателя отличаются конструктивным исполнением элемента передачи вращающего момента ведущему валу (шкив, насадка, зубчатая трибка), механической связью этого элемента с валом двигателя (жесткая или эластичная), способом крепления на несущей плите блока рабочей зоны или МТЛ (жесткая или амортизированная установка).

Узел ведущего двигателя, работающий в схеме прямого привода (рис. 155), состоит из ведущего вала 5 двигателя с внутренним или наружным ротором 2 (сердечником), взаимодействующим со статором 3, укрепленным в корпусе 4. Вал вращается в опорах 1,

установленных в подшипниковом щите 7. В первой конструкции ведущий вал жестко соединен с сердечником ротора, поэтому неравно-



а



б

Рис. 154. Сложные конструкции маховиков с эластичной развязкой ведущих и ведомых (инерционных) шкивов.

мерности взаимодействия последнего с вращающимся полем статора снижают равномерность скорости транспортирования ленты *МЛ*. В конструкции рис. 155, б сердечник ротора установлен на валу 5

на своих опорах качения 8 и имеет с ним эластичную связь 6 с демпфированием. Это обеспечивает снижение неравномерности скорости транспортирования ленты *МЛ* по сравнению с конструкцией рис. 155, *а* на 15—30% при одинаковых ведущих двигателях. В конструкции рис. 155, *в* на вал двигателя 5 устанавливается насадка 9,

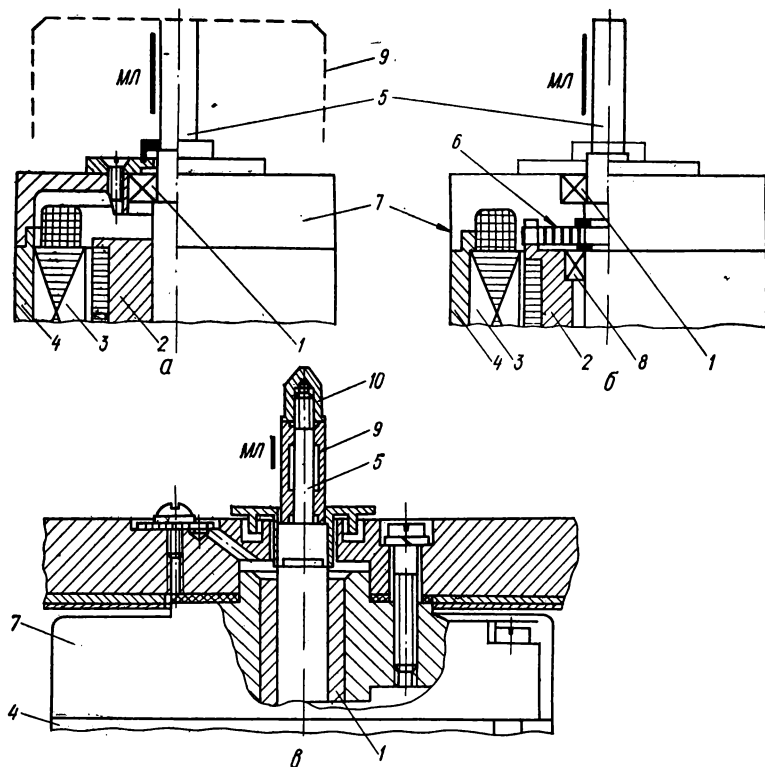


Рис. 155. Узел ведущего двигателя прямого привода.

наружная шероховатая поверхность которой контактирует с лентой *МЛ*. Насадка фиксируется на валу гайкой 10. Зазор сопряжения вал — насадка составляет 2—4 мкм. Эта конструкция применена в студийном звукозаписывающем магнитофоне МЭЗ-28А. Насадка 9 (рис. 155, *а*) может быть выполнена в виде полый чаши большого диаметра (обозначена штриховой линией).

Узел ведущего двигателя, работающий в схеме косвенного привода, содержит обычно двигатель, на валу которого устанавливаются элементы передачи вращающего момента в виде одно- или

многоступенчатых насадок, шкивы или зубчатые трибки. Механическая связь их с валом двигателя также может быть жесткой или эластичной, как и в прямом приводе.

Многоступенчатую насадку 10 (рис. 156, а, б) в МТЛ бытовых магнитофонов крепят на валу 1 ведущего двигателя 9 обычно тремя винтами 2, размещенными радиально по окружности через 90°. Неизбежный зазор в сопряжении вал — насадка переходит автоматически в радиальное биение рабочих цилиндрических поверхностей 5, 4 и 3, поэтому величину его стремятся уменьшить до минимума, например до 5—8 мкм. Линейный контакт винтов 2 и вала 1 (сечение А—А) более рационально заменить на поверхностный, установив для этого дополнительный сухарик 8 с радиально-вогнутой и плоской поверхностями. Сухарики следует изготавливать из более мягких по отношению к насадке материалов, например, бронзы, латуни или пластмассы. Применение сухариков повышает надежность и точность крепления насадок на валах при значительных передаваемых вращающих моментах. Рабочие цилиндрические поверхности 4 и 5 при меньших диаметрах насадки обычно выполняют гладкими или микрошероховатыми (последнее лучше), а поверхность 3 максимального диаметра — с сетчатой накаткой. Это обеспечивает надежность фрикционной связи с обрешиненным роликом 7, передающим вращающий момент маховику ведущего вала. В одноmotorных МТЛ, кроме цилиндрических ступеней на насадке, выполняется шкивная проточка 6 под резиновый ремень привода подкатушных узлов. В конструкции узла ведущего двигателя рис. 156, б насадка 10 имеет три шкивные проточки 4 под круглый ремень привода маховика ведущего вала и одну обрешиненную цилиндрическую поверхность 6 для привода подкатушных узлов.

В профессиональной и специальной АМЗ, где не допускается скольжение в передаче от вала двигателя на ведомый элемент, например, в узлах транспортирования перфорированной магнитной ленты, в узлах ведущего двигателя применяют зубчатые трибки (рис. 156, в, г). Трибка 1 может устанавливаться на вал 4 двигателя 3 посредством шпонки и гаек (разъемное соединение), что упрощает технологию изготовления и сборки, но увеличивает радиальное биение и неравномерность скорости ведомого зубчатого колеса 2. В более прецизионных МТЛ зубчатая трибка 1 выполняется заодно с валом 4 двигателя 3 (рис. 156, г). При этом значительно усложняется технология изготовления, требуются специальные двигатели, однако уменьшаются радиальные биения рабочей части трибки.

В прецизионных МТЛ специальной и профессиональной АМЗ обычно на валу двигателя (рис. 157, а, б, в) устанавливают одинарный, двойной или ступенчатый шкивы 3, на которых размещают плоские приводные ремни 5 и 7. При движении ремня по цилиндри-



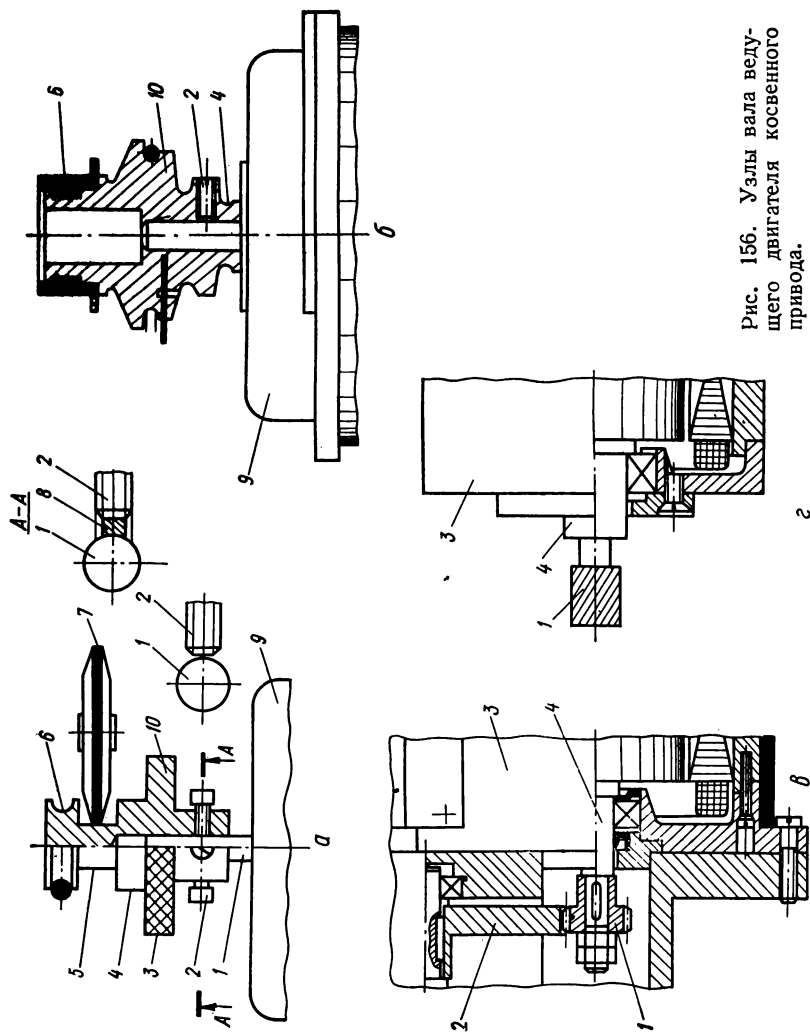


Рис. 156. Узлы вала ведущего двигателя косвенного привода.

ческим поверхностям шкива и маховика, если они не строго параллельны, происходит сбегание соединяющего элемента с них. Поэтому обычно форму шкива и маховика выбирают конусной по краям и цилиндрической посередине (бочкообразной). Ремень при движении по конусной части шкива стремится сместиться на больший диаметр,

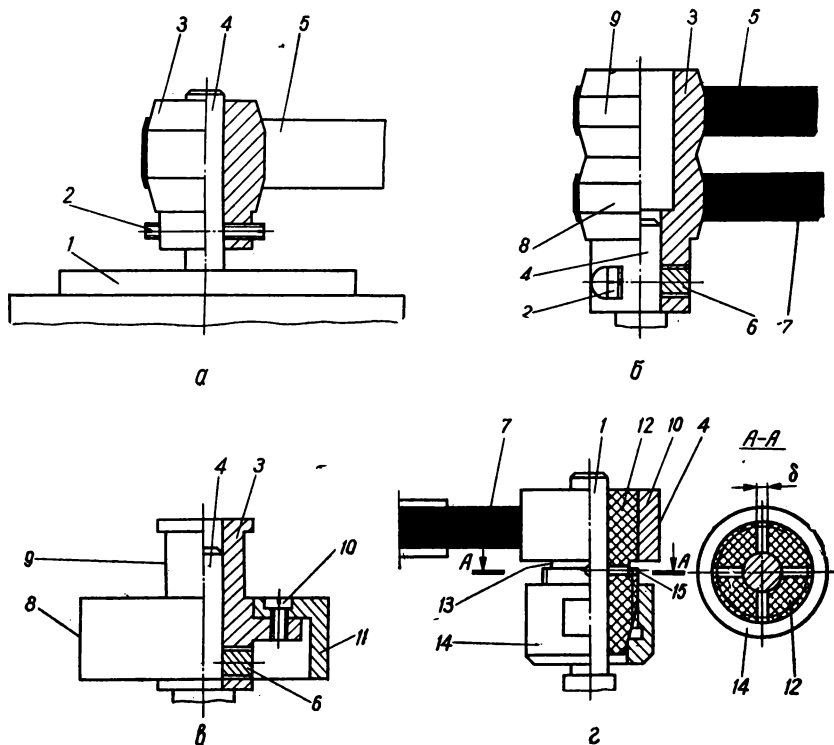


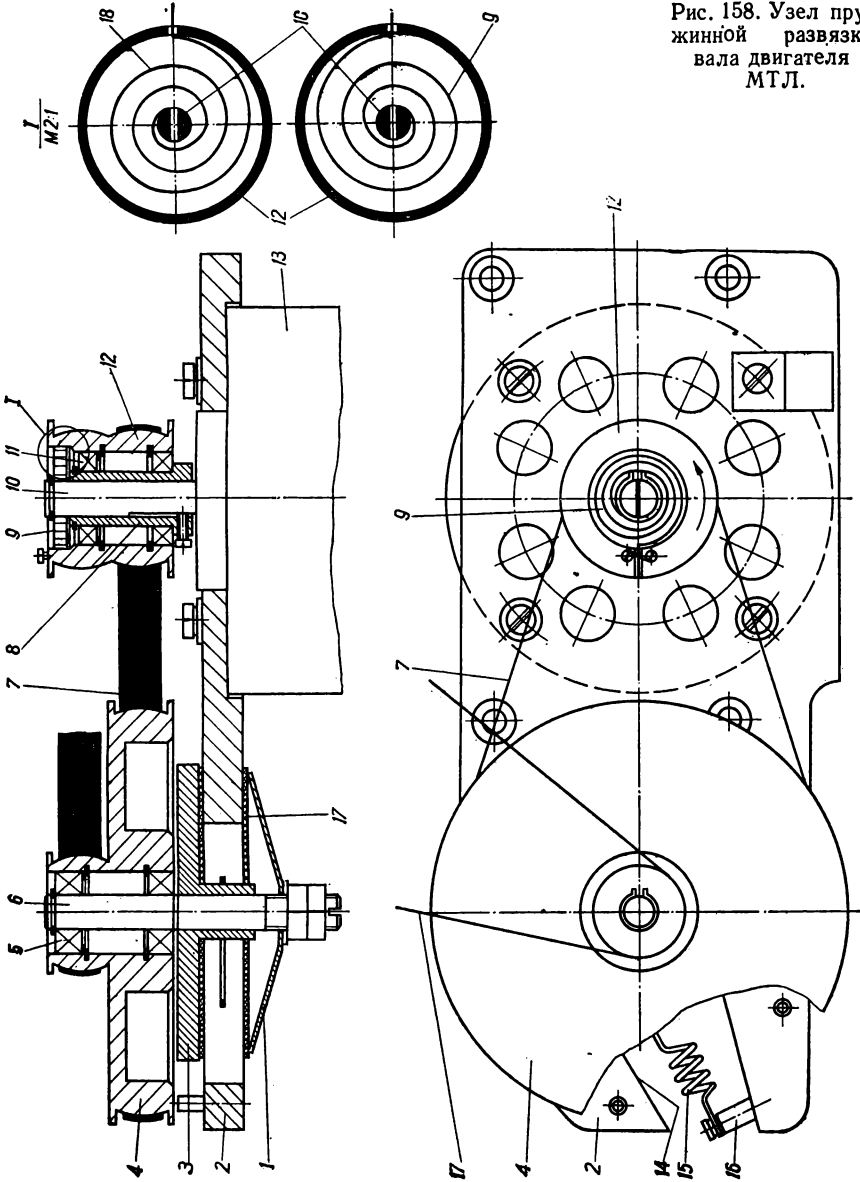
Рис. 157. Узлы вала ведущего двигателя профессиональных магнитофонов.

поэтому он хорошо удерживается на цилиндрической поверхности. Бочкообразность рабочих поверхностей вызывает добавочное напряжение от поперечного изгиба, вследствие чего ремни быстрее изнашиваются, поэтому ее рекомендуется выполнять только на маховике, а на шкиве двигателя оставлять цилиндрическую поверхность (рис. 157, в). Иногда бочкообразность выполняют на обеих поверхностях (рис. 157, а, б), что, конечно, обеспечивает более точную фиксацию и устойчивость на них приводных ремней, но вызывает более быстрый износ. Крепление шкивов на валах двигателей осуществляют

ется винтами 2 или хомутиками 6. При передаче больших вращающих моментов инерционным массам, например барабанам анализаторов, применяют несколько приводных ремней 5 и 7, для чего на шкиве 3 выполняют две рабочие поверхности 9 и 8 (рис. 157, б). Для уменьшения высоты ступенчатый шкив (рис. 157, в) выполняют из двух частей 3 и 11, соединяемых точно тремя винтами 10 и двумя штифтами. Хомутиковое крепление 6 при этом прячется под юбкой шкива 11. В конструкции узла ведущего двигателя, применяемого в профессиональной АМЗ, выполняется соединение насадки 10 с валом двигателя 1 с помощью цангового зажима (рис. 157, г). При этом насадка напрессовывается на термоизоляционную втулку 12, например из текстолита или другой пластмассы. Это уменьшает нагрев рабочей поверхности насадки даже при значительном нагреве вала двигателя, а также исключает люфт насадки и соединяющего элемента. Нижняя часть термоизоляционной втулки имеет четыре радиальных паза шириной  $\delta = 1 - 1,5$  мм, кольцевую проточку 13 и радиальные отверстия 15. Надежная фиксация насадки обеспечивается плотным поверхностным обжимом вала двигателя термоизоляционной втулкой, затягиваемой накручиванием гайки 14 на конусную поверхность. Зазор в сопряжении насадки и вала выбирается равномерно по окружности, что исключает дополнительные радиальные биения рабочей поверхности.

Для уменьшения влияния неравномерности вращения вала двигателя в сверхпрецизионных МТЛ обычно приводной шкив устанавливают не жестко, как в предыдущих конструкциях, а через эластичную связь. Подобная конструкция (рис. 158) применена в бортовом магнитном регистраторе AR-200 фирмы AMPEX, где на вал 10 двигателя 13 установлена жестко втулка 8, на которой на опорах качения 11 размещен приводной шкив 12. Вал и шкив соединены через спиральную пружину 9, концы которой закрепляют в радиальных пазах обеих деталей. Двигатель жестко установлен на субпанели 2, где в пазу 14 свободно установлена ступица фланца 3. В ступице запрессована ось 6, на которой на опорах качения 5 размещен двухступенчатый шкив 4. Фланец и тарельчатая пружина 1 через фторопластовые шайбы 17 прижаты с небольшим усилием к двум чисто обработанным поверхностям субпанели 2, при этом обеспечивается постоянно перпендикулярное положение оси 6 и ее полусвободное перемещение в пазу 14. Натяжение приводного ремня 7 узла ведущего двигателя и ремня 17 узла ведущего вала обеспечивается пружиной 15, концы которой укреплены на штифте 16 и ступице фланца 3. Вал двигателя в момент разгона ведущего вала закручивает на 1,5—2 витка спиральную пружину по указанному стрелкой направлению. Пружина в этот момент облегчает режим пуска. После набора скорости пружина несколько раскручивается назад. Во время

Рис. 158. Узел пружинной развязки вала двигателя МТЛ.



рабочего хода вал двигателя и ведомый им шкив полузакрученной пружиной входят в состояние динамического равновесия с моментом сопротивления валу. Небольшие колебания вращения вала вперед или назад на  $1-3^\circ$  благодаря этой эластичной связи не передаются на шкив. Узел ведущего двигателя этой конструкции может работать только в одном направлении вращения, т. е. на закручивание спиральной пружины, обеспечивая неререверсивное транспортиро-

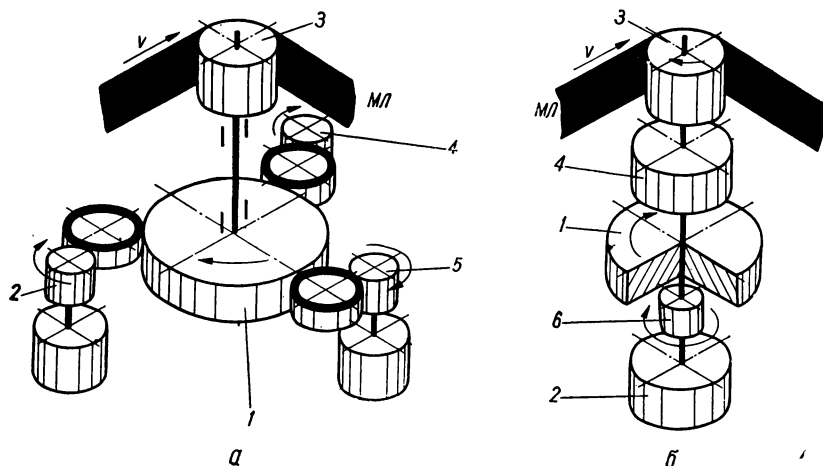


Рис. 159. Схемы параллельного соединения ведущих двигателей.

вание магнитной ленты. Для реверсивных МТЛ устанавливают две предварительно заведенные в разных направлениях спиральные пружины  $9$  и  $18$ , соединенные с шкивом  $12$  и валом  $10$  двигателя (рис. 158, узел 1). При любом направлении вращения вала двигателя одна из спиральных пружин закручивается больше и передает вращающий момент, другая — несколько раскручивается, что обеспечивает надежную работу этого узла в реверсивных МТЛ\*.

Когда мощности выбранного малогабаритного электродвигателя недостаточно для надежного транспортирования магнитной ленты, то применяют соединенные параллельно ведущие двигатели с узлами ведущего вала косвенного (рис. 154, а) или прямого (рис. 154, б) привода.

В схеме рис. 159, а вокруг маховика  $1$ , установленного на нижнем вылете ведущего вала  $3$ , размещают три электродвигателя небольшой мощности. Валы  $2$ ,  $4$  и  $5$  этих двигателей через паразитные

\* Предложено автором совместно с инж. Б. М. Ковалевским.

обрезиненные ролики одновременно вращают один маховик 1. Вращающий момент, сообщаемый при этом ведущему валу, несколько меньше суммы моментов ведущих маломощных двигателей, вследствие потерь в элементах кинематической связи. Неравномерность скорости вращения ведущего вала при таком соединении даже снижается, особенно резко для пяти электродвигателей. В схеме рис. 159, б верхний ведущий двигатель 4 через втулку 6 (гибкую или жесткую муфту) сочленен с валом нижнего двигателя 2. Образуется пушпульная схема соединения: верхний двигатель при этом тянущий (ведущий), а нижний — толкающий (подающий). Общий вращающий момент ведущего вала равен сумме моментов отдельных двигателей (исключая синхронные). Для снижения неравномерности вращения на валу верхнего двигателя установлен маховик 1.

**Соединительные элементы** применяют обычно в узлах косвенного привода для передачи вращающего момента ведущего двигателя на ведомый элемент (маховик, шкив или зубчатое колесо) ведущего вала, а также и в узлах прямого привода, когда необходимо соединить соосно установленные узел ведущего вала на сверхпрецизионных опорах вращения и двигатель на опорах нормального класса точности. Кроме того, последнее соединение применяют при коротком и нежестком на изгиб вале ведущего двигателя. Соединительные элементы должны иметь постоянное передаточное отношение (без переключения), обеспечивать минимальные неравномерности передачи вращающего момента, минимальный уровень шума (или быть бесшумными), максимальный КПД, высокую надежность. Соединительные элементы различают по виду механической передачи на ведущие узлы. При фрикционной передаче используют паразитные эластичные ролики, при ременной — бесконечные резиновые или лавсановые ремни, при зубчатой — зубчатые колеса. В ведущих узлах прямого привода для соединительных элементов применяют эластичные или обгонные, постоянно включенные или автоматически выключаемые.

Узел паразитного ролика фрикционной передачи (рис. 160, а, б) состоит из металлической втулки 3, на внешней поверхности которой горячим прессованием или наклеиванием выполнен эластичный кольцевой обод (резина, полиуретан) 6. Ролик свободно вращается на одной опоре 2 (качения или скольжения). В бытовых магнитофонах опорой служит отверстие металлической втулки, а в профессиональной. АМЗ — радиальный шарикоподшипник, который во втулке фиксируется установочными пружинными кольцами 8, а на оси 9 — винтом с крышкой 1. Для предохранения от попадания пыли и продуктов износа эластичного слоя ролика подшипник с двух сторон закрывается крышками 5, которые фиксируются винтами 4. Узел ролика устанавливают жестко при помощи винта 10

на несущем шарнирном рычаге 7. Ролик конструкции рис. 160, б крепят на оси 9 (ролик от роликоподшипника), которая запрессована во втулке 13. С двух сторон ролика установлены фторопластовые шайбы 11, а сверху еще и пружинная шайба 12. Конструкция рис. 160, а имеет большую ширину эластичного обода и может пере-

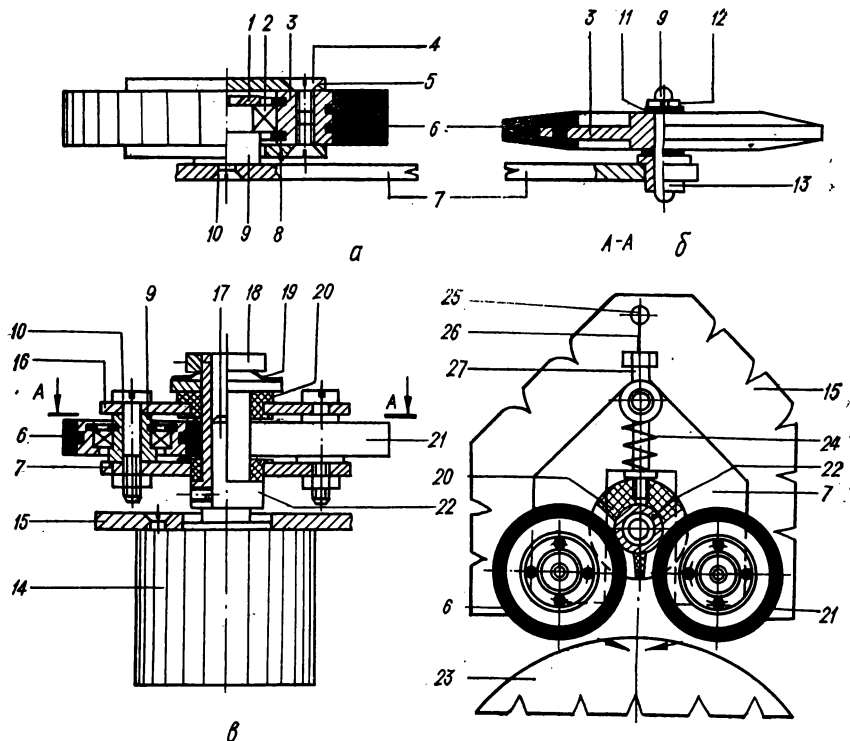


Рис. 160. Узлы соединительных паразитных обрезиненных роликов.

давать большие вращающие моменты, чем ролик конструкции рис. 160, б.

В узле с механизмом включения для реверсивных МТЛ фирмы Siemens Halske два обрезиненных ролика 6 и 21 (рис. 160, в) установлены между несущими пластинами 7 и 16. Оси 9 роликов фиксируют на пластинах винтами 10. Узел роликов установлен через фторопластовую втулку 20 на насадке 22 вала 17 электродвигателя 14. Небольшая фрикционная связь насадки с фторопластовой втулкой обеспечивается по их торцу тарельчатой пружиной 19, поджимаемой гайкой 18. Втулка между несущими пластинами имеет радиаль-

ные вырезы, обеспечивающие механический контакт обрешиненных роликов с насадкой двигателя. На втулке укреплен винт 27, на котором размещена пружина сжатия 24, упирающаяся одним концом во втулку несущих пластин. Пружина поджимает с определенным усилием обрешиненные ролики к насадке вала. Между головкой винта и стойкой 25 размещена плоская возвратная пружина 26, обеспечивающая в режиме «Стоп» среднее бесконтактное положение роликов 6 и 21 по отношению к маховику 23 ведущего вала. Стойка 25 и двигатель размещены на одной субпанели 15. Если насадка вала двигателя начинает вращаться, например по часовой стрелке, то за счет фрикционной торцевой связи узел роликов автоматически поворачивается относительно оси двигателя по часовой стрелке. При этом правый обрешиненный ролик 21 входит в контакт с маховиком 23 и сообщает ему, а также ведущему валу вращение по часовой стрелке. Пружина 26 при этом несколько изгибается. При изменении направления вращения вала двигателя и его насадки все происходит аналогично для левого обрешиненного ролика 6, который передает вращение маховику и валу против направления часовой стрелки.

В качестве соединительных элементов ременных передач применяют круглые, квадратные, плоские, плоские с фиксирующим выступом ремни, которые могут быть переменных и постоянных размеров. Ремни переменных размеров эластичны и изготавливаются из резины марок НО-68-1, 98-1-ТС, МАК-44, полиуретана СКУ-ПФ, СКУ-7П, лавсана. Они имеют повышенное относительное удлинение. Кольцевые канавки (проточки) на шкивах, маховиках 1 (рис. 161, а, б, в, г, д) под ремни 2 выполняются на 10—20% больше, чем входящие в них элементы для исключения защемления. Основным недостатком ремней круглого сечения — неопределенность зацепления, что не позволяет выполнить передачу на ведущий вал с высокой точностью. Удовлетворительной точностью обладают передачи с квадратным сечением ремня и наибольшей точностью — передачи с плоскими ремнями с фиксирующим трапециевидальным выступом или без него (рис. 161, з, д). Однако при этом необходимо шлифовать сам ремень по наружному и внутреннему диаметрам. Для плоских ремней без фиксирующих выступов рабочие поверхности шкивов или маховиков должны иметь бочкообразную форму. Плоские ремни с трапециевидальным (можно другой, например, треугольной, полукруглой формы) выступом и соответствующей формы кольцевой проточкой ведомых элементов обладают высокой поперечной устойчивостью движения даже при значительных перекосах осей валов двигателя и ведущего (рис. 161, е, ж, з). Размеры ремней из эластичных материалов выбирают такими, чтобы при установке на ведущий узел удлинение не превышало 20—30%. К общим



недостаткам всех резиновых приводных ремней относится пониженная надёжность, циклические изменения натяжения на различных участках, залипание при повышенных нагрузках и температурах, остаточная деформация при сравнительно небольшом времени работы.

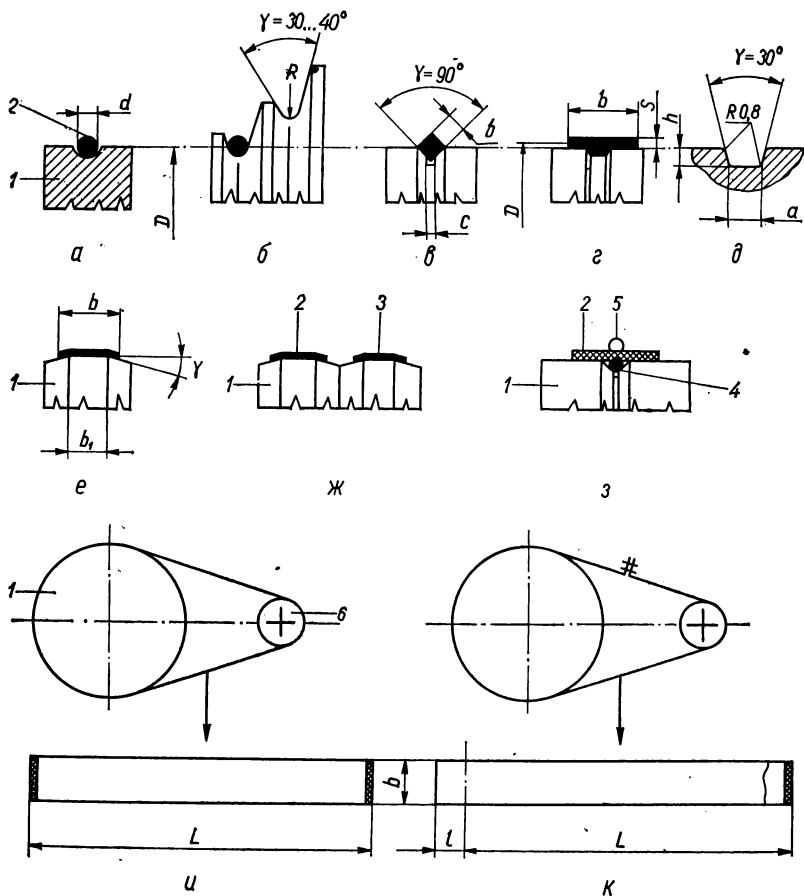


Рис. 161. Формы рабочих поверхностей маховиков и шкивов.

Резиновые ремни применяют в МТЛ бытовых магнитофонов и работают на шкивах диаметром не менее 10—15 мм. Полиуретановые приводные ремни почти лишены этих недостатков, но не могут работать при перепаде температур от  $-60$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ . Их используют в профессиональной и высокого класса бытовой АМЗ.

В специальной прецизионной АМЗ применяют высоконадежные, легкие, недорогие и изящные приводные ремни постоянных размеров из лавсановых материалов, литых или тканых. Лавсановые ремни могут работать в диапазоне температур от  $-60$  до  $+125^\circ\text{C}$ , относительной влажности 98% (при температуре  $+40^\circ\text{C}$ ), имеют высокий предел прочности и могут передавать значительный крутящий момент. При работе ремней при температуре выше  $100^\circ\text{C}$  следует применять натяжной ролик. Лавсановые ремни используют на шкивах диаметром 5—18 мм, так как они имеют небольшую толщину (0,06—0,3 мм). Коэффициент трения непропитанных приводных ремней в паре со сталью составляет не менее 0,2. Для уменьшения радиальных нагрузок на валы двигателя б и ведущего вала увеличивают сцепление тканых ремней, пропитывая их в спирто-канифолиевой смеси. Коэффициент трения при этом возрастает до 0,4. Для обеспечения поперечной устойчивости движения плоских ремней 2 и 3 (рис. 161, е, ж) рабочая поверхность маховика или шкива 1 выполняется бочкообразной. Ширина цилиндрической части  $b_1 = b/2$ , где  $b$  — ширина приводного ремня. Иногда для этих же целей при цилиндрической поверхности шкива или маховика 1 (рис. 161, з) на ремне 2 вдоль его длины выполняют швейную строчку лавсановой ниткой в два-три раза большего диаметра, чем толщина. Последовательные строчки 5 и 4, следующие друг за другом с небольшим шагом, обеспечивают устойчивое удержание приводного ремня в проточке шкива и на его цилиндрической поверхности.

Лавсановые приводные тканые ремни могут быть сшивными (из специальной тесьмы шириной 4, 6, 8, 10 и 12 мм) или цельными (выполненные путем резки колец из рукавины шириной до 200 мм). Сшивные приводные ремни применяют при любом произвольном расстоянии между центрами маховика и шкива. Для получения минимальной длины сращиваемого участка ленту сшивают при сложенных концах (рис. 161, к). Такой стык, располагаемый в передаче наружу, несколько ухудшает параметры. Диаметр шкива для сшивного приводного ремня выбирают не менее 20 мм. Натяжной ролик при таких ремнях устанавливают внутри передачи. Он действует на разведение ветви. Цельные тканые приводные ремни из рукавной ткани имеют нормализованный ряд размеров сложенной длины:  $L = 60, 75, 90, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 450, 500$  мм. Расстояние между центрами шкива и маховика выбирают с учетом этого ряда. Цельнотканые ремни обеспечивают высокие качественные параметры передачи. Натяжной ролик, если его применяют, устанавливают снаружи. При передаче небольших моментов (до 3,5—4 Нсм) для транспортирования узких магнитных лент (3,8 и 6,25 мм) в малогабаритной АМЗ применяют литые цельные лав-

сановые ремни толщиной 0,04—0,07 мм из полиэтилентерефталатной безтитановой смолы. Такие приводные ремни обладают меньшими гистерезисными потерями, чем резиновые.

**Опоры вращения ведущих валов** предназначены для направления движения обслуживаемых ими ведущих или приводных валов и воспринимают действующие на них усилия. В зависимости от вида трения между относительно перемещающимися поверхностями различают опоры скольжения и качения. Иногда в ведущих узлах применяют сочетание этих опор — комбинированные опоры. От правильного выбора опор, способа их установки и смазки зависят равномерность вращения валов, безотказная работа и срок службы всего ведущего узла. Опоры валов состоят из обхватываемой части вала (цапфа или шейка) и обхватывающей детали (подшипника). Цапфы вращаются, а подшипники или их часть обычно неподвижны.

Для ведущих и приводных валов применяют две опоры, воспринимающие радиальные и осевые усилия. В сверхпрецизионных ведущих узлах одну из опор выполняют спаренной из двух одинаковых опор качения. Сочетание трех разнесенных опор применяют сравнительно редко, только для ведущих валов большой длины. Опоры вращения валов должны иметь наибольшую точность и плавность вращения, минимальные момент трения, зазоры в сопряжении вал — подшипник, износ трущихся поверхностей, акустические шумы и вибрации. Опоры скольжения, применяемые в ведущих узлах, бывают неразъемные (несамоустанавливающиеся и разъемные (самоустанавливающиеся).

Конструктивно неразъемные цилиндрические подшипники (рис. 162, *a, б, в*) обычно изготавливают : 1) в несущем корпусе или 2) запрессовывают в него полностью готовыми. В первом случае достигается меньшая несоосность двух цилиндрических опор, большая жесткость конструкции, упрощается технология изготовления, но исключается замена одной из изношенных опор. При этом отдельно подшипники имеют окончательно обработанную посадочную поверхность 1 и предварительно обработанное (с припуском) отверстие 2. После запрессовки или заформовки при литье в несущий корпус этих подшипников окончательно обрабатываются отверстия 2 под цапфы вала с одной установки. При этом несоосность отверстий может составлять не более 0,003 мм. Во втором случае несоосность двух подшипников несколько увеличивается, но обеспечивается замена любой из изношенных опор. Для этого при изготовлении подшипников скольжения задается радиальное биение установочной поверхности 1 относительно отверстия 2 диаметра  $d \leq 0,003$  мм. Кроме того, необходимо учитывать уменьшение диаметра отверстия 2 на величину натяга при посадке (запрессовке) подшипника в несущий корпус.

Конструктивно подшипники могут иметь сквозное внутреннее отверстие 2 (рис. 162, б, г, д) или глухое (рис. 162, а), когда в торце размещается осевая опора в виде стального шарика с установочным винтом. Длина базы (поверхности скольжения) подшипника под цапфы вала  $l \geq 2,5 \dots 3d$ .

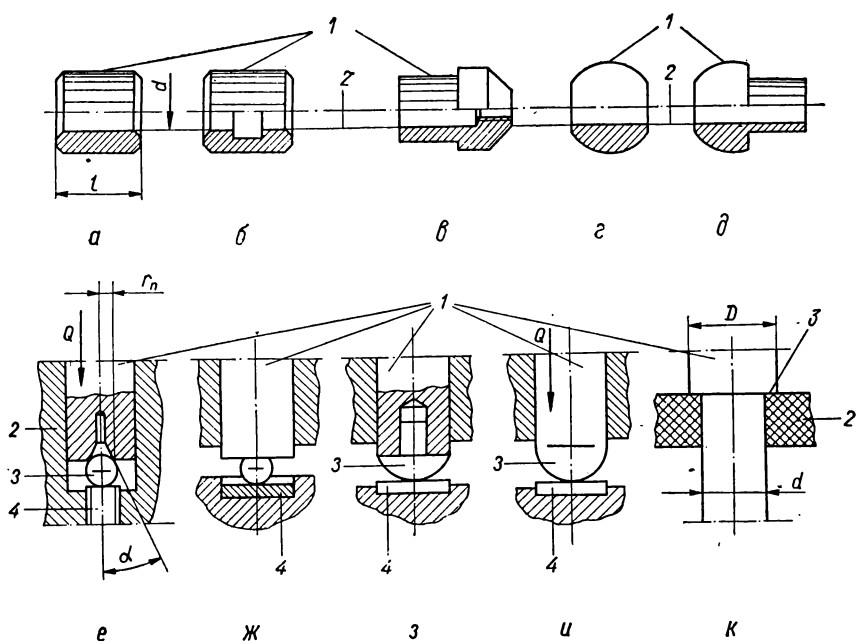


Рис. 162. Опоры скольжения ведущих валов.

Разъемные (самоустанавливающиеся) подшипники (рис. 162, г, д), которые имеют наружную посадочную поверхность 1 в виде сферы или полусферы, применяют в МТЛ бытовых магнитофонов. Так как сопряжение сферической поверхности подшипника и с такой же поверхностью гнезда технологически выполнять очень сложно, то сферическую поверхность гнезда заменяют конической. Между подшипником и цапфой вала сопряжение выбирают по посадке  $A_1/D_1$  с гарантийным зазором 5—20 мкм для валов диаметром от 6 до 10 мм. В некоторых узлах применяют сопряжение по посадке движения ( $A/D$ ), что обеспечивает гарантийный зазор 5—30 мкм для валов диаметром от 6 до 10 мм. Гарантийный зазор для особо точных узлов ведущего вала в сопряжении подшипника и цапфы выполняют 3—6 мкм по специальным посадкам.

Максимальный момент трения трогания, цилиндрических опор при радиальной нагрузке  $R$  и коэффициенте трения  $f$  поверхностей скольжения  $M_{тр} = dR f/2$ . Если выбрана горизонтальная ориентация оси вращения вала, то усилие  $Q$  от массы маховика необходимо учитывать как дополнительную радиальную нагрузку к  $R$ . В качестве нижней осевой опоры ведущего или приводного валов применяют чаще всего сочетание сферической поверхности и плоского подпятника. Образуемый при этом почти точечный контакт поверхностей обеспечивает минимальный момент трения, но требует тщательного подбора материалов и их обработки. Осевую нижнюю опору (рис. 162, е) выполняют в виде вылета вала 1 с конусным отверстием с углом  $2\alpha = 60 \dots 90^\circ$ , в котором размещается стальной закаленный шарик 3. Шарик опирается на винт 4, вкрученный в торец подшипника 2. С помощью винта можно опустить или поднимать ведущий вал.

Момент трения в шаровой опоре при осевой нагрузке  $Q$   $M_{тр} = Qf r_n / \sin \alpha$ , где  $r_n$  — радиус контакта конусного пояска с шариком.

Шарик 3 может опираться на диск 4 (рис. 162, ж), при этом положение ведущего вала по высоте не регулируется. Вместо стального шарика применяют специальную сферическую кнопку 3 (рис. 162, з). Радиус кривизны и осевая нагрузка опоры при этом могут быть резко увеличены. При небольших осевых нагрузках  $Q$  непосредственно вылет вала 1 может выполняться в виде полусферы 3, опирающейся на диск 4 (рис. 162, и). Такое исполнение в настоящее время применяют в МТЛ унифицированных бытовых магнитофонов типа «Юпитер».

Реже используют осевую опору (рис. 162, к) в виде торцевого выступа (буртика) 3 ведущего вала 1, опирающегося пояском на плоскость диска из текстолита 2. Момент трения этой опоры  $M_{тр} = Qf/3 (D^2 - d^2)$ , где  $D$  — наружный диаметр пояска;  $d$  — внутренний диаметр пояска или вала. Момент трения осевой опоры этого исполнения больше, чем в предыдущих. Описанная конструкция осевой опоры применена в ведущем узле прямого привода МТЛ магнитофонов с двигателем фирмы «Papst».

Подшипники скольжения для ведущих узлов изготавливают механической обработкой из бронзы марок БрКМц, БрОЦС, БрАЖМц или спеканием под давлением металлокерамических порошков (бронзографит, железографит). Подшипники из металлокерамических порошков после спекания подвергают вакуумной пропитке в масле, в результате чего нагретое масло заполняет большое количество капилляров в их пористой структуре и на трущихся поверхностях создается масляная пленка. При нагреве поверхностей трения масло, содержащееся в порах, выходит на поверхность. Величиной пористости определяется и несущая способность подшипника. На-

пример, при снижении пористости железографитового подшипника от 25 до 15% величина допустимого удельного давления может быть увеличена на 20%. Чистота обработки сопряженных поверхностей подшипника и цапфы вала существенно влияет на срок службы опоры. Поэтому цапфа вала обрабатывается с шероховатостью не более 0,125 . . . 0,160 мкм, а внутреннее отверстие подшипника — с шероховатостью не более 0,25 — 0,35 мкм. Обрабатывать поверхности металлокерамических подшипников, кроме калибровки внутреннего отверстия, после пропитки не рекомендуется, так как происходит забивка пор подшипника, при этом ухудшаются условия смазки. В опорах скольжения слой смазки между цапфой и подшипником образует масляную подушку, демпфирующую толчки и удары (вибрации), что снижает неравномерность вращения вала.

Основные требования, предъявляемые к осевым опорам, — достаточная твердость и высокая чистота контактных поверхностей. Диски подпятников имеют твердость не менее 60 . . . 65 НРС. Для изготовления этих деталей применяют инструментальные стали марок ХВГ, У8А, У10А, чистота рабочей поверхности которых имеет шероховатость не более 0,125—0,25 мкм. Иногда для подпятников ведущих валов применяют диски из полиамида 68, обладающего высокой износоустойчивостью. Сферические и полусферические поверхности вылета ведущих валов изготавливают только из высокопрочных и шарикоподшипниковых сталей ШХ6, ШХ9 и ШХ15. Несмотря на простоту конструкции, подшипники скольжения имеют существенные недостатки, поэтому их применяют, в основном, для МТЛ бытовых магнитофонов стационарного исполнения. Основные недостатки опор скольжения следующие: сравнительно малый срок службы; невозможность полного выбора радиального и осевого люфтов, работы с большим перепадом температур окружающей среды; работа только с ограниченной ориентацией оси вращения вала в пространстве; большие потери на трение вращению.

В качестве опор качения вращающихся ведущих и приводных валов в МТЛ высококласной АМЗ применяют шарикоподшипники, которые по способности воспринимать нагрузку различают на радиальные (несущие, в основном, радиальную нагрузку) и радиально-упорные (несущие одновременно радиальную и осевую нагрузки). При выборе шарикоподшипников определяют радиальное и торцевое биения наружного и внутреннего колец, плавность хода, величину акустического шума на рабочих скоростях; срок службы, габаритные размеры и допуски на них (внутренний и наружный диаметры, высота) и др. Для шарикоподшипников установлено пять классов точности: 0 — нормальный, 6 — повышенный, 5 — высокий, 4 — особовысокий, 2 — сверхвысокий. Кроме пяти основных классов точности, выделены два промежуточных: 24 и 45, где

первая цифра указывает класс точности внутреннего кольца шарикоподшипника, а вторая — наружного.

**Схемы установки опор.** В ведущих узлах МТЛ АМЗ применяют установку опор вращения валов по отношению к маховику  $M$  вида двухопорной балки (рис. 163, а, б), прямой и обратной консоли

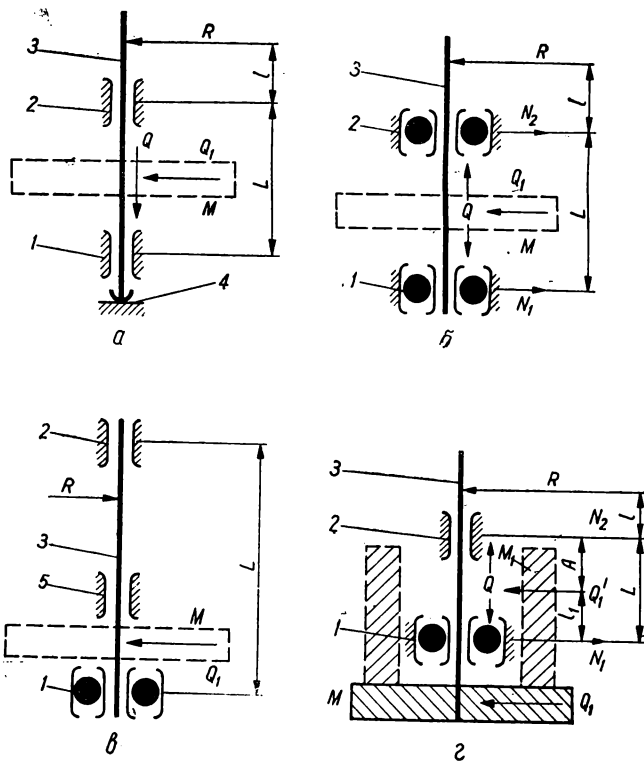


Рис. 163. Схемы установки опор вращения ведущих валов.

(рис. 163, а). Действие силы  $Q_1$  — от массы маховика перпендикулярно оси вращения ведущего вала 3, которая при этом имеет горизонтальную ориентацию в пространстве. При поверхностном контакте ленты с рабочим вылетом вала 3  $R = (0,1 \dots 0,3) Q_1$ , поэтому эту силу можно не учитывать. При максимальном изгибающем моменте прогиб двухопорной балки пропорционален третьей степени расстояния (пролета) между опорами  $L$ . Следовательно, сближение опор является эффективным средством повышения жесткости, хотя и несколько снижает точность фиксации вала относительно посадоч-

ной базовой поверхности несущего корпуса ведущего узла. Эти схемы нагружения применяют в МТЛ бытовой АМЗ.

Иногда по конструктивным соображениям нельзя уменьшить пролет между опорами 1 и 2, а прогиб может достигать значительной величины. Тогда жесткость системы увеличивают введением третьей промежуточной опоры 5 (рис. 163, в). Изготовление таких конструкций значительно сложнее, так как необходима точная обработка трех опорных поверхностей с высокой соосностью.

При консольном расположении опор просты и компактны конструкции. Опоры ведущего вала 3 (рис. 163, г) расположены в одной корпусной детали и посадочные отверстия под опоры можно точно обработать с одной установки с очень высокой соосностью. При этом  $L/l \geq 2 \dots 3$ . При более высоком соотношении  $L/l$  обеспечивается более точная радиальная фиксация ведущего вала (меньшая неперпендикулярность) относительно посадочной базовой поверхности несущего корпуса ведущего узла, а осевая — опорой 4.

В схеме двухопорной балки реакции  $N_1$  и  $N_2$  нагрузки  $Q$  на обе опоры 1 и 2 (рис. 163, а, б) примерно распределены равномерно и равны  $0,5Q_1$ . В схеме прямой консоли с дисковым маховиком  $M$  (рис. 163, г) при  $L/l \geq 2$  нагрузки (реакции)  $N_1$  и  $N_2$  на опоры 1 и 2 практически становятся постоянными, причем  $N_1$  приближается по величине к массе маховика  $Q$ , а  $N_2$  — к усилию  $R$  [36]. В ведущих узлах применяют схему установки опор в виде обратной консоли (рис. 163, г), когда маховику  $M_1$  придают чашеобразную форму. Нагрузка  $Q'_1$  от действия массы маховика при этом действует в пролете между опорами 1 и 2. Нагрузки  $N_1$  и  $N_2$  на опоры 1 и 2 имеют минимальное значение  $0,5Q'_1$  при  $A/L = 0,5$ , т. е. когда действие силы сосредоточено посередине пролета между опорами. Указанные нагрузки на опоры 1 и 2 в схеме обратной консоли имеют максимальное значение, равное  $Q'_1$ , когда  $A/l = 1$ , т. е. действие силы находится над серединой опоры 1. Действие силы  $R$  на рабочей вылет ведущего вала 3 необходимо учитывать, если применяется линейный контакт ленты с валом, т. е. когда она может составлять  $0,8 \dots 1,5 Q_1$ . При этом первые две схемы по отношению к силе  $R$  можно рассматривать как консольные, а по отношению к  $Q$  — как двухопорные балки. Кроме того, во всех схемах нагружения опор необходимо учитывать действие силы натяжения приводного ремня или паразитного обрезиненного ролика, которая в зависимости от направления увеличивает или уменьшает суммарное воздействие на опоры.



## 6. КОНСТРУКЦИИ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ РАБОЧИХ ЗОН

Несущие детали рабочих зон (корпусы, кронштейны, плиты и стойки) предназначены для размещения на них и в них части или всех деталей ведущих узлов, прижимных роликов, ведущих двигателей, направляющих роликов и стоек, магнитных головок, видеоблоков и др. Их различают по форме (цилиндрические корпусы и стойки, прямоугольные полые коробки, швеллерообразные кронштейны и плоские или сотовые плиты) и технологическому (цельные и разъемные, литые, точеные и фрезерованные) исполнению.

Несущие детали должны иметь высокую жесткость конструкции при минимальной массе и точность взаимного расположения базовых поверхностей (опорных и установочной), минимально возможные деформации базовых поверхностей, простоту изготовления. Конструкция несущей детали определяется как выбранным типом ведущего узла, так и компоновкой блока рабочей зоны и МТЛ. Наиболее простую форму имеют несущие детали узлов ведущего вала.

Для узлов ведущего вала применяют цилиндрические неразъемные несущие корпусы 1 (рис. 164, а, б) с цилиндрическими базовыми поверхностями 3 и 8 под опоры ведущего вала и торцевую установочную поверхность 5 для крепления на плиту блока рабочей зоны или МТЛ. Эти поверхности изготавливают с высокой точностью, отклонение от перпендикулярности их взаимного расположения не должно превышать 0,003 мм для прецизионной специальной и профессиональной АМЗ, и 0,02 мм — для бытовых магнитофонов. При использовании для опор шарикоподшипников на несущем корпусе выполняют торцевые поверхности 4 и 7 под крышки с параллельностью не хуже 0,003 мм и торцевой упорный буртик 2 под наружное кольцо шарикоподшипника (рис. 164, а). Неперпендикулярность его должна быть не хуже 0,001 мм. В опорном трехгранном фланце установочной базовой поверхности 5 имеются три или более отверстий для крепления на плиту МТЛ, а в поверхностях 4 и 7 — резьбовые отверстия (обозначены затемненными эллипсами) для крепления крышек. Фланец (рис. 164, б) с установочной поверхностью 5 выполнен эксцентрично отверстия 3 для размещения отверстий 9 и 11, которые вместе с приливом 10 служат для опор рычагов прижимных роликов. При этом требования по точности предъявляются только к поверхностям 3 и 5. В рассмотренных конструкциях несущих корпусов обеспечивается свободный доступ со всех сторон к маховику узла ведущего вала. Полуоткрытые швеллерообразные несущие кронштейны 1 (рис. 164, в) в МТЛ бытовых магнитофонов часто применяют там, где установочные площадки 5 приливов 6 выполнены точно перпендикулярно по отношению к цилиндри-

ческим опорным поверхностям 3 и 8 подшипников скольжения. Эти подшипники заформовывают перед литьем, а после него расточены с одной установки совместно с поверхностью 5. Для обеспечения достаточной жесткости на кронштейне выполнены ребра жесткости. В данной конструкции полузакрытого исполнения не обеспечивается доступ к маховику узла ведущего вала со всех сторон.

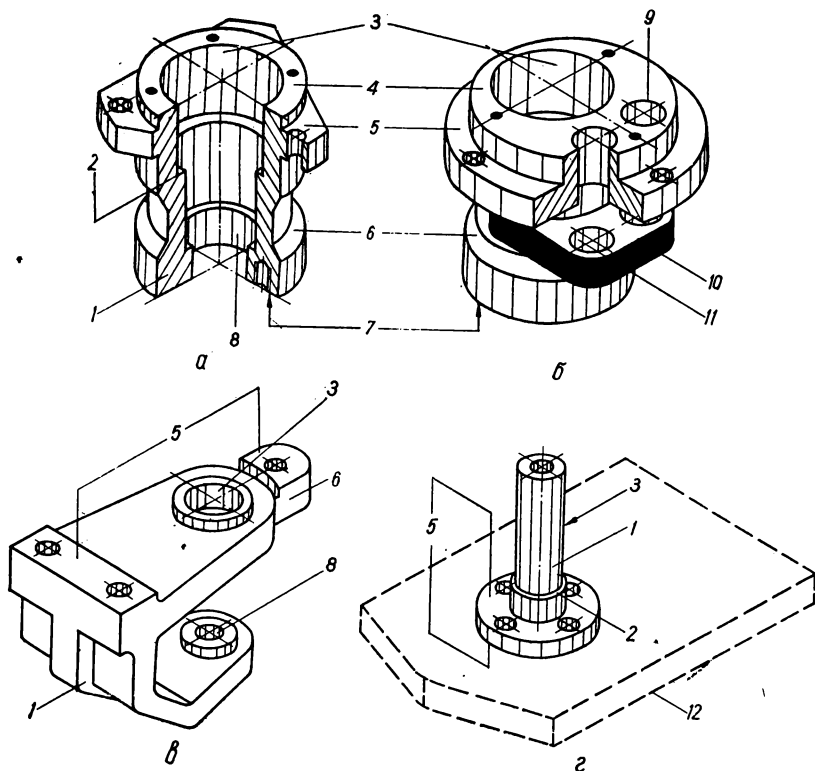


Рис. 164. Конструкции простых несущих элементов узлов ведущего вала.

Наиболее простую конструкцию и технологию изготовления имеет цилиндрическая несущая стойка 1 (рис. 164, г) узла ведущего вала исполнения I. Цилиндрическая поверхность 3 является базовой для опор и имеет упорный буртик 2, а торцевая поверхность 5 фланца стойки является установочной для крепления на плите МТЛ 12. В зависимости от общей компоновки установочная поверхность может быть с любой стороны от фланца стойки 1.

Рассмотренные конструкции несущих корпусов имеют простые формы и небольшие габаритные размеры, где вопрос жесткости\* решается равнопрочностью и толщиной сечений.

В более сложных по форме и конструкции несущих деталях ведущих узлов и значительных габаритных размерах вопрос жесткости становится одним из главных. Недостаточная жесткость несущих деталей расстраивает взаимодействие расположенных в них элементов механизма, вызывает повышенные трения и нагрев, износ опор и ведущих валов, снижает точность вращения и его равномерность. Влияние линейных размеров несущей детали на жесткость при сжатии — растяжении невелико (обратно пропорционально первой степени длины) и очень значительно при изгибе (обратно пропорционально третьей степени длины). Коэффициент жесткости растяжения или сжатия  $\lambda_p = F/l$ , коэффициент жесткости изгиба  $\lambda_{изг} = J/l^3$ , где  $J$  — момент инерции при изгибе;  $F$  — сечение бруска;  $l$  — длина нагруженного участка детали.

Для увеличения жесткости несущих деталей ведущих узлов необходимо:

по возможности устранять изгиб, заменяя его сжатием и растяжением;

при работе на изгиб рассредоточивать опорные точки базовой установочной поверхности;

заменять не выгодные по жесткости нагружения опор, например вместо прямой консоли применяют обратную;

рационально, без возрастания массы, увеличивать и усиливать участки перехода от одного сечения к другому;

применять коробчатые и сотовые формы вместо тавровых, а также сводчатые и сферические формы для коробчатых корпусов, рационально расставляя ребра жесткости в плоскости изгибающих сил;

уменьшать длины изгибаемых участков и консольных вылетов.

Конструкция литого несущего корпуса ведущего узла прямого привода магнитофона «Revox A-77» с центральным слегка конусообразным снаружи тубусом 2, который имеет внутреннее точное посадочное отверстие 4 под опоры вращения ведущего вала, показана на рис. 165, а. Нижняя часть тубуса имеет цилиндрическую поверхность 1 для посадки статора двигателя с наружным ротором и выполнена с радиальным биением по отношению к поверхности 4 не более 0,01 мм. Тубус посередине переходит в перепончатый фланец 6 с далеко разнесенными четырьмя установочными приливами и ребрами жесткости 3. Отклонение от перпендикулярности установочных

---

\* Жесткость — это способность системы или детали сопротивляться действию внешних нагрузок с наименьшими деформациями.

поверхностей 5 приливов относительно поверхности 4 не превышает 0,02 мм. Рационально расположенные ребра жесткости, далеко разнесенные установочные приливы, симметричное размещение в фланце тубуса позволили при сравнительно облегченной конструкции обеспечить хорошую жесткость несущего корпуса.

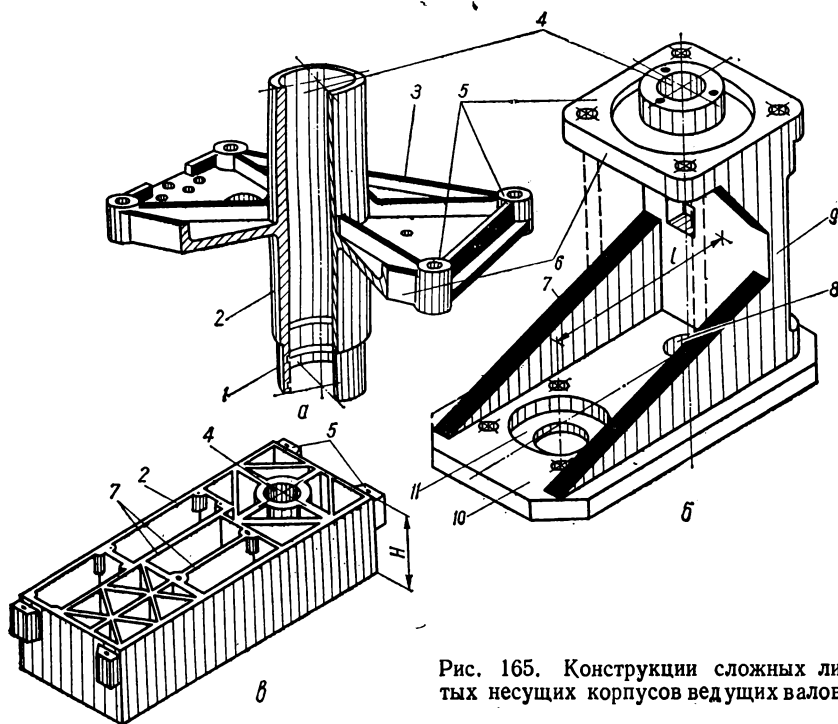


Рис. 165. Конструкции сложных литых несущих корпусов ведущих валов.

В литом сложной формы несущем корпусе ведущего узла косвенного привода МТЛ видеоманитофона TR-5 фирмы RCA (рис. 165, б) торцевая поверхность 5 верхнего квадратного фланца 6 является установочной для узла. Односторонняя стенка 9 и ребра жесткости 7 соединяют верхний фланец 6 с нижним прямоугольным фланцем 10. В обоих фланцах выполнены базовые отверстия 4 и 8 для установки опор вращения ведущего вала. Несоосность этих отверстий не превышает 0,005 мм, а неперпендикулярность установочной площадки 5 относительно отверстий 0,01 мм. Торцевые кольцевые площадки подшипниковых приливов точно спланированы с параллельностью не хуже 0,008 мм и предназначены для установки крышек поджатия наружных колец подшипников. При сравнительно

тяжелом ведущем двигателе на установочной площадке 11, расположенной на значительном расстоянии  $l$  от односторонней стенки 9, создается большой изгибающий момент. Это вызывает нарушение параллельности осей вращения вала двигателя и ведущего, что может вызвать зажатие опоры качения. В самом нагруженном месте стенка 9 не имеет усиления, и плоское сечение в этом месте корпуса не создает необходимой жесткости. Если продлить ребра жесткости до обозначенного штрихами, то это переводит плоское сечение на швеллерообразное и заменяет изгиб на растяжение уже трех стенок, что резко повышает жесткость конструкции несущего корпуса. Существенно повысить жесткость рассмотренного несущего корпуса можно также: 1) увеличением верхнего фланца по длине до размеров нижнего, переносом двух точек (отверстий) крепления на новые два угла и соединением нижнего и верхнего фланцев по новым углам дополнительными брусками, колонками или угольниками; 2) поворотом корпуса так, чтобы нижний фланец стал верхним установочным, и переносом точек крепления в углы фланца.

Высокую жесткость при сравнительно небольшой массе имеет несущий корпус рабочей зоны (рис. 165, в) с ребрами жесткости 7 высотой  $H = 80 \dots 150$  мм, которые расположены в виде фермы, прямоугольников и тонкостенного цилиндра 4 (под узел ведущего вала). Литой алюминиевый прямоугольный корпус 2 имеет четыре прилива с установочными площадками 5. Несущие корпуса сотового исполнения иногда усиливают перепонками, перпендикулярными ребрам жесткости, выполненными на расстоянии  $H/(2-3)$  от верхней кромки. Подобное сотовое исполнение несущих корпусов рабочих зон имеют видеоманитофоны профессиональный AVR-1 фирмы AMPEX, бытовые первого и высшего классов фирмы AKAI и МТЛ специальной АМЗ бортового исполнения.

В несущем неразъемном корпусе ведущего узла МТЛ Р1-200 фирмы Р1 (рис. 166, а) цилиндрическая стальная гильза 2 запрессована в алюминиевый брусочного исполнения несущий клин 7. В гильзе выполнены точное базовое отверстие 3 для подшипников качения ведущего вала и две кольцевые проточки по краям, в которых размещены упорные кольца 10. Отверстие 3 перпендикулярно верхней установочной поверхности 1 несущего клина 7 с тремя сквозными отверстиями 4, 5 и 6, расположенными параллельно отверстию 3 и предназначенными для установки опор оси поворота прижимного ролика, эксцентричных контактных штырей. Перпендикулярно отверстиям 4, 5 и 6 выполнено отверстие 9 для зубчатой цилиндрической рейки включения прижимного ролика и эксцентричных штырей. Неперпендикулярность поверхности 1 относительно отверстий 3, 5 и 6 не превышает 0,005 мм. На ней размещаются также безыстировочные магнитные головки, направляющие ролики рабочей зоны.

С нижней части клина 7 устанавливают два ведущих двигателя, натяжные ролики и другие элементы рабочей зоны МТЛ. Поверхность 11 несущего корпуса блока является присоединительной

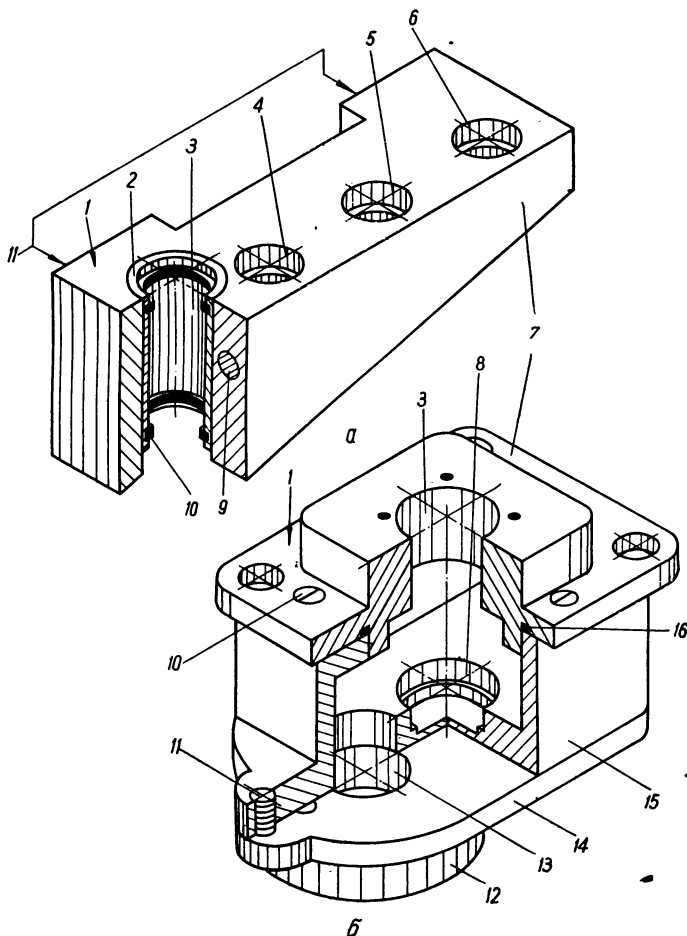


Рис. 166. Конструкции несущих корпусов объемной формы блоков рабочих зон неразъемного (а) и разъемного (б) исполнений.

к блоку соосных накопителей ленты и поэтому выполняется перпендикулярно поверхности 1.

Для устройства транспортирования магнитной перфорированной ленты в МТЛ 30-Д4 АМЗ кино (рис. 166, б) применен несущий

коробчатый корпус разъемной конструкции. Он состоит из верхнего фланца 7 с установочной поверхностью 1, средней коробчатой детали 15 и нижнего фланца 14. Все детали между собой стягивают винтами 10 и 11 и фиксируют цилиндрическими штифтами. Базовые отверстия 3 и 8 под опоры качения приводного вала растачивают

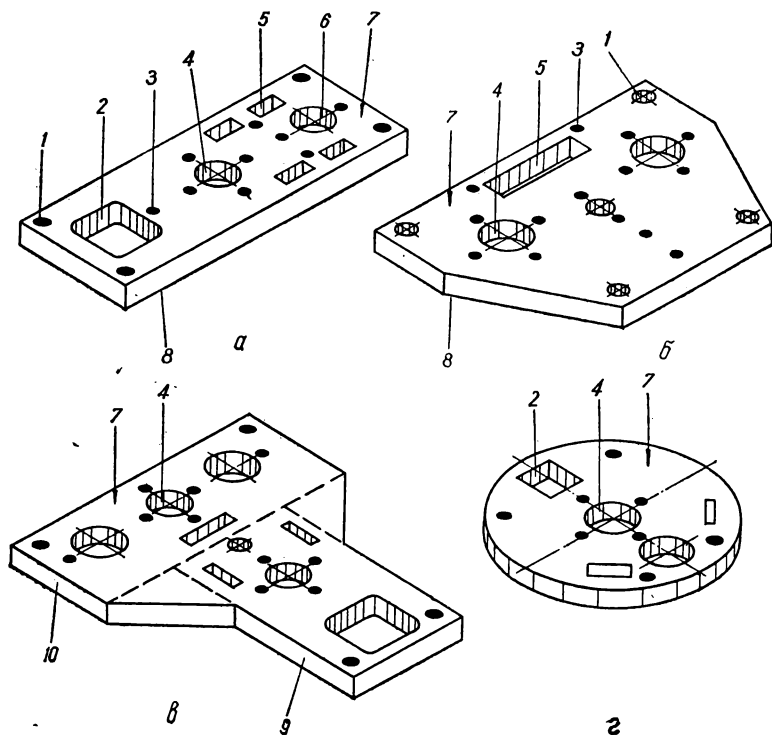


Рис. 167. Конструкции плоских несущих плит блоков рабочих зон.

совместно с одной установкой на станке, затем снимают детали 7 и 15 и растачивают отверстие 13 под опоры зубчатого вала ведущего двигателя. Посадочный пояс 12 точно обрабатывают для статора двигателя. Для исключения вытекания смазки из коробчатого корпуса между деталями 7 и 15 устанавливают по периметру их соединения резиновое кольцо 16 прямоугольного сечения.

Посадочные места под опоры качения во всех несущих деталях выполняют по ГОСТ 520—71. Несоосность посадочных отверстий для сверх прецизионных узлов ведущего вала не должна превышать 0,002 мм и для менее ответственных узлов — 0,005 ... 0,008 мм.

Несущие детали блоков рабочих зон прецизионной профессиональной и специальной АМЗ (рис. 167, а, б, в, г) конструктивно выполняют в виде стальных плит прямоугольной, трапецеидальной, круглой и других форм толщиной 8—12 мм, в отдельных случаях 18—20 мм. В плитах имеются крупные отверстия под узлы ведущего вала 4, двигатель 2, обводной ролик 6, разъемы 5 блоков магнитных головок 3 и др. Установочные отверстия 1 (не более 4) располагают обычно по краям несущих плит. На верхнюю поверхность 7 несущих плит обычно устанавливают магнитные головки, направляющие ролики и стойки, узлы прижимных роликов, а на нижнюю 8 — двигатели, фланцы узлов ведущего вала, натяжные ролики, электромагниты. Поверхности несущей плиты должны быть выполнены с высокой параллельностью (не хуже 0,005—0,01 мм) и плоскостностью (не хуже 0,005—0,02 мм).

При конструировании несущих плит следует избегать сложных ее форм (рис. 167, в) и больших размеров. Лучше одну плиту разбить на две меньших 9 и 10 (обозначено штрихами) прямоугольных, более простых в изготовлении. При этом несколько усложняется настройка МТЛ и появляется функциональная незаконченность, но это приемлемей, чем деформация одной крупной плиты.

Для изготовления несущих цилиндрических корпусов, работающих в жестких условиях, применяют высокопрочные нержавеющие стали ЭИ-474 и титановые сплавы ВТ-3, ВТ-6, стали 4Х13 и ШХ-15, а для цилиндрических и коробчатых корпусов, кронштейнов, работающих в сравнительно легких условиях, — алюминиевые литейные сплавы Ал-9 и Ал-11. Изготавливают несущие детали путем литья в землю и по выплавляемым моделям. После литья их подвергают термообработке, а посадочные и установочные поверхности — механической. Для резьбовых отверстий рекомендуется применять стальные буксы (втулки). Для стабильности зазоров несущий корпус — подшипник качения в алюминиевом корпусе укрепляют стальную гильзу (до или после литья). При изготовлении несущих корпусов механической обработкой используют алюминиевые сплавы АМц-П и В95. Не рекомендуется применять сплав Д16 вследствие поводок его при эксплуатации.

Для плоских несущих плит блоков рабочих зон МТЛ применяют сталь 20 с несколькими термостабилизациями. Окончательно плоскошлифованные плиты покрывают химическим никелем толщиной 5—9 мкм, обладающим высокой равномерностью слоя покрытия. Несущие детали рабочих зон МТЛ бытовых магнитофонов обычно выполняют из листовой стали 20 толщиной 1,5—2,5 мм штамповкой и гибкой и затем их поверхность покрывают цинком или кадмием толщиной 8—15 мкм.



## СТАБИЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ

## 1. МЕХАНИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ СКОРОСТИ

Стабилизация скорости движения магнитной ленты в МТЛ различается на механическую и электромеханическую. Механическая стабилизация скорости движения магнитной ленты выполняется различными вращающимися инерционными массами и системой подпружиненных рычагов с демпфером (демпферами). Электромеханическая стабилизация скорости движения ленты выполняется различными электромеханическими устройствами (двигателями, индукционными тормозами и др.), которыми управляют посредством датчиков электронные схемы.

Скорость движения магнитной ленты в общем виде  $v = v_0 \pm \Delta v_{\pm}$ , где  $v_0$  — номинальная скорость движения ленты;  $\Delta v_{\pm}$  — постоянное отклонение скорости от номинального значения, «сдвиг» скорости;  $\Delta v_{\pm}$  — переменная составляющая скорости (ее мгновенные колебания). Соответственно этому в технике магнитной записи различают два основных направления стабилизации фактической скорости движения магнитной ленты:

1. Уменьшение постоянного «сдвига» скорости  $\Delta v_{\pm}$  и крайних низкочастотных (ниже 0,5 Гц) колебаний скорости движения (скольжения) ленты.

2. Уменьшение низко-, средне- и высокочастотных колебаний переменной составляющей скорости  $\Delta v_{\pm}$  движения ленты: детонации для звукозаписывающей АМЗ и колебания скорости ленточного носителя для всех остальных видов записи (видео, цифровой, ЧМ, прямой).

В профессиональной и прецизионной специальной аппаратуре — применяют оба направления одновременно [23].

При стабилизации фактической скорости движения магнитной ленты уменьшением сдвига ее постоянной составляющей резко уменьшается или практически исключается паразитное транспонирование (смещение тональности) записей. Транспонирование записей возникает и при нормальной работе МТЛ, если запись была выполнена на стандартной скорости с верхним ( $+\Delta v$ ) или нижним ( $-\Delta v$ ) допускаемым отклонением, а воспроизведение производилось на этой же стандартной скорости, но с противоположными отклонениями соответственно. При этом воспроизводимая частота  $f' = f'v'/v$ , где  $f$  — записанная частота;  $v'$ ,  $v$  — фактическая скорость движения ленты соответственно при воспроизведении и при записи. При  $v'/v > 1$  полоса частот расширяется, тональность при воспроизведении повышается и длительность звучания записи сокращается,

при  $v'/v < 1$  все процессы происходят в обратной последовательности.

Нестабильность скорости движения магнитной ленты, вызванную сдвигом постоянной составляющей скорости, на практике сводят к минимально допустимой двумя способами. При первом способе применяют в ведущих узлах рабочей зоны синхронные электродвигатели с повышенной устойчивостью против колебаний напряжения питающей сети, а также изготовляют детали, непосредственно влияющие на скорость движения ленты, по первому классу точности, а в отдельных случаях и выше. Этот способ используют в несложной профессиональной, специальной и высококачественной бытовой АМЗ. При втором способе применяют следящую электронную систему с датчиком скорости и асинхронным (реже синхронным) двигателем в ведущем узле, а также тормозные или другие управляющие устройства. Этот способ используют в высококачественной профессиональной и специальной АМЗ (видеомагнитофоны), регистраторы широкополосной информации и др.).

Как в любой сложной колебательной системе, в МТЛ действуют следующие возмущающие факторы: источник вынужденных колебаний (генераторы переменных скоростей и сил) и источник собственных (свободных) колебаний [32, 34].

Генераторы переменных скоростей — устройства, способные сообщать некоторому элементу (ленте, вращающимся валам, инерционным роликам) переменную скорость, которая не зависит от реакции колебательной системы на сам генератор. Генератором переменной скорости является ведущий вал, который, вследствие неравномерности скорости ротора или неоднородности упругой ременной передачи, вызывает неравномерность скорости ленты. Генераторами переменных скоростей могут быть радиальные биения ведущего вала, обводных и направляющих роликов, подающего и приемного рулонов магнитной ленты, вращающееся магнитное поле ведущего двигателя. Если в МТЛ применяется перфорированная магнитная лента, то генератором переменной скорости является зубчатый барабан (барабаны).

Генераторы переменных сил — те элементы, в процессе работы которых возникают переменные периодические силы, действующие на звенья механизма и магнитную ленту, вызывая колебания скорости последней. Генераторами переменных сил являются опоры вращения (качения или скольжения) ведущих валов, валов двигателей, обводных направляющих и инерционных роликов, зубчатых барабанов, ролики прижимные и паразитные фрикционной передачи ведущий вал — двигатель, сухое трение, возникающее при движении магнитной ленты по неподвижным или подвижным головкам, направляющим стойкам, в фрикционных муфтах приемных

и подающих узлов, а также переменный гравитационный момент, возникающий от несбалансированного маховика, если ось вращения его имеет горизонтальную ориентацию в пространстве.

Сочетание массы и упругости в МТЛ представляет колебательную систему. Если ее вывести из равновесия неизбежными толчками генераторов переменных скоростей и силы, а затем предоставить свободу, то в МТЛ будут возбуждаться собственные колебания. Рассеять энергию и вызвать затухание собственных колебаний можно с помощью активного сопротивления — трения, которое вводят в систему. Колебательную систему, где затухание собственных колебаний (переходные процессы) продолжается быстро и амплитуда от цикла к циклу значительно убывает, называют демпфированной, а устройство, обеспечивающее этот процесс — демпфером. В качестве демпфера применяют сухое или вязкое трение, истечение воздуха через небольшое отверстие, электромагнитное поле.

Общее суммарное колебание скорости в МТЛ определяется колебаниями его инерционных элементов и состоит из свободных затухающих колебаний, на которые накладываются вынужденные периодические от генераторов переменных скоростей и сил. Колебания скорости ленты в рабочей зоне МТЛ уменьшают двумя способами: 1) уменьшением возмущений, создаваемых генераторами переменных скоростей и сил механизма; 2) использованием различных механических фильтров. При первом способе все вращающиеся детали (валы, ролики обводные и инерционные, маховики, шкивы двигателей) выполняют с минимальными радиальными биениями, обеспечивая максимальную однородность и минимальную разнотолщинность эластичного слоя прижимных роликов и приводных ремней (резина, полиуретан), для опор вращения применяют прецизионные шарикоподшипники, опоры скольжения и поверхности трения ленты с элементами тракта (головками, направляющими стойками, барабанами, вакуумными камерами видеоблоков) изготавливают с возможно большей чистотой обработки. При установке шарикоподшипников необходимо правильно выбирать осевые и радиальные зазоры. Двигатели ведущих узлов должны иметь минимальные качения ротора, а двигатели рулонных накопителей — минимальную величину колебания вращающего момента за один оборот (плавность вращения). Дисбаланс вращающихся масс (маховиков, шкивов) стремятся уменьшить до минимума. Однако эти меры не уменьшают колебания скорости движения ленты до минимальных значений.

Поэтому для дальнейшего уменьшения колебаний скорости движения ленты применяют второй способ, когда при имеющемся уровне возмущений необходимо параметры МТЛ выбрать такими, чтобы не превысить заданный коэффициент колебаний скорости

ленты в зоне ее контакта с магнитными головками, т. е. в рабочей зоне. При этом используют механические стабилизаторы скорости, ведомые магнитной лентой: одно-, двух-, трехзвенные и блок-стабилизаторы скорости (рис. 168). Основными элементами этих стабилизаторов являются: вращающийся инерционный ролик (стабилизируемый элемент), упругость ленты и пружин, механическое сопротивление. Основными показателями стабилизаторов скорости являются [33]:



Рис. 168. Классификация механических стабилизаторов скорости движения магнитной ленты.

1. Коэффициент защиты — отношение амплитуды колебаний скорости генератора переменной скорости  $v_a$  к амплитуде вынужденных колебаний скорости стабилизируемого элемента (инерционный ролик\*)  $v_b$ :  $\eta = v_a/v_b$ .

Он характеризует меру защиты стабилизируемого элемента от генератора переменной скорости (источника внешних возбуждений).

2. Механическое сопротивление  $Z_m = M_n/v_n$ , Н · см · с, где  $M_n$  — амплитуда переменной составляющей момента силы трения в опорах;  $v_n$  — амплитуда колебаний угловой скорости стабилизируемого элемента, обусловленная моментом  $M_n$ , характеризует степень защиты стабилизируемого элемента от генератора переменной силы.

3. Затухание собственных колебаний (демпфирование) выбирается критическим (апериодическим) для частот колебаний

\* Узел движущего механизма, состоящий из гладкого барабана, на валу которого размещен маховик, опоры вращения и несущий корпус. Барабан глупо обхватывается лентой, которая приводит его во вращение.

скорости 1,5—3 Гц, где ухо человека наиболее чувствительно, и периодическим — для частот за этой областью.

К вспомогательным показателям относится время пускового периода (не более 5—7 с). Кроме того, стабилизаторы должны иметь простую конструкцию, большой срок службы и др.

**Кинематические схемы.** Однозвенные стабилизаторы состоят из одной колебательной системы. К ним относятся маховик-петля и вращающийся. Стабилизатор типа маховик-петля (рис. 169, а)

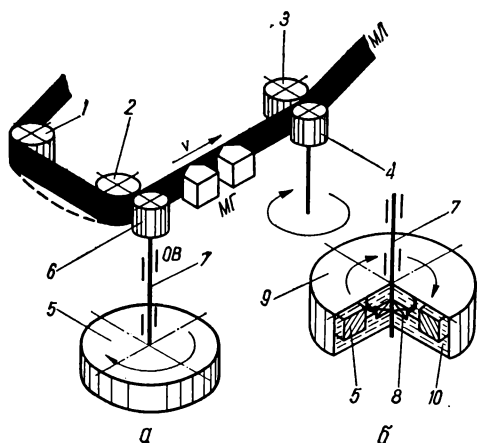


Рис. 169. Схемы простейших однозвенных стабилизаторов скорости:

а — маховик — петля; б — вращающийся (гидравлический).

состоит из гладкого барабана 6, на валу которого укреплен маховик 5. Лента *МЛ* транспортируется ведущим валом 4 с прижимным роликом 3 и образует петлю между направляющим роликом 1, 2 и барабаном 6. Увеличение колебаний мгновенной скорости движения ленты *МЛ* до гладкого барабана вызовет деформацию упругой петли (обозначено штриховой линией), которая, подобно пружине, частично погасит это колебание. Частично колебания передадутся гладкому барабану 6 инерционного ролика. Однако его маховик 5 стремится сохранить состояние равномерного вращения и препятствует изменению скорости барабана и соответственно ленты в зоне магнитных головок *МГ*. Таким образом, защита стабилизируемого элемента (инерционного ролика) от источника переменной скорости осуществляется совместным действием массы инерционного элемента и гибкости магнитной ленты. Защита стабилизируемого элемента от источника переменной силы — шарикоподшипников опор вращения *ОВ* вала гладкого барабана 6 — осуществляется, в основном, за счет массы маховика, а защита от кратковременных импульсов (затухание собственных колебаний) — за счет сухого трения в опорах вала гладкого барабана. Этот вид демпфирования очень прост, но имеет существенный недостаток — замедленное затухание собственных колебаний скорости.

Этот недостаток устранен во вращающемся стабилизаторе (рис. 169, б), в котором вместо гладкого маховика установлен гид-

равлический. Стабилизатор состоит из полого картера 9, который укреплен жестко на валу 7 гладкого барабана 6. Внутри картера на шарикоподшипнике 8 размещен маховик 5. Пространство между маховиком и картером заполнено кремнийорганической вязкой смазкой 10. Гидравлический стабилизатор работает следующим образом. При пуске МТЛ лента, имеющая непосредственный контакт с гладким барабаном 6, разгоняет легкий алюминиевый картер 9. В вязкой смазке возникают силы трения, которые увлекают массивный маховик. Через 4–5 с после пуска МТЛ угловая скорость вращения маховика достигает угловой скорости вращения полого картера, и в дальнейшем они вращаются с одинаковой скоростью. При малейшем изменении угловой скорости вращения барабана стабилизатора и связанного с ним легкого картера между последним и маховиком вследствие разности их угловых скоростей в вязкой смазке возникают силы трения, противодействующие изменению скорости. Запас кинетической энергии массивного маховика во много раз больше, чем алюминиевого картера, поэтому при кратковременном изменении скорости вращения картера силы вязкого трения препятствуют изменению скорости вращения картера, восстанавливая ее до первоначальной величины. Реакции сил вязкого трения смазки проявляются только при изменениях угловых скоростей вращения картера.

Однозвенный стабилизатор типа маховик-петля имеет значительные коэффициент защиты и механическое сопротивление, но неэффективное затухание собственных колебаний. Однозвенный вращающийся стабилизатор имеет приемлемые коэффициент защиты и характер ослабления свободных колебаний, а также малое механическое сопротивление [5].

Более совершенны и высококачественны двухзвенные стабилизаторы скорости (рис. 170), имеющие первое звено стабилизации типа маховик-петля, аналогичное предыдущему стабилизатору (маховик 1, гладкий барабан 4 и петля между роликом 3 и барабаном), и второе звено в виде подвижного рычага 2 с роликом 3, пружиной 8 и демпфером 7 (обычно масляным). Таким образом, у двухзвенного стабилизатора скорости два инерционных (маховик и подвижный ролик с рычагом) и два упругих (магнитная лента *МЛ* и пружина) элемента [14].

Принцип действия двухзвенного стабилизатора скорости заключается в следующем. Если мгновенная угловая скорость подающего узла (до рабочей зоны) изменится, то произойдет деформация обоих упругих элементов — петли ленты и пружины 8. Это обеспечивает лучшую защиту стабилизируемого элемента (инерционный ролик) от источника переменной скорости, т. е. повышает коэффициент защиты. При этом пружина и упругий участок ленты должны

быть достаточно эластичными. Действие инерционного ролика в двухзвенном стабилизаторе скорости аналогично однозвенному, масса маховика также должна быть значительной. Однако вследствие повышения массы у однозвенных стабилизаторов увеличивается в пусковой период натяжение ленты, а у двухзвенных это устраняется подпружиненным подвижным роликом. Масса подвижного рычага должна быть минимальной, так как большая масса снижает реакцию рычага на возмущения скорости и натяжения ленты и сводит двухзвенный стабилизатор к однозвенному с неподвижным роликом.

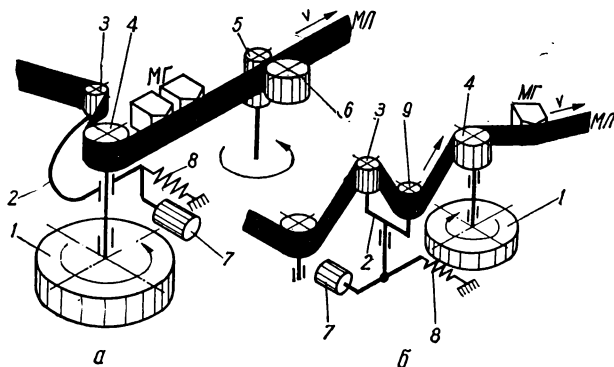


Рис. 170. Схемы двухзвенных стабилизаторов скорости движения ленты.

Коэффициент защиты двухзвенных стабилизаторов  $\eta = 175 \dots 330$  [4]. Защита стабилизируемого элемента от источника переменной силы осуществляется массой маховика, обеспечивающего большое механическое сопротивление. Обычно демпферы сухого трения в однозвенных стабилизаторах (трение в опорах вращения вала гладкого барабана) работают значительно хуже, чем специальные, например, масляные, в двухзвенных стабилизаторах.

Кинематическая схема стабилизатора скорости рис. 170, б отличается от схемы рис. 170, а установкой на рычаге двух уравновешенных относительно оси вращения роликов 3 и 9 вместо одного неуравновешенного. Это увеличивает длину изменяемой петли ленты и повышает коэффициент защиты. Схема стабилизатора скорости рис. 170, а применена в студийных магнитофонах ШТМ-200 фирмы «Электромпекс» (Венгрия), ММ1100 фирмы АМРЕХ (США), МЭЗ-62 (СССР), а рис. 170, б — в магнитофонах С-37 и А-80 фирмы Studer [169, 170]. Вал 5 и ролик 6 транспортируют МЛ.

Рассмотренные одно- и двухзвенные стабилизаторы защищают рабочую зону МТЛ только с одной стороны — со стороны подающего

рулонного накопителя — и поэтому относятся к устройствам одностороннего действия. В наиболее высококачественной АМЗ применяют трехзвенные и блокирующие стабилизаторы скорости двухстороннего действия (рис. 171). Переход от двух- к трехзвенному стабилизатору (рис. 171, а) можно осуществить, если в сбегающей с гладкого барабана 7 ветви магнитной ленты *МЛ* ввести подвижный ролик 8 на подпружиненном рычаге 11. В этом случае со сто-

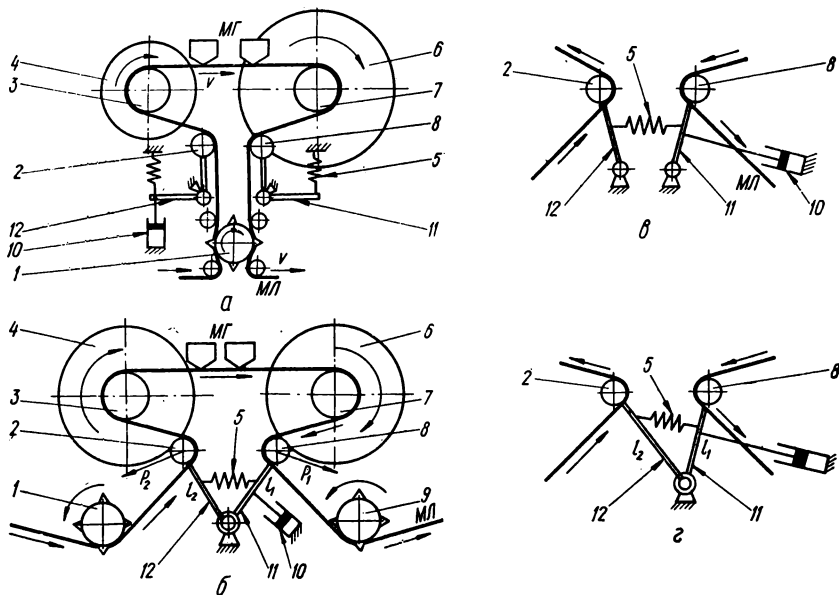


Рис. 171. Схемы трехзвенных и блокирующих стабилизаторов скорости.

роны набегающей ветви ленты на гладкий барабан 3 защита стабилизируемого элемента (инерционного ролика с малым маховиком 4) осуществляется совместным действием подпружиненного рычага 12 с роликом 2 и масляным демпфером 10, а также массой маховика 4. Со стороны сбегающей ветви ленты с гладкого барабана 7 защита осуществляется подпружиненным рычагом 11 и массой большого маховика 6. Таким образом, блок магнитных головок *МГ* защищен с обеих сторон от генератора переменной скорости — комбинированного зубчатого барабана 1. Описанный трехзвенный стабилизатор скорости Дэвиса (назван по имени изобретателя) применен в АМЗ «Magnetocord 16» фирмы Siemens Halske (ФРГ).

В блокирующих стабилизаторах скорости (рис. 171, б, в, г) подвижные рычаги 11 и 12 сбегающей и набегающей ветвей ленты между



собой соединены пружиной 5 и масляный демпфер 10 установлен на рычаге 11 сбегавшей ветви ленты. Блок головок МГ также размещается между двумя гладкими барабанами 3 и 7, а магнитная лента МЛ транспортируется тянущим 9 и задерживающим 1 зубчатыми барабанами (можно и одним комбинированным). Принцип действия блокирующих стабилизаторов заключается в следующем: усилии, возникающее на одной из ветвей ленты в рабочей зоне, например от барабана 1 в набегающей ветви на гладкий барабан 3, вызывает равное ему по величине, но противоположное по знаку на другой ветви, сбегавшей с гладкого барабана 7. В результате этого оба усилия компенсируют (блокируют) друг друга. Блокировка выполняется подвижными роликами 2 и 8, кинематически взаимосвязанными пружиной 5. Таким образом, защита стабилизируемого элемента от источников переменной скорости обеспечивается совместно блокирующей системой и массой маховиков, а от источника переменной силы, в основном, — массой маховиков, чем и достигается необходимое механическое сопротивление. Затухание собственных колебаний осуществляется масляным демпфером.

В схеме блокирующего стабилизатора, изображенного на рис. 171, б, подпружиненные рычаги имеют общую геометрическую ось вращения и равноплечны, а в схеме рис. 171, в оси вращения разнесены друг от друга (блок — стабилизатор Дэвиса) и также равноплечны. Эти стабилизаторы симметричны, а при движении ленты в направлении, обозначенном стрелками, момент  $M_1$  силы  $P_1$ , действующей на ролик 8, всегда больше момента  $M_2$  от силы  $P_2$ , действующей на ролик 2. Это приводит к перекосу рычагов и снижению блокирующего их взаимодействия, поэтому в самой совершенной АМЗ применяют блокирующие стабилизаторы с неравноплечными рычагами (рис. 171, г), где равенство моментов достигается разной длиной  $l$  рычагов 11 и 12:  $P_1 l_1 = P_2 l_2$ . Асимметричные блокирующие стабилизаторы называют по имени изобретателя проф. А. М. Мелик-Степаняна. Блокирующие стабилизаторы успешно работают при натяжении от 1 до 4 Н перфорированной и неперфорированной магнитной лент, что нельзя сказать об одно- и двухзвенных стабилизаторах. Коэффициенты защиты незадемпфированного рычага  $\eta = 800 \dots 1850$ , задемпфированного рычага  $\eta = 16 \dots 320$ . Механическое сопротивление в этих стабилизаторах превышает в 3,5—4 раза требуемую величину. Блокирующие стабилизаторы обладают хорошим затуханием собственных колебаний скорости (коэффициент детонации не превышает 0,05% при скорости движения перфорированных и неперфорированных лент 19,05 см/с).

Во всех рассмотренных кинематических схемах стабилизаторов скорости инерционные ролики могут иметь механический кон-

такт постоянно и не иметь его в режимах ускоренных перемоток. В первом случае при постоянном механическом контакте увеличивается время набора скорости перемотки ленты, а также наблюдаются повышенный износ и деформация ее, возможно образование петель в тракте рабочей зоны, при отсутствии контакта эти недостатки устраняются, хотя несколько усложняется конструкция

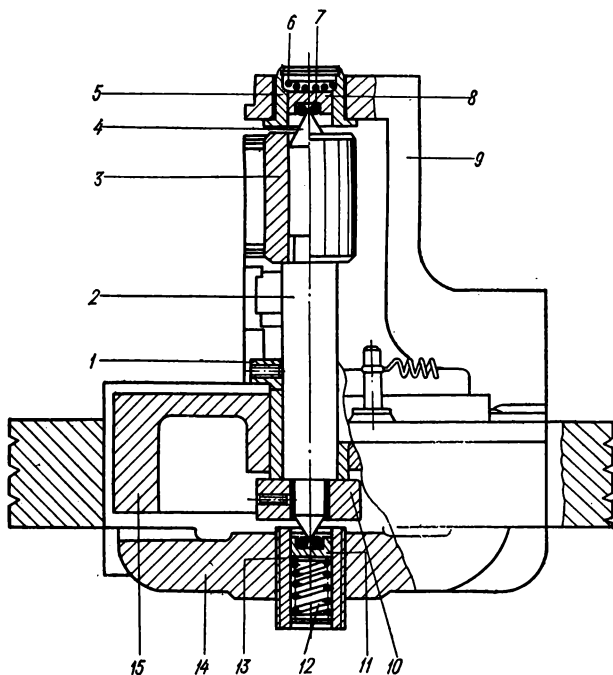


Рис. 172. Конструкция инерционного ролика с неотключаемым маховиком аппарата FR-1300.

стабилизируемых элементов. На практике выводить магнитную ленту из контакта можно уменьшением с помощью рычага угла обхвата гладкого барабана до нуля или отключением электромагнитной муфты массивного маховика от малоинерционного гладкого барабана. Время естественного разгона инерционного элемента магнитной лентой до ее номинальной скорости составляет 4—7 с. Для уменьшения времени набора номинальной скорости в настоящее время применяют принудительный разгон от дополнительных двигателей. Двигатели на время набора скорости могут подводиться к ободу маховиков электромагнитами или сами автоматически

включать обрeзинные роликi передачи ускоренного вращения. При этом время набора скорости можно уменьшить в 2—2,5 раза.

**Конструктивное исполнение.** Основным узлом стабилизаторов скорости является инерционный ролик (стабилизирующий элемент), состоящий из гладкого барабана (насадки), вала с опорами вращения и массивного маховика. Опоры устанавливаются в несущем корпусе (втулке, кронштейне, стойке).

Инерционный ролик в аппарате FR-1300 фирмы AMPEX состоит из вала 2 с конусными концами 4, которые опираются на стальные точно шлифованные шарики 7 (рис. 172). Шарики размещены в верхней 8 и нижней 11 наружных обоймах. Верхняя обойма поджата пружинной шайбой 6, а нижняя плавающая — пружиной сжатия 12. Обоймы установлены в стальных втулках 5 и 13, которые запрессованы в соединенных вместе кронштейне 9 и приливе 14 несущего корпуса МТЛ. Конусные концы вала и шарики с обоймами представляют собой насыпные шарикоподшипники, обеспечивающие минимальный момент трения при одинаковых нагрузках с обычными шарикоподшипниками и меньшие радиальные биения (до 1—2 мкм). На верхней части вала 2 напрессована насадка 3 с шероховатой наружной поверхностью; а на нижней части через втулки 1 и 10 и тонкий слой кремниевой смазки установлен массивный маховик 15. Вязкая связь маховика с валом позволяет устранять рывки и деформации ленты при пуске и остановке МТЛ. Недостаток этого инерционного ролика — узловая конструктивная незаконченность, т. е. вне несущей плиты МТЛ узел представлен в виде отдельных деталей, а не самостоятельного устройства. В режимах ускоренных перемоток на МТЛ магнитная лента отводится от насадки рычагом, а в рабочих режимах (записи-воспроизведения) глубоко заводится вокруг насадки.

Инерционный ролик отечественной АМЗ, конструкция которого показана на рис. 173, содержит несущий корпус 11 с верхней головкой 10, в которых размещены прецизионные шарикоподшипники 1, 4, 7 и 8. В двух верхних опорах вращается гладкий барабан 9, а в нижних — пустотелая ось 15. На нижнем вылете барабана и верхнем вылете пустотелой оси на толкателе 12 установлены торцевые зубчатые полумуфты 6 и 5 соответственно. Толкатель через штифт 13 и продольный паз в оси 15 соединен жестко с сердечником 3 электромагнитной муфты 2. На нижнем вылете пустотелой оси укреплен массивный маховик 16, имеющий хомутиковое крепление 17. Между торцевой частью сердечника и фрикционным кольцом (затемнено) магнитопровода муфты имеется воздушный зазор  $\delta = 0,8 \dots 1$  мм, а обе половины торцевой муфты соединены между собой пружиной сжатия. Выводы от обмотки электромагнитной

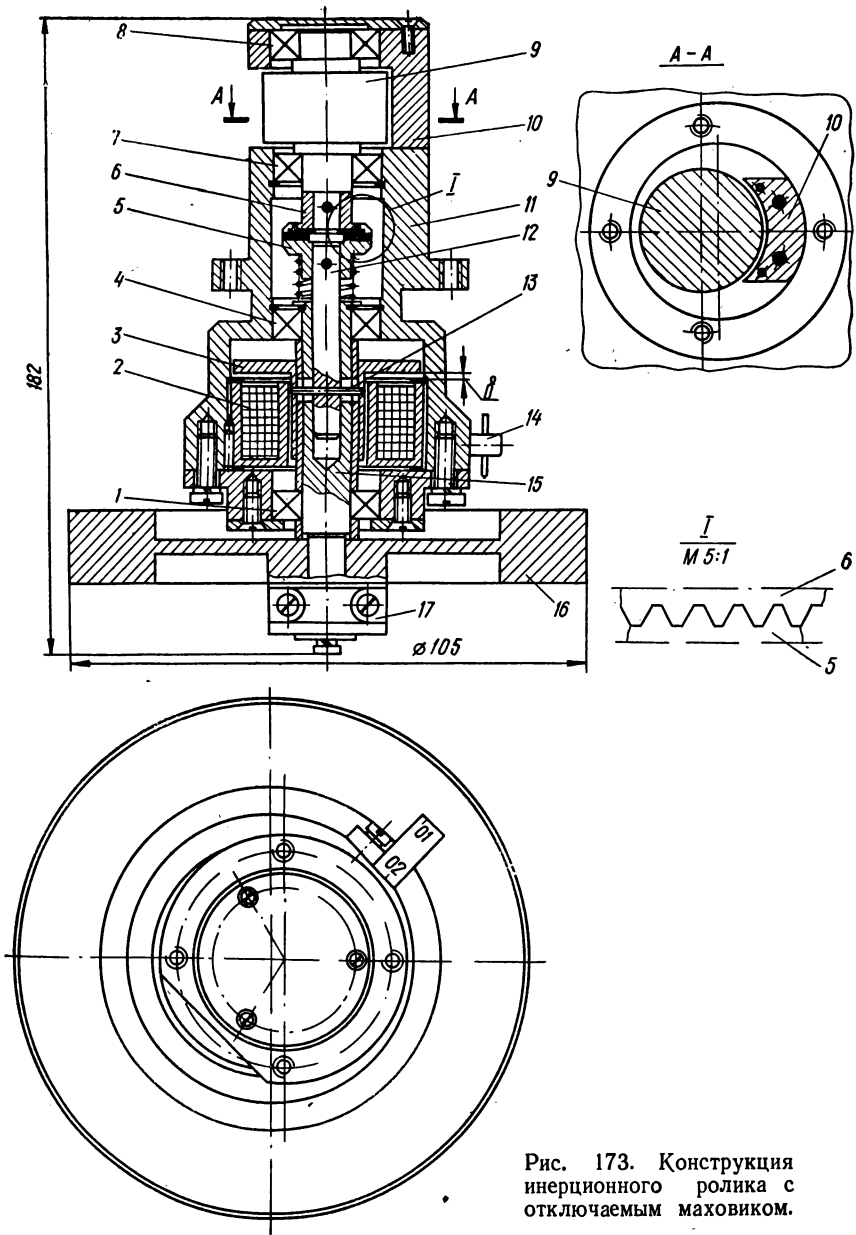


Рис. 173. Конструкция инерционного ролика с отключаемым маховиком.

муфты распаивают на контактную стойку 14. В режиме рабочего хода маховик через зубчатую торцевую муфту соединен жестко с гладким барабаном, который глубоко на  $180^\circ$  обхватывается магнитной лентой. В режиме ускоренных перемоток питание подается на обмотку электромагнитной муфты. Сердечник притягивается к магнитопроводу, прижимается к фрикционному кольцу и разъединяет зубчатую муфту. Маховик находится в заторможенном состоянии, а гладкий барабан свободно вращается лентой. При снятии питания пружина сжатия соединяет половины торцевой муфты, что вызывает торможение гладкого барабана [50]. Магнитная лента с гладким барабаном во всех режимах работы имеет постоянный надежный контакт, и при необходимости отключается только маховик.

Блокирующий стабилизатор проф. А. М. Мелик-Степаняна (рис. 174) состоит из литого алюминиевого сборного несущего кор-

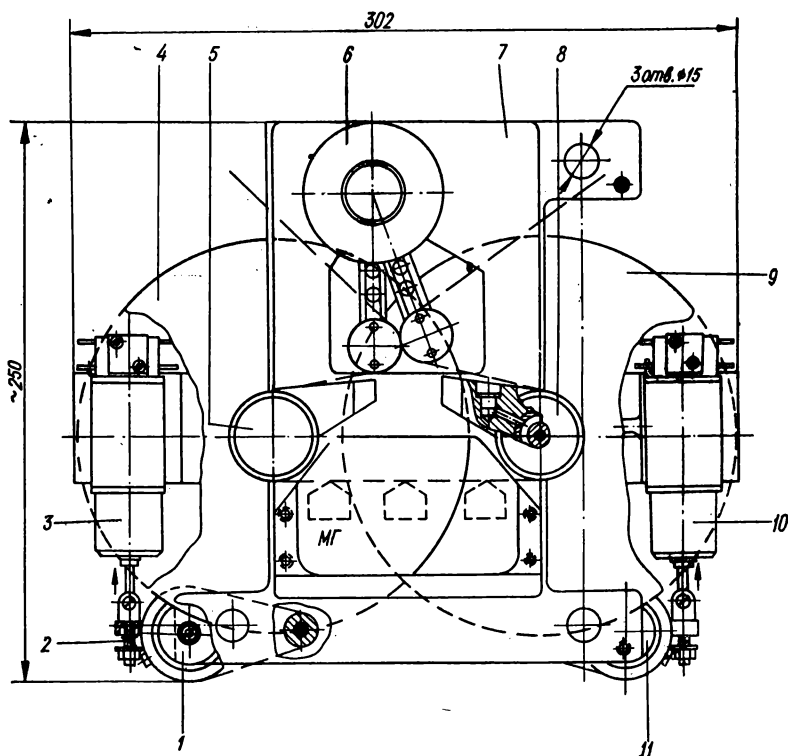
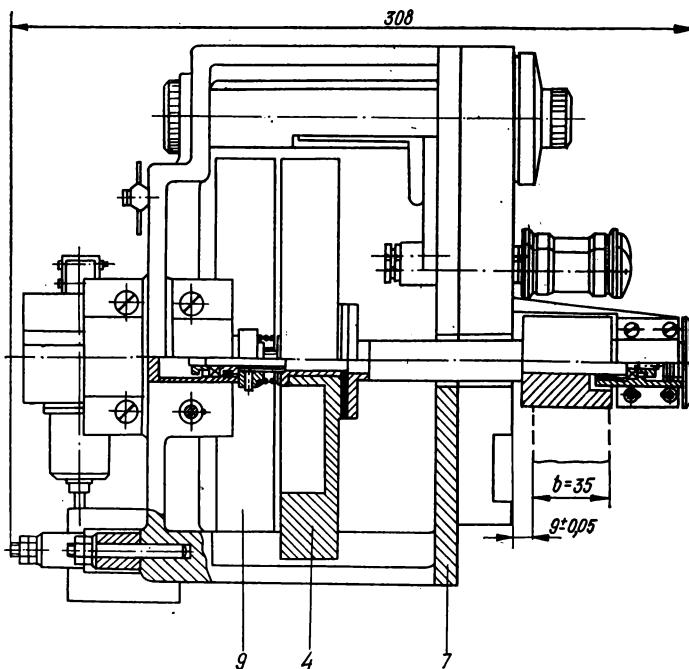


Рис. 174. Конструкция трехфазного блокирующего стабилизатора ско

пуса 7, в котором на опорах качения установлены узлы гладких барабанов 5 и 8 с одинаковыми маховиками 4 и 9. Сверху на корпусе размещен узел 6 подпружиненных взаимосвязанных роликов с масляным демпфером и блок магнитных головок МГ. Внизу возле маховиков на поворотных кронштейнах установлены электродвигатели 1 и 11 с обрезиненными шкивами на своих валах. Каждый кронштейн через тяги соединен с электромагнитами 3 и 10, которые при включении рабочего хода МТЛ подводят шкивы работающих электродвигателей к ободам маховиков. Это обеспечивает ускоренный набор скорости вращения инерционных роликов, после чего электромагниты обесточиваются и пружины 2 возвращают электродвигатели в исходное состояние. Блокирующий стабилизатор крепят на плиту МТЛ с помощью трех установочных отверстий диаметром 15 мм. Для уменьшения габаритных размеров в данной конструкции применено бипланарное (параллельное с перекрытием) размещение маховиков инерционных роликов. Кроме того, для уменьшения динамических нагрузок на магнитную ленту в моменты пуска и остановки маховики установлены на своих валах через предохра-



рости проф. А. М. Мелик-Степаняна отечественных магнитофонов.

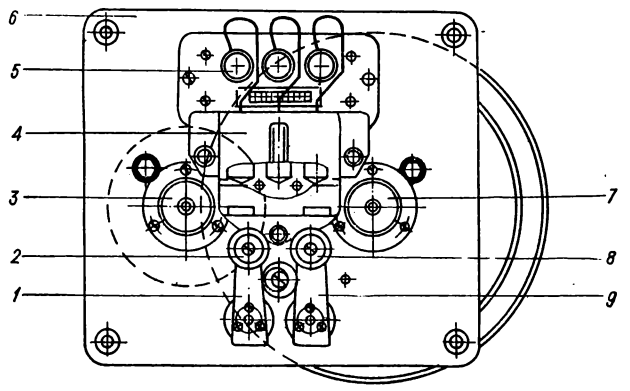
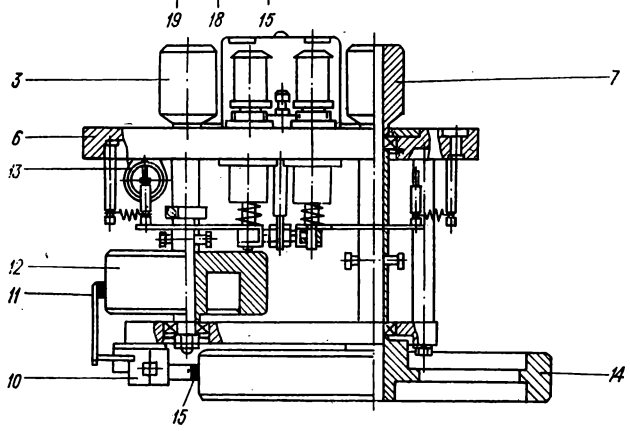
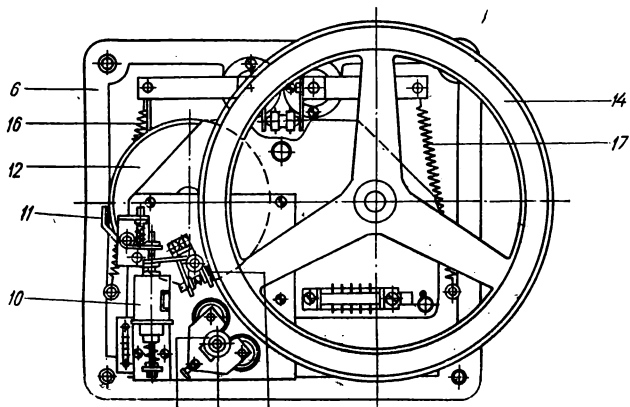
нительные фрикционные муфты (фетровое кольцо и подпружиненные шайбы). Недостаток конструкции — постоянный контакт ленты, особенно в режимах ускоренных перемоток, с инерционными роликами. Описанная конструкция стабилизатора применена в аппаратуре КЗМ-20 объединения ЛОМО (СССР).

Трехзвенный стабилизатор скорости Дэвиса (рис. 175) состоит из сборного каркасного несущего корпуса 6, где размещены гладкие барабаны 3 и 7 с маховиками 12 и 14. Данная конструкция отличается от предыдущей неодинаковыми массами маховиков: маховик 12 входной ветви рабочей зоны имеет в несколько раз меньшую массу, чем маховик 14 выходной ветви тракта ленты. Это позволяет примерно выровнять коэффициенты защиты с обеих сторон до 330—400, уменьшить габаритные размеры устройства в целом. Ролики 2 и 8 установлены на независимых рычагах 1 и 9 и имеют свои эластичные пружины 16 и 17. Рычаг входного ролика соединен с воздушным демпфером 13. Между гладкими барабанами размещен легко съемный блок магнитных головок 4, от которого выходят разъемы 5 на несущий корпус стабилизатора. Возле большого маховика установлен узел 18 быстрого разгона его, состоящий из двух обрезиненных роликов на подвижной каретке, поджимаемых к валу 19 пускового двигателя. Возле обоих маховиков установлены тормозные колодки 11 и 15, которые при работе отводятся электромагнитом 10. В режиме «Стоп» оба маховика тормозятся, что уменьшает динамические нагрузки на ленту в переходный момент от движения ленты к ее остановке. Описанная конструкция трехзвенного стабилизатора скорости применена в прецизионной аппаратуре записи звука в кино в модели MR-16 фирмы Siemens Halske. Недостаток этого стабилизатора такой, как и в предыдущей конструкции, т. е. лента в режимах ускоренных перемоток не отводится от инерционных роликов.

Поворотные подпружиненные рычаги с роликами и демпферами в некоторых МТЛ являются единственным звеном механических стабилизаторов скорости. В этом узле применяют одинарные или двоянные рычаги, воздушные или масляные демпферы, спиральные или цилиндрические пружины. Поворотный одиночный рычаг (рис. 176) содержит ось с шероховатым барабаном 10, которая установлена в опорах качения 9 и 12. Опоры размещены в несущем алюминиевом цилиндрическом корпусе 2, внутренняя поверхность которого, обращенная к барабану, также выполнена шероховатой. Зазор между барабаном и корпусом заполнен кремнийорганической смазкой, выполняющей демпфирование колебаний рычага 5 и, сле-

---

Рис. 175. Конструкция трехзвенного стабилизатора скорости Дэвиса фирмы Siemens Halske.





довательно, скорости движения ленты, контактирующей с осязателем 6. Для предупреждения постепенного вытекания смазки по обе стороны барабана размещены текстолитовые шайбы 11. Сверху и снизу опоры по наружным кольцам поджаты гайками 1 и 3. На верхнем вылете оси барабана укреплен винт 4 облегченный алюминиевый рычаг 5, а на нем палец 8, через который на несущей плите НП узел соединен с цилиндрической пружиной растяжения 13. Узел

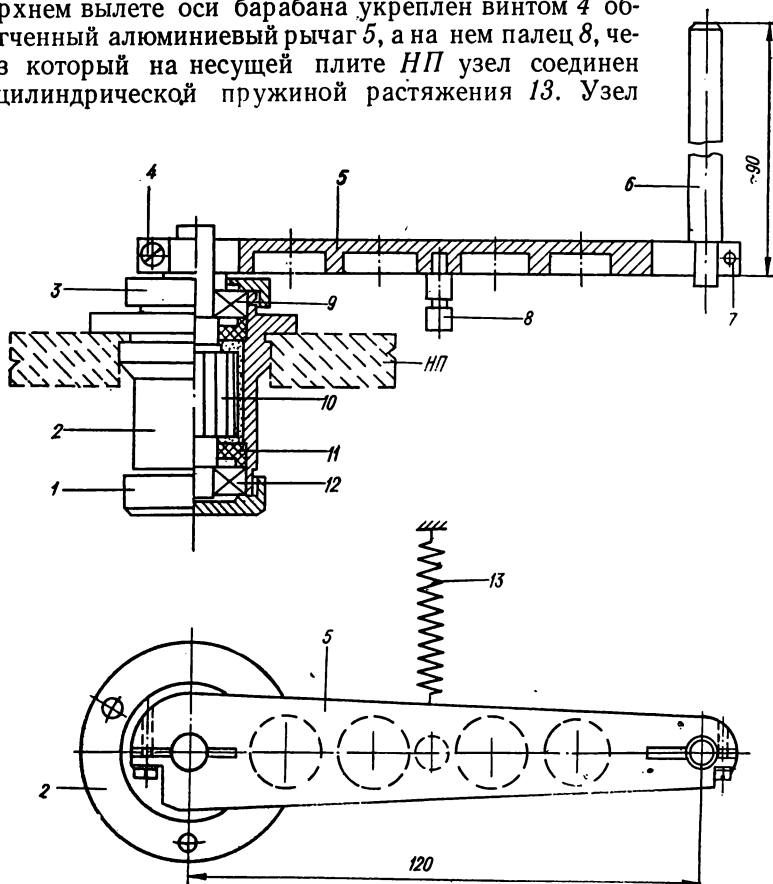


Рис. 176. Конструкция узла поворотного рычага с масляным демпфером.

поворотного стабилизатора хорошо работает в диапазоне температур 15—40° С, который ограничен механическими свойствами вязкой смазки. Подобная конструкция применена в профессиональном видеомонофоне «Электрон-2» объединения ЛОМО (СССР). Особен-

ность конструкции этого поворотного стабилизатора — соединенные узлы поворотного рычага и демпфера в единое целое, что сокращает количество деталей, уменьшает габаритные размеры устройства, упрощает применение в других новых МТЛ.

В профессиональных видеомагнитофонах моделей TR-5, TR-22 и TR-75 фирмы RCA (США) поворотный стабилизатор разделен на

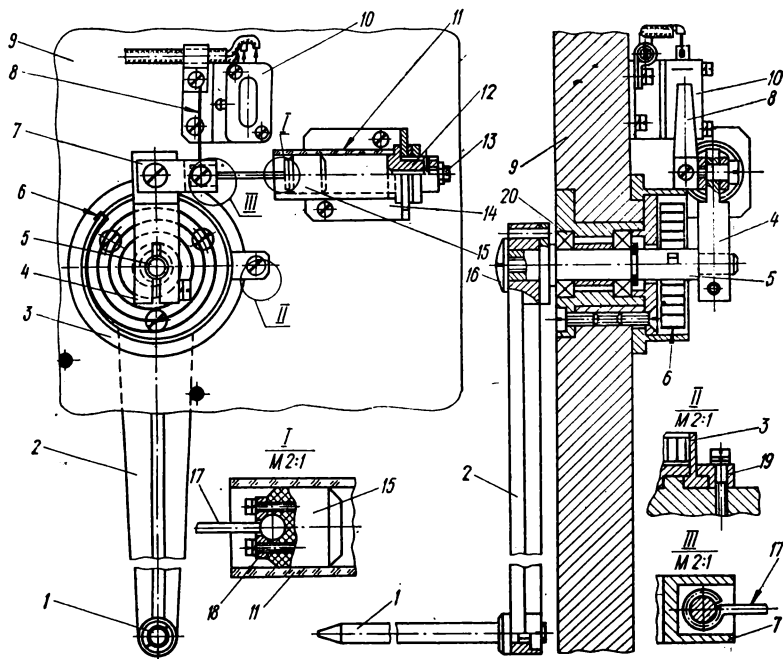


Рис. 177. Конструкция узла поворотного рычага с воздушным демпфером видеомагнитофона TR-5.

два взаимосвязанных узла (рис. 177): подпружиненного рычага 2 с осязателем 1 и воздушного демпфера. Рычаг через винт 16 и штифт жестко укреплен на оси 5, которая размещена в опорах качения 20. Опоры через несущий корпус фиксируются в несущей плите 9 видеомагнитофона. Рычаг расположен с лицевой стороны плиты МТЛ. Спиральная пружина 6 вместе с регулировочным стаканом 3 укреплена в нижней части плиты МТЛ, внутренний конец пружины — на зубе оси 5, а наружный — в пазу стакана 3. Вращением стакана против или по часовой стрелке можно отрегулировать завод спиральной пружины и, следовательно, усилие осязателя 1 на магнитную ленту.

Стакан в необходимом положении фиксируется сухариком 19. На нижнем вылете оси 5 укреплен винтом рычаг 4, который шарнирно соединен через серьгу 7 и шток 17 с графитовым поршнем 15. Поршень перемещается в стеклянном стакане (цилиндре) 11, который через металлическую втулку 12 крепится на кронштейне 14 плиты МТЛ. Шток на конце имеет шаровую опору, поджимаемую к поршню шайбой 18. Степень демпфирования регулируется винтом 13, изменяющим сечение воздушного канала втулки 12. На серье укреплен пластинчатая пружина 8, которая при обрыве ленты нажимает на толкатель микропереключателя 10. Ввиду применения воздушного демпфера поворотный стабилизатор обеспечивает хорошую работу в более широких интервалах температур окружающей среды. К недостатку этой конструкции поворотного стабилизатора относится узловая незаконченность (общий монтаж только на несущей плите МТЛ), увеличенные габаритные размеры.

Одиночные поворотные стабилизаторы в виде роликов 6 и 9, установленных на своих рычагах 5 и 16 (оси вращения  $O_1$  и  $O_2$ ), применяют в МТЛ с замкнутой петлевой рабочей зоной (рис. 178). Ролики перемещаются свободно в пазах 8 несущей плиты 7 МТЛ, а рычаги с опорами размещены в нижней части плиты. Стабилизаторы устанавливаются до и после направляющей 4 рабочей зоны, в которую входят ведущий вал 2, прижимные ролики 3 и 10, блок магнитных головок 1. Рычаги шарнирно соединены через штоки 15 с бронзовым поршнем 14, перемещаемым в стальном закаленном и точно притертом цилиндре 11. Цилиндры, как и в предыдущей конструкции, имеют регулировочный винт 12 и крепятся на плите МТЛ через кронштейны 13. Эластичная цилиндрическая пружина 17 соединена с ушком поворотного рычага. Подобная конструкция поворотного стабилизатора скорости применена в МТЛ аппарата FR-100 фирмы АМРЕХ.

В прямых замкнутых и разомкнутых рабочих зонах МТЛ аппаратов записи звука (рис. 179) используют поворотные стабилизаторы сбалансированной (уравновешенной) относительно оси 10 системы двух роликов 3 и 7. Ролики на опорах качения 6 установлены на равном расстоянии от оси вращения на прямоугольном 5 или круглом фланце. Ось установлена в своих опорах 4, размещенных в несущем корпусе 2 МТЛ и имеет на нижнем конце паз. В паз вставлен внутренний конец спиральной пружины 12, наружный конец 14 которой установлен в зависимости от требуемого момента в один из трех пазов пустотелого барабана 9. В барабане пружина с двух сторон по торцам ограждена крышками 1 (укреплена на оси 10) и 11 (укреплена неподвижно на барабане винтами 13). Узел подпружиненных роликов на МТЛ может соединяться с узлом демпфера через полость 8.

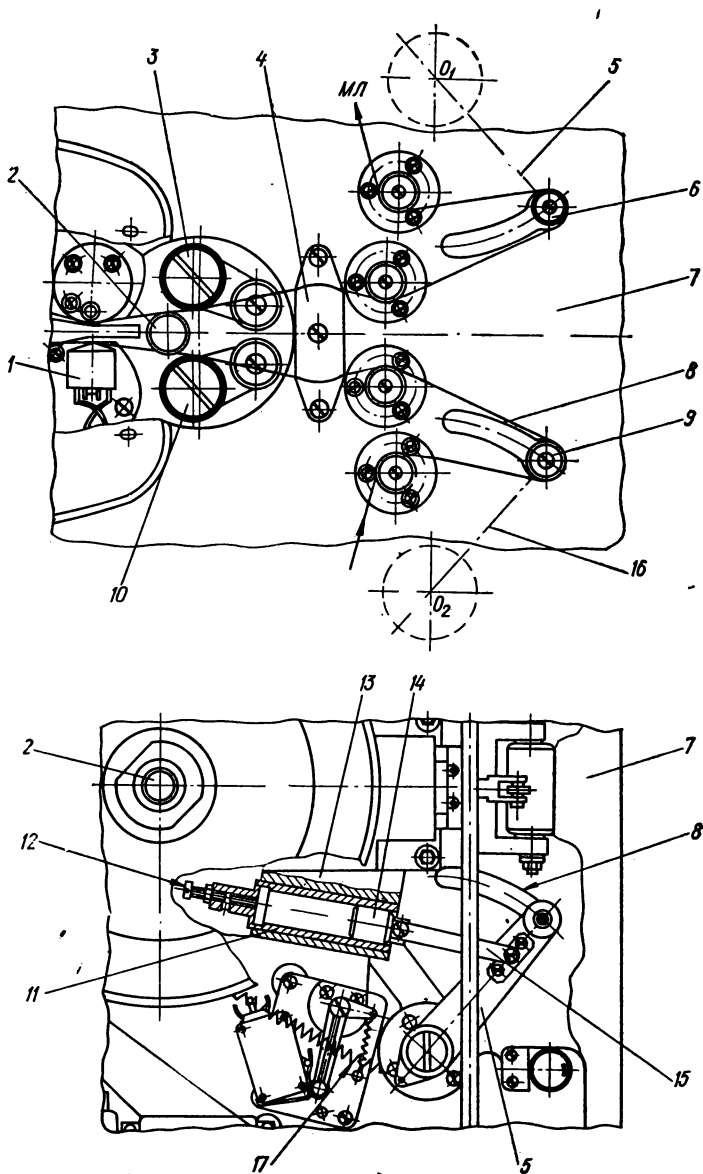


Рис. 178. Конструкция узла поворотных рычагов МЛ аналоговой записи.

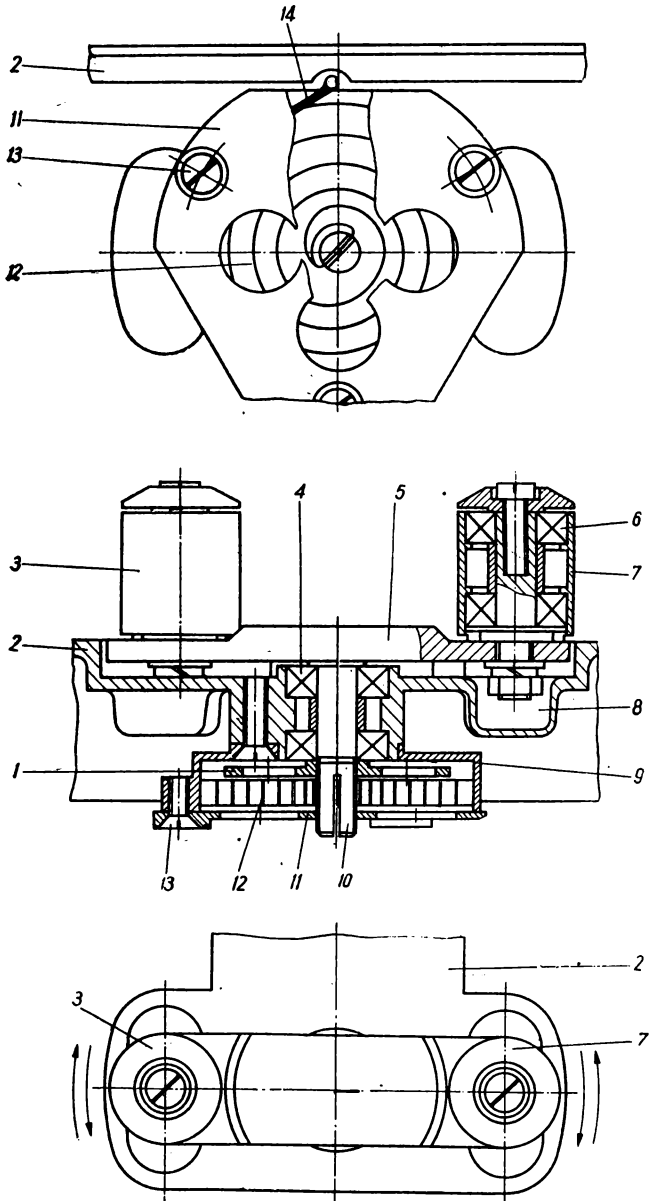


Рис. 179. Конструкция поворотного стабилизатора (рычага), уравновешенного относительно оси поворота.

В рабочих зонах МТЛ магнитные головки и неподвижные стойки не демпфируют продольные колебания переменной составляющей скорости  $\Delta v_{\omega}$ , а наоборот возбуждают их. Колебания имеют характер сверхвысокочастотной детонации, причем частота их зависит от упругих свойств ленты, ее плотности и длины свободного участка.

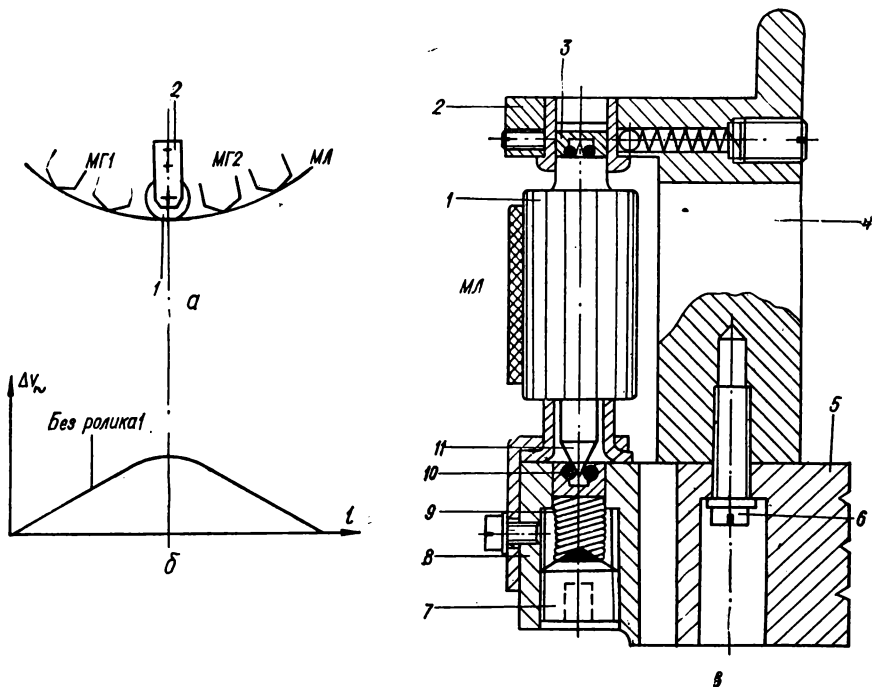


Рис. 180. Схема установки, график зависимости  $\Delta v_{\omega}$  от  $l$  и конструкция стабилизатора скорости типа «антишумового» ролика.

Пучность колебаний находится в середине участка между головками МГ1 и МГ2 (рис. 180, а, б), поэтому в этом месте устанавливают маленький шарикоподшипник или ролик 1 [44]. При этом ролик, имеющий контакт с лентой МЛ, своей массой полностью демпфирует продольные колебания переменной составляющей скорости. Такой демпфирующий ролик 1 (антишумовой), примененный в МТЛ аппарата FR-1300 фирмы АМРЕХ, имеет конусные концы 11, опирающиеся на шарики 10 в наружных обоймах 3, 8 (насыпные шарикоподшипники). Опоры качения установлены в П-образном сборном кронштейне (планка 2, стойка 4, плита 5, винт 6) и поджаты винтом 7 через пружину 9. Недостатком является общая сложность

конструкции и опор вращения, поэтому в некоторых других МТЛ применяют обычные направляющие ролики на прецизионных стандартных шарикоподшипниках.

Рассмотренные механические стабилизаторы эффективно сглаживают средне- и высокочастотные переменные составляющие скорости  $\Delta v$  в установившихся и пусковых режимах, а также в некоторых пределах стабилизируют натяжение магнитной ленты в рабочей зоне. Общими недостатками механических стабилизаторов скорости являются кинематическая пассивность (вращаются только лентой), инерционность, поэтому, когда необходимо управлять скоростью самой ленты, применяют только активные электромеханические стабилизаторы.

## 2. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ СКОРОСТИ

Более высокую степень стабилизации скорости движения ленты при активном управлении изменением этой скорости с минимальной инерционностью могут обеспечить электромеханические системы. Они включают в себя: 1) различные датчики, имеющие контакт с магнитной лентой (контактные) или не имеющие его (бесконтактные); 2) опорные генераторы сверхточной частоты, например, кварцевые; 3) электронные схемы сравнения частот или фаз сигналов датчиков и опорных генераторов; 4) электронные блоки управления скоростями вращения ведущих или скоростных двигателей, электромагнитными тормозами; 5) электромагнитные устройства (двигатели, тормоза, муфты и др.).

Рассмотрим схемы электромеханической стабилизации скорости движения ленты. Высокую точность скорости движения ленты можно получить с помощью сервосистемы (рис. 181), которая непосредственно реагирует на скорость ведущего вала 3 взаимодействующего с лентой МЛ. В таком устройстве индукционный таходатчик, состоящий из выполненного по 6 степени точности стального венца 2 с большим числом зубьев, например 192, и магнитной головки 4, вырабатывает контрольный сигнал. После усилителя 5 контрольный сигнал поступает на вход фазового компаратора 7 (сравнивающего устройства). В компараторе этот сигнал сравнивается с сигналом опорной частоты кварцевого генератора 10 ( $f = 61,440$  кГц), который поступает после делителей 9 и 8 через переключатель П. При совпадении фаз контрольного и опорного сигналов сигнал ошибки на выходе компаратора равен нулю и электродвигатель постоянного тока 1 (например, с печатным якорем) продолжает вращаться с прежней заданной угловой скоростью. При изменении угловой скорости вращения ведущего вала на выходе фазового компаратора появляется сигнал ошибки. Этот сигнал усиливается блоком 6 управления

двигателем, и резисторный регулятор этого блока изменением тока питания двигателя восстанавливает прежнюю заданную скорость вращения ведущего вала, когда сигнал ошибки на выходе компаратора равен нулю. Блоки фазового компаратора и кварцевого генератора могут быть расположены в виде плат 12 и 11 на торцевой части ведущего двигателя. Описанная схема электромеханической

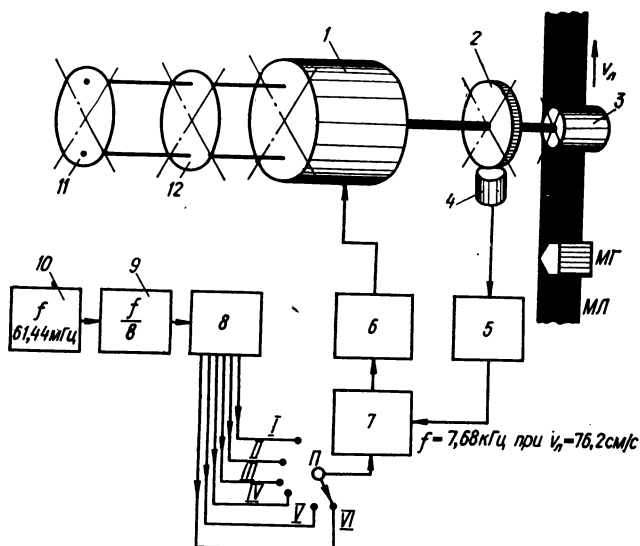


Рис. 181. Схема электромеханической стабилизации скорости движения ленты аппарата PR-500:

(I — 2,38 см/с; II — 4,76 см/с; III — 9,53 см/с; IV — 19,05 см/с; V — 38,1 см/с; VI — 76,2 см/с).

стабилизации применена в портативном самописце точной магнитной записи модели PR-500 фирмы AMPREX [98].

Даже при абсолютно равномерной скорости движения ленты при записи и последующем воспроизведении появляются изменения временных интервалов, обусловленные изменением длины ленты вследствие растяжения, температуры, влажности, скольжения в узле транспортирования. Точное воспроизведение сигналов достигается при использовании сервоуправления скоростью ленты в этом режиме. Необходимая точность скорости записи определяется при этом полосою захвата сервоустройства воспроизведения. Если при воспроизведении используется сервоустройство с широкой полосой захвата, то при записи можно применять сравнительно грубое устройство управления скоростью, и наоборот, если полоса захвата



сервоустройства воспроизведения узка, то следует обеспечить более точное управление скоростью записи.

В аппаратуре точной магнитной записи используют универсальные сервоустройства с непосредственным управлением скоростью ведущего вала и сравнением по фазе записанной на ленте контрольной дорожки импульсов. В схеме рис. 182, *а* скорость вращения вала 1 регулируется индукционным тормозом 5, который управляется усилителем мощности 11. Контрольный сигнал, как и в предыдущей схеме, вырабатывается таходатчиком (диск 3 и головка 4), и после временного 10 и фазового 9 компараторов при сравнении его с частотой опорного генератора 8 (частота 60 Гц) вырабатывается сигнал ошибки. Блок питания 12 имеет нерегулируемое питание цепи ведущего двигателя 2 и регулируемое сигналом ошибки питание цепи индукционного тормоза 5. Переключение угловой скорости вращения ведущего вала и частот сравнения осуществляется в блоке 7, который выдает сигнал на двоичный делитель частоты 6.

В схеме рис. 182, *б* контрольный сигнал КС частоты 60 Гц от опорного генератора 8 через блок управляющего сигнала 13 записывается головкой записи ГЗ на магнитную ленту МЛ (дорожка КС обозначена утолщением). Точная скорость вращения ведущего вала 1 поддерживается ранее рассмотренной системой таходатчика (диск 3 и головка 4), временного 10 и фазового 9 компараторов. Сочетание этих двух систем называют записью с повторением скорости. При воспроизведении (рис. 182, *в*) контрольный сигнал считывается с ленты МЛ головки воспроизведения ГВ и подается на вход фазового компаратора 9. Изменения размеров ленты (растяжения или сжатия от усыхания) корректируются этой сервосистемой повторения скорости. Точная средняя скорость вращения ведущего вала 1 обеспечивается сервосистемой с таходатчиком и временным компаратором 10. Рассмотренная схема электромеханической стабилизации скорости движения ленты применена в аппарате FR-1300 фирмы AMPEX [96].

Рассмотренные схемы сервосистем управления скоростью движения ленты относились к МТЛ продольной записи информации. На этих же принципах, но с добавлением некоторых звеньев и блоков построены схемы сервосистем МТЛ наклонно-строчной записи видеоманитофонов. При записи (рис. 183, *а*) диск с видеоголовкой ВГ1 видеоблока 4 управляется импульсами полей, выделенными сепаратором импульсов полей СИП из видеосигнала. Управление производится электромагнитным тормозом (диск 8 и электромагнит 9), питаемым от усилителя магнитного тормоза УМТ связанного с фазовочастотным дискриминатором ФЧД, в котором сравнивается временное положение импульсов полей и импульсов от датчика 5,

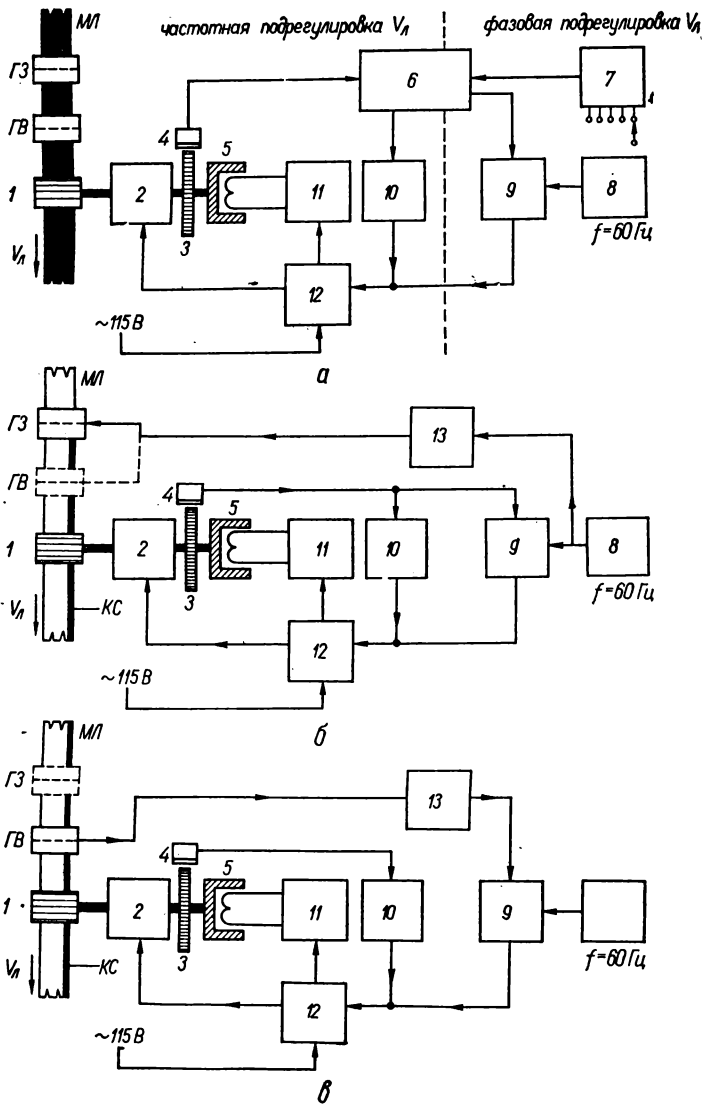
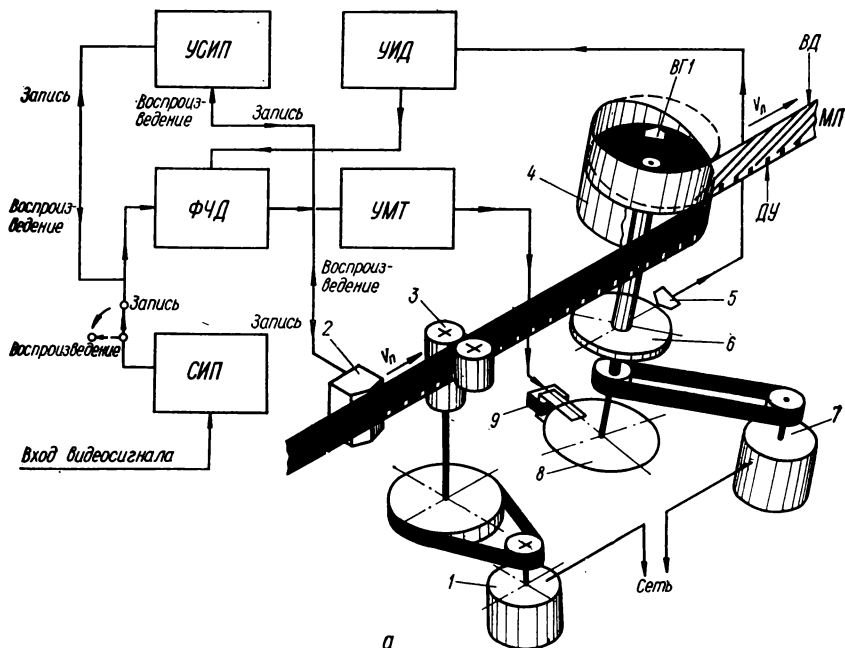
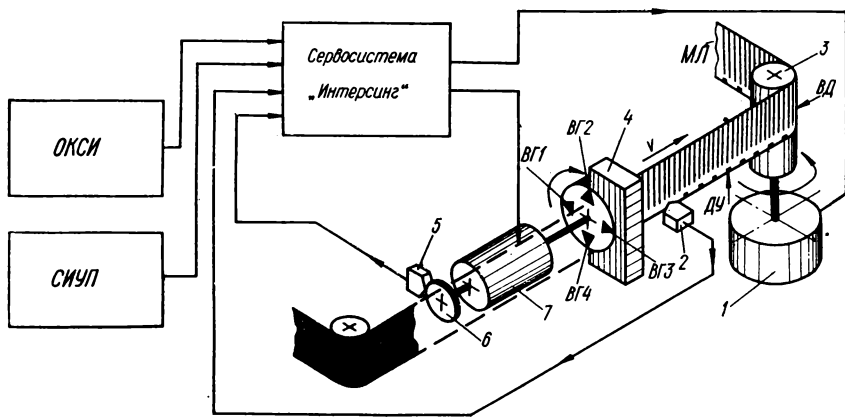


Рис. 182. Схема электромеханической стабилизации скорости движения ленты без записи (а) и с записью синхроимпульсов на ленту (б, в).



а



б

Рис. 183. Схема сервосистемы управления скоростью видеомагнитофонов «Optacord-600» с наклонно-строчной (а) и VR-1200В с поперечно-строчной записью (б):

УСИП — усилитель синхрипульсов полей; УИД — усилитель импульсов датчика; ФЧД — фазово-частотный дискриминатор; УМТ — усилитель магнитного тормоза; СИП — сепаратор импульсов полей (отделитель); ОКСИ — опорные кадровые синхрипульсы; СИУП — синхрипульсы усилителя преобразователя; ДУ — дорожка управления; ВД — видеодорожка.

считывающего их с диска 6, определяющего положение видеоголовки. Импульсы полей записываются после усилителя синхроимпульсов полей УСИП на ленте головкой записи — воспроизведения 2 на дорожке управления ДУ. С помощью магнитного тормоза, управляемого усилителем магнитного тормоза УМТ, скорость вращения диска с видеоголовкой привязывается к ведущим импульсам полей. При отсутствии привязки диск вращается со скоростью, превышающей синхронную на 5—7%. При воспроизведении эта же электронная система управления сравнивает импульсы полей, считанные с дорожки управления ДУ ленты МЛ головкой 2, и импульсы от датчика 5, считанные им с диска 6 после усилителя импульсов датчика УИД. В результате диск поворачивается в такое положение, при котором видеоголовка ВГ точно следует по наклонной видеодорожке ВД. Продольная скорость движения ленты МЛ в видеомагнитофоне составляет 15 см/с, частота вращения диска с видеоголовкой — 3000 мин<sup>-1</sup>. Двигатель 7 видеоголовки и двигатель 1 ведущего вала 3 питаются непосредственно от сети. Описанная схема сервосистемы управления применена в видеомагнитофоне «Optacord-600» фирмы Lowe Opta [128].

Более сложную сервосистему управления скоростью имеют МТЛ видеомагнитофонов поперечно-строчной записи (рис. 183, б) с двумя взаимосвязанными цепями: управление частотой вращения ведущего вала 3 и частотой вращения скоростного двигателя диска 7 с четырьмя видеоголовками ВГ1, ВГ2, ВГ3 и ВГ4. Подобная схема применена в студийном видеомагнитофоне VR-1200В фирмы АМРЕХ [99].

В рассмотренных сервосистемах, кроме ленты и магнитных головок, в качестве датчиков частоты вращения ведущих валов или двигателей служат различные вращающиеся диски (барабаны) и неподвижные устройства (воспринимающие элементы). В зависимости от вида диска и воспринимающего элемента различают магнитные (генераторные или трансформаторные) и оптические (на просвет или отражение) датчики МТЛ. Вращающиеся диски имеют равномерно расположенные по цилиндрической или торцевой поверхностям определенного диаметра задающие элементы: отверстия, риски (оптические) или плоские магнетики, модульные зубья (магнитные). Частота контрольных импульсов датчиков всех систем  $f = zn/60$ , где  $z$  — число задающих элементов диска;  $n$  — частота вращения диска.

В качестве воспринимающих элементов служат фоторезисторы, фототриоды, фотодиоды (оптические датчики) или магнитные специальные головки, обмотки с магнитопроводом (магнитные датчики).

Распространенная конструкция оптического датчика (рис. 184), встроенного в обводный ролик МТЛ с петлевой замкнутой рабочей

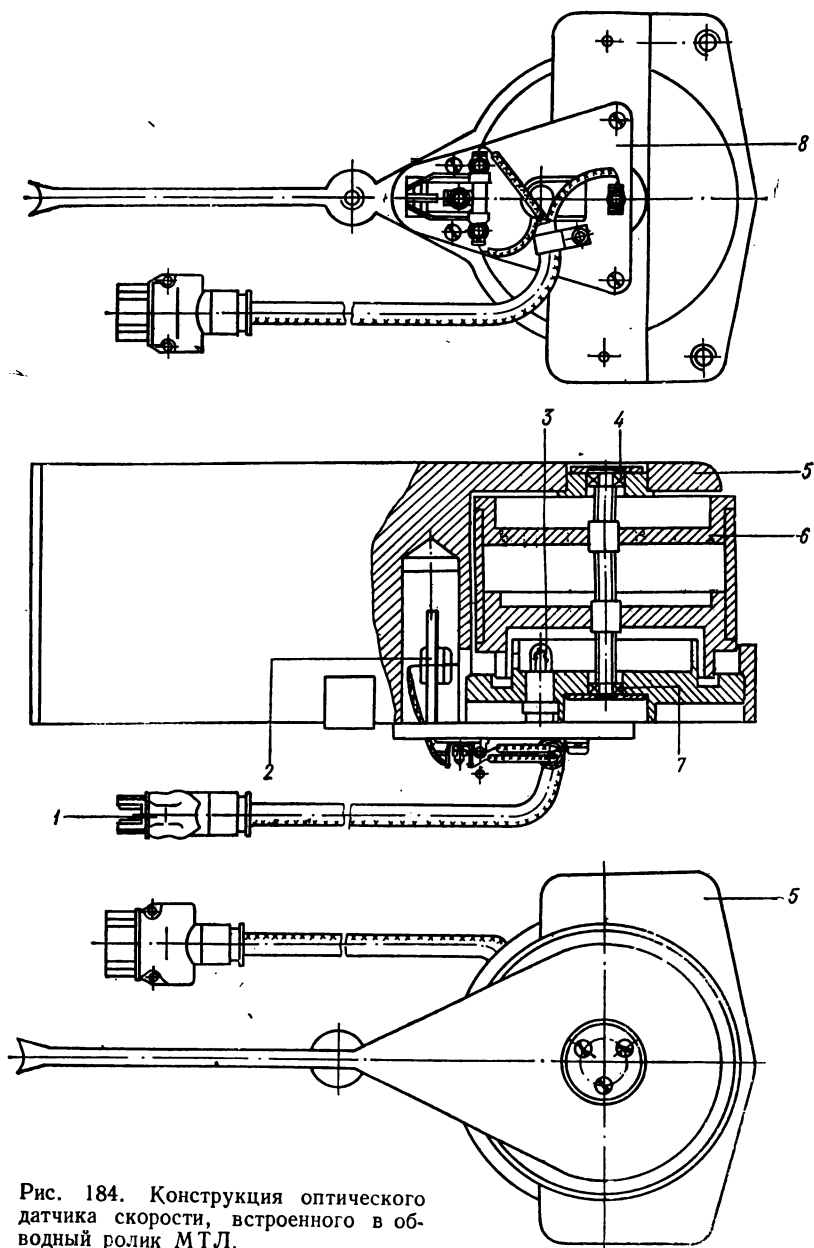


Рис. 184. Конструкция оптического датчика скорости, встроенного в обводный ролик МТЛ.

зоной, содержит сборный облегченный ролик 6, ось которого вращается в прецизионных шарикоподшипниках 4 и 7. Опоры установлены в несущем корпусе 5, который является часто и экраном между блоком головок записи и воспроизведения тракта рабочей зоны МТЛ. В нижней части ролика выполнено заданное число прорезей, против одной из них в корпусе установлен на пластине фототриод 2 типа

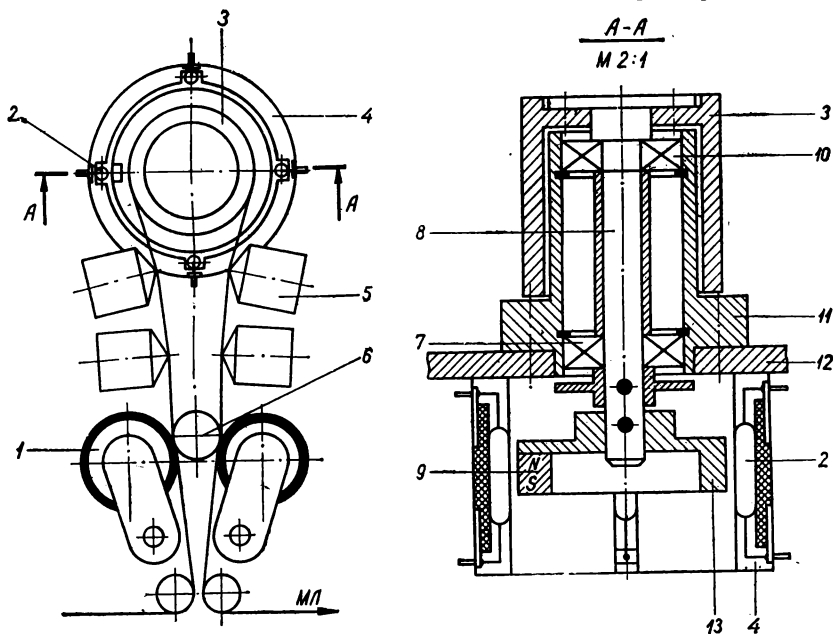


Рис. 185. Конструкция узла герконового магнитного датчика скорости, встроенного в обводный ролик МТЛ.

ФТ-1, а в полости ролика — лампочка подсветки 3, типа МН-12. Сигнал с фототриода передается через разъем 1, провода которого укреплены и распаяны на лепестках пластмассовой треугольной панели 8. Весь узел с датчиком крепят на плите МТЛ тремя винтами, которые вкручивают в резьбовые отверстия несущего корпуса. Подобная конструкция фотодатчика применена в аппарате AR-200 фирмы АМРЕХ и прецизионном МТЛ многоканальной аналоговой записи.

В настоящее время для повышения надежности работы в жестких условиях эксплуатации и упрощения системы электронных блоков [21] в прецизионных МТЛ применяют магнитные датчики (рис. 185), соединенные также с обводным роликом 3. Датчик представляет собой бронзовый ротор 13 с вставленным в него

постоянным магнитиком 9. Ротор тщательно динамически балансируется, что исключает увеличение неравномерности скорости движения ленты *МЛ* вследствие дисбаланса узла ролика 3. На плите 12 *МТЛ* расположен статор в виде пластмассового корпуса 4, внутри которого равномерно установлены магнитоуправляемые контакты — герконы 2. Ротор, соединенный через ось 8 с обводным роликом 3, вращаясь в опорах 7 и 10, поочередно магнитным полем замыкает контакты герконов статора. Достоинство этого датчика — возможность коммутации герконами непосредственно силовых цепей блока автоматики *МТЛ* без дополнительных усилителей, как это делается в оптических датчиках.

Обводные ролики из алюминиевого сплава В95 (с покрытием и без него) или титанового сплава ВТ-3 и ВТ-6 рассмотренных датчиков сервосистем *МТЛ* обычно выполняют облегченной конструкции для уменьшения инерционности, что позволяет быстрее обрабатывать изменение (восстановление) скорости вращения. Для надежного сцепления с магнитной лентой на роликах выполняют кольцевые проточки шириной 0,5—1 мм треугольного профиля, что исключает также аэродинамическую подушку при скорости перемотки от 3 м/с и выше. В гладких роликах эта подушка поднимает ленту над цилиндрической поверхностью ролика, что нарушает механическое сцепление и его вращение. Для снижения паразитных засветок от поверхностей, подвергающихся освещению, их оксидируют в черный цвет.

Сигналы с датчиков рассмотренных конструкций используют также для электронных блоков отсчета метража ленты, пройденной мимо магнитных головок, так как лента имеет постоянный контакт с обводным роликом *МТЛ*. В некоторых датчиках диск устанавливают на ведущий вал или вал двигателя (ведущего или скоростного). Наиболее распространены генераторные датчики (рис. 186, левая половина), где в алюминиевом диске 5 точно установлены равномерно по окружности пластинки 4 постоянных магнитиков. Последние вклеены в пазы и совместно с диском шлифуются по цилиндрической и торцевой поверхностям. Диск жестко крепят на валу 6 электродвигателя 1, где на кронштейне 2 установлена против магнитиков специальная магнитная головка 3. Достоинства генераторного датчика — большой уровень сигнала, снимаемого с магнитной головки, относительная простота конструкции. К недостатку следует отнести невозможность установки большого количества магнитиков для увеличения точности слежения за мгновенной скоростью.

Большую точность слежения за скоростью обеспечивают оптические датчики (рис. 186, правая половина от оси  $O_1, O_2$ ), где на кварцевом стеклянном диске 7 по узкому торцевому кольцевому

пояску 11 нанесены микроскопические прозрачные для света риски (3600—4000 по диаметру 50 мм). Промежутки между рисками непрозрачны для света. Диск укреплен на валу 6 электродвигателя 1. Над рисками в пластмассовом кронштейне 10 установлена лампочка 9 подсветки. С другой стороны диска на неподвижном кронштейне 10

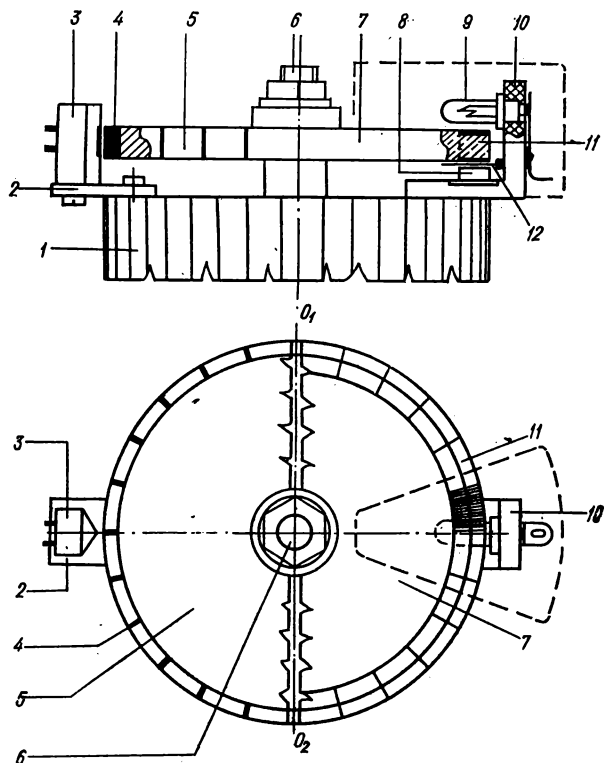


Рис. 186. Конструкции индукционных (генераторных) и оптических датчиков скорости вращения вала двигателя.

установлены оптическая решетка 12 и фототриод 8. Оптический датчик в зоне лампочки подсветки и фототриода должен закрываться непрозрачным кожухом (обозначен штриховой линией), устраняющим паразитные засветки фототриода. Подобную конструкцию имеет фотодатчик аппаратов FR-1600 и FR-2000 фирмы АМРЕХ.

В генераторных таходатчиках (рис. 187, а, б) вращающийся диск 8 выполнен в виде прямогоугольного колеса из отожженной магнетомягкой стали 10 или Э (армко). Вращающийся зубчатый диск



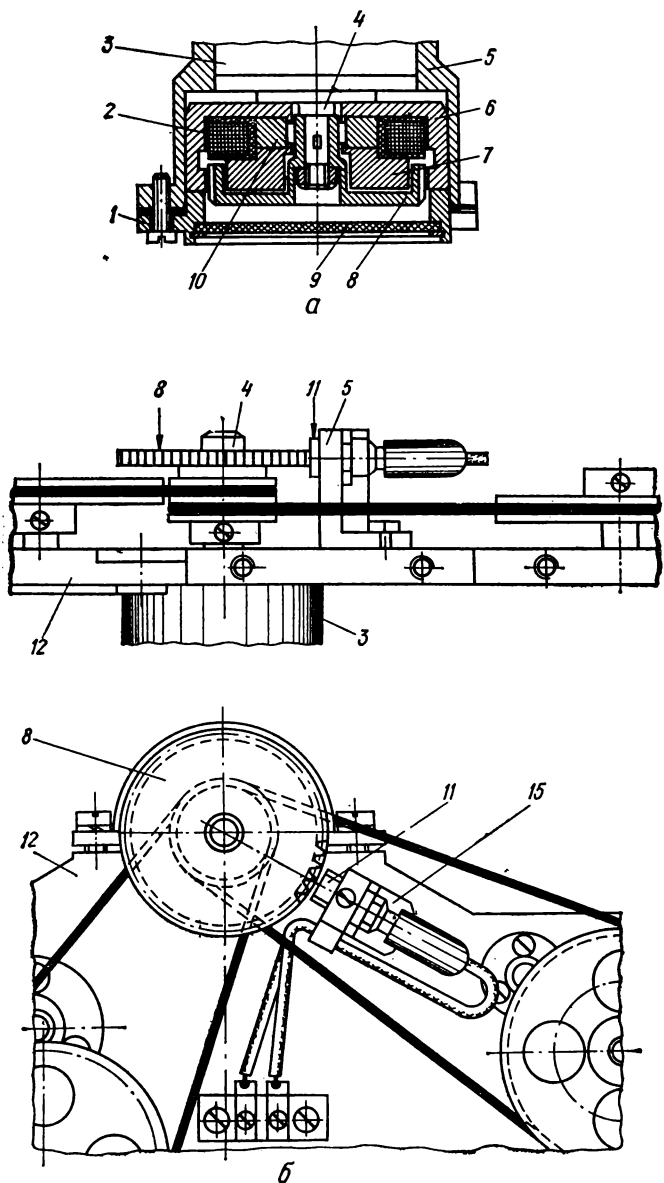


Рис. 187. Конструкции генераторных датчиков скорости вращения вала двигателя.

(рис. 187, а) помещен в зазор между магнитопроводом 6 с внутренними зубьями того же модуля, что и диск, и кольцевым магнитопроводом 7. Магнитное поле создается в зазоре постоянным магнитом 10. Внутри сборного магнитопровода размещена катушка возбуждения 2. Магнитопровод установлен в алюминиевом несущем корпусе 5, который с торцевой стороны закрывается крышками 1 и 9. В конструкциях датчиков (рис. 187, а, б) вращающийся диск укреплен на валах 4 ведущих двигателей 3. В конструкции датчика (рис. 187, б) против зубчатого вращающегося диска 8 установлена специальная магнитная головка 11 (обмотка возбуждения, магнитопровод и постоянный магнит). Головку крепят в кронштейне 15 на несущей плите 12 МТЛ. Эта конструкция применена в бортовом самописце MR-43 фирмы СЕС [113]. Достоинствами описанных таходатчиков являются большой уровень сигнала, экономичность, простота конструкции.

## Глава VII

### БЛОКИ ВРАЩАЮЩИХСЯ ВИДЕОГОЛОВОК

#### 1. ВИДЕОБЛОКИ НАКЛОННО-СТРОЧНОЙ ЗАПИСИ

Блок вращающихся видеоголовок (видеоблок) является одним из важнейших узлов рабочей зоны МТЛ бытовых и профессиональных видеомагнитофонов (ВМФ). В видеоблоке непосредственно осуществляется взаимодействие видеоголовок (видеоголовки) с видеолентой, заключающееся в магнитной записи — воспроизведении поперечных или наклонных строчек (дорожек) с определенным шагом на движущуюся продольно или по винтовой линии ленту. В видеоблоке наклонно-строчной записи может осуществляться также многократное воспроизведение с неподвижной ленты. Относительная скорость видеоголовка — лента превышает продольную скорость движения ленты для бытовых видеомагнитофонов в 15—20 раз и для профессиональных — в 100 и более раз.

В бытовых видеомагнитофонах наклонно-строчной записи лента глубоко на  $180^\circ$  или  $360^\circ$  обхватывает обе половины направляющего цилиндрического барабана видеоблока по винтовой линии, а видеоголовки вращаются в диаметральной (перпендикулярной оси) плоскости между этими половинами. Видеоголовки несколько выступают за цилиндрическую поверхность барабана, что обеспечивает при ее вдавливании в ленту требуемый контакт лента — головка,

В профессиональных видеомагнитофонах поперечно-строчной записи лента формируется в плоскости направления движения по челнокообразной форме и обхватывает на  $108^\circ$  диск с четырьмя

(восьмью) видеоголовками, вращающимися поперек направления движения ленты. Видеоголовки несколько вдавливают ленту в проточку вакуумной направляющей камеры, что обеспечивает требуемый контакт лента — головка. Ударное усилие входа видеоголовок в контакт с лентой для ВМФ поперечно-строчной записи в 18 раз больше, чем для ВМФ наклонно-строчной записи [164].

В некоторых видеоблоках осуществляется еще дополнительно транспортирование ленты и взаимодействие ее с неподвижными головками звука, стирания, синхронизации.

Видеоблоки рабочих зон МТЛ видеоманитофонов должны: обеспечивать необходимое взаимодействие головок и ленты (механический контакт, перекрытие дорожек записи, скорость записи), минимальные поперечные перемещения (колебания) движущейся магнитной ленты и потери на трение, заданную синхронизацию скорости вращения видеоголовок со скоростью движения ленты; вносить минимальные неравномерности в процессе движения ленты по заданной траектории рабочей зоны;

формировать тракт ленты, обеспечивающий взаимозаменяемость записей на всех аппаратах принятого стандарта видеограммы; не создавать наводок на головки видео и канала управления от скоростного двигателя видеоблока.

Кроме того, остаточные деформации видеолент в течение заданного срока службы должны отсутствовать, ориентация оси вращения вала видеоголовок должна согласовываться с работой всего МТЛ, а токосъемник не должен вносить искажения в передаваемый видеосигнал (контактным или бесконтактным способом). Тракт ленты в видеоблоке должен быть прост и надежен, а сам видеоблок прост при сборке и настройке. По видам записи видеоблоки подразделяют на две основные принципиально различные группы: наклонно-строчной и поперечно-строчной записи. Принцип действия видеоблоков наглядно раскрывается его кинематической схемой. Схемы видеоблоков наклонно-строчной записи классифицируют по тракту ленты, количеству видеоголовок, состоянию и фиксации нижней и верхней частей направляющего барабана, приводу диска с видеоголовками, типу тормозной системы диска, наличию дополнительных функций и элементов.

Тракт ленты на направляющем барабане видеоблока может быть образован половиной винтового витка магнитной ленты ( $180^\circ$ , тракт полувитковый), одним витком ( $360^\circ$ , тракт одновитковый) или полутора витками ( $540^\circ$ , тракт полуторавитковый). Иногда барабан видеоблока обхватывается лентой на  $120^\circ$ , тракт при этом треть-витковый. По количеству видеоголовок видеоблоки наклонно-строчной записи подразделяют на одноголовочные, полутораголовочные, двухголовочные и трехголовочные.

По кинематическому состоянию частей направляющего барабана различают I, II и III исполнения видеоблоков. Для I исполнения видеоблоков обе части направляющего барабана неподвижны, для II — нижняя неподвижна, верхняя вращается, для III — обе части вращаются. Привод диска видеоголовок может применяться прямой — исполнение А, или косвенный через ременной редуктор — исполнение Б. Для прямого привода управление частотой вращения выполняется изменением тока или напряжения питания двигателя (обычно постоянного тока), а для косвенного — изменением момента торможения дискового или роторного электромагнитного тормоза.

До и после направляющего барабана тракт ленты может быть образован цилиндрическими или конусными стойками, а также роликами. Иногда вместо стоек применяется серповидный несущий кронштейн, наружная поверхность которого выполнена таким же радиусом, что и поверхность направляющего барабана видеоблока.

Токосъемник видеоблока может быть контактным или бесконтактным (последний распространен шире).

Видеоблок может быть выполнен функционально законченным устройством или встроенным в конструкцию МТЛ (последнее мало распространено).

**Кинематические схемы.** Видеоблок исполнения I-Б с неподвижными верхней 5 и нижней 4 половинами направляющего барабана, которые между собой жестко соединены несущим кронштейном 6 и стойкой 8, показан на рис. 188, а. В диаметральной щели между половинами барабана размещен подвижный диск видеоголовок\* 7, на нижнем вылете вала которого расположено токосъемник ТС, тормозной диск 2 и шкив 1. Диск видеоголовок приводится во вращение через ременную передачу от двигателя 10, на валу которого укреплен шкив 9 небольшого диаметра. Тормозной диск 2 входит в зазор статора электромагнита 3, магнитное поле которого регулирует частоту вращения диска и соответственно видеоголовок. Видеоголовка имеет механический контакт с лентой МЛ по полному витку ее, расположенному по винтовой линии направляющего барабана, что характерно для одноголовочных ВМФ. Достоинство этой схемы — применение маломощного двигателя для привода диска видеоголовок (косвенный привод), простота регулирования скорости этого диска, а недостатки — неудобство заправки ленты по направляющему барабану (приходится просовывать ленту между стойками 8), трудность подхода при настройке к токосъемнику ТС (расположен внизу). Применена описанная кинематическая схема в ВМФ EL-3400 фирмы Philips (Голландия).

\* Вращающийся диск с магнитными головками, используемыми для одно-, двух-, трех- или четырехголовочной магнитной видеозаписи и ее воспроизведения.

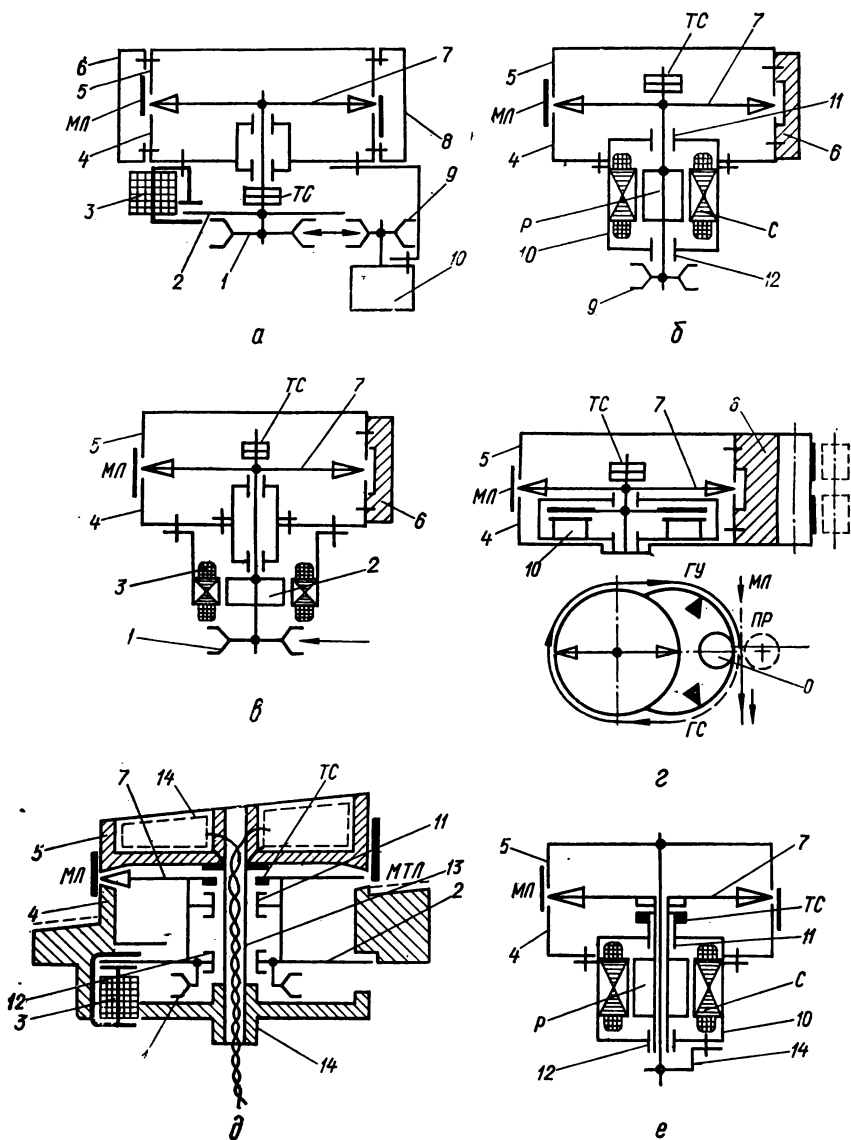


Рис. 188. Кинематические схемы видеоблоков наклонно-строчной записи исполнения I.

В схеме видеоблока исполнения I-A применяют прямой привод диска видеоголовок 7 (рис. 188, б) от двигателя 10 с ротором *P* и статором *C*. Вал ротора вращается в опорах 11 и 12, расположенных в подшипниковых щитах двигателя. На нижнем вылете вала ротора укреплен шкив 9 для привода вращающихся узлов МТЛ (ведущего вала и др.). Двигатель жестко крепят на нижней половине 4 направляющего барабана, верхняя половина которого 5 также установлена жестко через несущий кронштейн 6. Лента *МЛ* обхватывает направляющий барабан на половину винтового витка ( $180^\circ$ ), что характерно для двухголовочных ВМФ. Достоинства этой схемы — компактность, удобство подхода к токосъемнику *ТС* (расположен сверху), недостаток — необходимость применения более мощного двигателя для привода видеоголовок. Применена описанная схема в ВМФ AV-3400 фирмы Sony (Япония) и VT-100, X-500-VT, VT-700 фирмы АКАИ (Япония).

В видеоблоке двухголовочного ВМФ исполнения I-Б (рис. 188, в) вместо дискового электромагнитного тормоза применен роторный, содержащий ротор 2, который размещен внутри статора 3. Это несколько увеличивает компактность, но снижает тормозной момент при одинаковом с дисковым энергопотреблении. Эта кинематическая схема применена в первом отечественном ВМФ ВК 1/2 объединения ЛОМО (СССР) [29].

В видеоблоке исполнения I-A (рис. 188, г), предложенном автором в 1970 г., где двигатель постоянного тока 10 с печатным якорем размещен внутри полости нижней половины 4 направляющего барабана, достигнута максимальная компактность конструкции. Магнитные головки *ГС* и *ГУ* также размещены по винтовой линии в теле несущего кронштейна 6, который имеет серповидную форму с наружным диаметром, равным диаметру направляющего барабана, т. е. верхней 5 и нижней 4 его половин. В кронштейне выполнено открываемое наружу отверстие *O*, в котором размещается ведущий вал [79]. Магнитная лента *МЛ* обхватывает направляющий барабан на угол  $180^\circ$  и несущий кронштейн — 2 раза по  $90^\circ$ .

Кинематическая схема видеоблока исполнения I-Б одноголовочных ВМФ серии IVC-600, IVC-700, IVC-800 и IVC-900 фирмы IVC, (США) [123] показана на рис. 188, д. Полая несущая ось 13 неподвижно укреплена в приливе 14 нижней половины 4 направляющего барабана, в которой внизу размещен электромагнитный тормоз 3 с входящим в его зазор диском 2. Диск и шкив 1 укреплены на стакане диска видеоголовки 7, который вращается на опорах качения 11 и 12 на несущей оси 13. На верхнем вылете этой оси укреплена неподвижно верхняя половина 5 направляющего барабана, в полости которой установлены печатные платы 14 предварительного усилителя. Подвижная часть токосъемника *ТС* размещена на диске

видеоголовки 7, а неподвижная бесконтактная—на верхней половине направляющего барабана. Усиленный видеосигнал после предварительного усилителя 14 по выводам, размещенным в полой оси, поступает на блоки усилителей ВМФ. Направляющий барабан видеоблока обхватывается лентой *МЛ* на угол  $360^\circ$ , т. е. на полный винтовой виток. Videоблок устанавливается на плите МТЛ наклонно. Достоинство рассмотренного видеоблока — размещение несущей оси внутри устройства, что обеспечило отличную заправку ленты вокруг направляющего барабана, жесткость конструкции. Например, по сравнению со схемой рис. 188, а.

Аналогичную кинематическую схему имеет видеоблок исполнения I-A в ВМФ «Optacord-500» фирмы Lowe Opta, где лента обхватывает направляющий барабан на  $360^\circ$  (рис. 188, е). Отличается эта схема только использованием прямого привода диска видеоголовки 7, для чего на валу диска размещен ротор *P*, вращающийся в опорах 11 и 12. Вокруг ротора расположен статор *C* двигателя 10. Кронштейн 14 в этой схеме уже размещен не на нижней половине барабана, а на нижнем подшипниковом щите двигателя 10. В этом кронштейне 14, как и в предыдущей схеме, укреплена неподвижная полая ось 13, на которой также вращается диск видеоголовки 7.

Vидеоблок исполнения II-B (рис. 189, а) содержит неподвижную нижнюю 4 и вращающуюся верхнюю 5 половину направляющего барабана, которые обхватываются магнитной лентой *МЛ* на угол  $180^\circ$  по винтовой линии. Верхняя половина барабана укреплена жестко на валу 9 диска видеоголовок 6 (двух) и при вращении между ней и лентой образуется аэродинамическая подушка толщиной 8—16 мкм, что уменьшает потери на трение движущейся ленты. Несущий кронштейн в этом исполнении отсутствует. На нижнем вылете вала 9 размещены стакан с тормозным диском 8 и шкив 1 привода диска видеоголовок 6. В нижней половине барабана размещен также электромагнитный тормоз 3. Токосъемник *ТС* размещен под диском 6. Достоинствами этой схемы являются простота конструкции, уменьшенные потери на трение, недостатком — несколько меньшая, по сравнению с исполнением I, поперечная устойчивость движения ленты и влияние аэродинамической подушки на контакт ленты с головками. Описанная схема применяется в полупрофессиональных и бытовых ВМФ, например, LDL-1000 и N-1500 фирмы Philips.

Кинематическая схема видеоблока исполнения II-A (рис. 189, б) отличается от схемы рис. 189, а только прямым приводом диска видеоголовки 6 от двигателя 10 (обычно постоянного тока с печатным якорем), а также углом обхвата лентой *МЛ* обеих половин направляющего барабана (около  $356^\circ$ ). Управление скоростью диска видеоголовки (одной) осуществляется изменением тока или напря-

жения питания двигателя 10. Недостатками этой схемы по сравнению со схемой исполнения I-A являются увеличение мощности двигателя привода диска видеоголовки и его момента инерции, так как приходится дополнительно вращать верхнюю половину направляющего

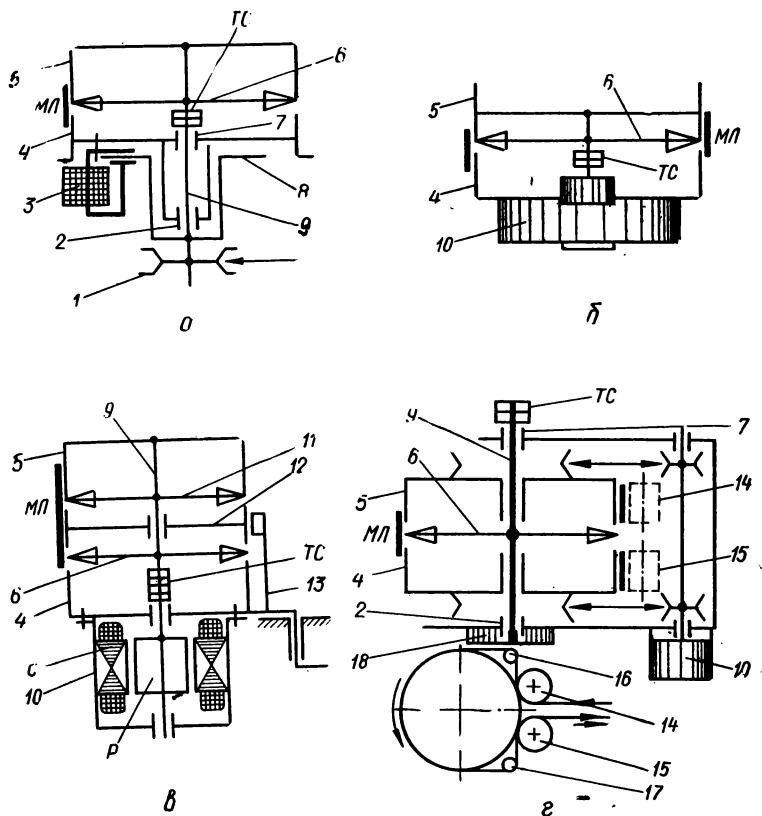


Рис. 189. Кинематические схемы видеоблоков наклонно-строчной записи исполнений II и III.

щего барабана. Применяется описанная схема в полупрофессиональных ВМФ серии VR-7300, VR-7330, VR-7800 фирмы AMPLEX.

Кинематическая схема видеоблока исполнения II-A рис. 189, в содержит, кроме основного диска видеоголовки 6, еще дополнительный 11, соединенный жестко с верхней половиной 5 направляющего барабана. Средний диск 12 при заправке лентой МЛ вращается свободно на валу 9, а в режиме записи — воспроизведения



фиксируется неподвижно рычагом 13. Вал 9 является продолжением вала ротора *P* двигателя 10, а нижняя половина 4 барабана—продолжением корпуса этого же двигателя. Дополнительный диск 11 служит для дописывания видеосигнала при прохождении основным диском 6 воздушного промежутка между входной и выходной ветвями витка ленты, обхватывающего направляющий барабан на угол около 335°, что полностью исключает потерю информации. Описанная схема применена в полупрофессиональных ВМФ PV-100 и PV-120 фирмы Sony.

В кинематической схеме [167] видеоблока исполнения III (рис. 189, з) верхняя 5 и нижняя 4 половины направляющего барабана выполнены вращающимися и имеют привод от двигателя 10. Окружная скорость этих половин небольшая и соответствует скорости продольного транспортирования ленты *МЛ*, которая после выхода под небольшим углом с этих половин попадает на конусные стойки 16 и 17. После стоек магнитная лента, преломляясь в своей плоскости, поступает в зону контакта с прижимными роликами 14 и 15. Нейтральная линия ленты *МЛ* в зоне контакта перпендикулярна образующей подвижных половин барабана, которые уже выполняют функции ведущих валов и транспортируют ленту с постоянной линейной скоростью. Необходимое условие работоспособности этого совмещенного видеоблока — фрикционное сцепление ленты в зонах контакта ленты с прижимными роликами должно во много раз превышать ее сцепление с барабаном в участках наклонного движения по винтовой линии. В противном случае лента просто будет вырываться вращающимися половинами барабана вверх или вниз по ним, что зависит от направления вращения.

**Конструктивное исполнение.** Видеоблок ВМФ AV-3400 фирмы Sony (рис. 190) исполнения I-A состоит из нижней 4 и верхней 6 частей направляющего барабана, между которыми в щели, равной 1,5 мм, вращаются две видеоголовки 18 и 5, укрепленные на пластине (диске) прямоугольной формы. В центре пластины установлен коллектор 16 с контактными кольцами. К коллектору прижаты тонкие проволочки 13, покрытые износостойчивым сплавом и представляющие собой токосъемник контактной системы. Для точной фиксации базового края движущейся ленты по винтовой линии направляющего барабана на нижней части его установлена направляющая пластина 10, на торец которой и опирается базовый край ленты. Вдоль этой направляющей пластины укреплены придерживающие штыри, предохраняющие от сползания ленты с барабана при заправке. Вал 19 диска видеоголовок является валом двигателя 22 и вращается в двух сверхпрецизионных шарикоподшипниках 3, верхний из которых установлен непосредственно в нижней части барабана 4, а нижний — в корпусе двигателя, который крепят к барабану

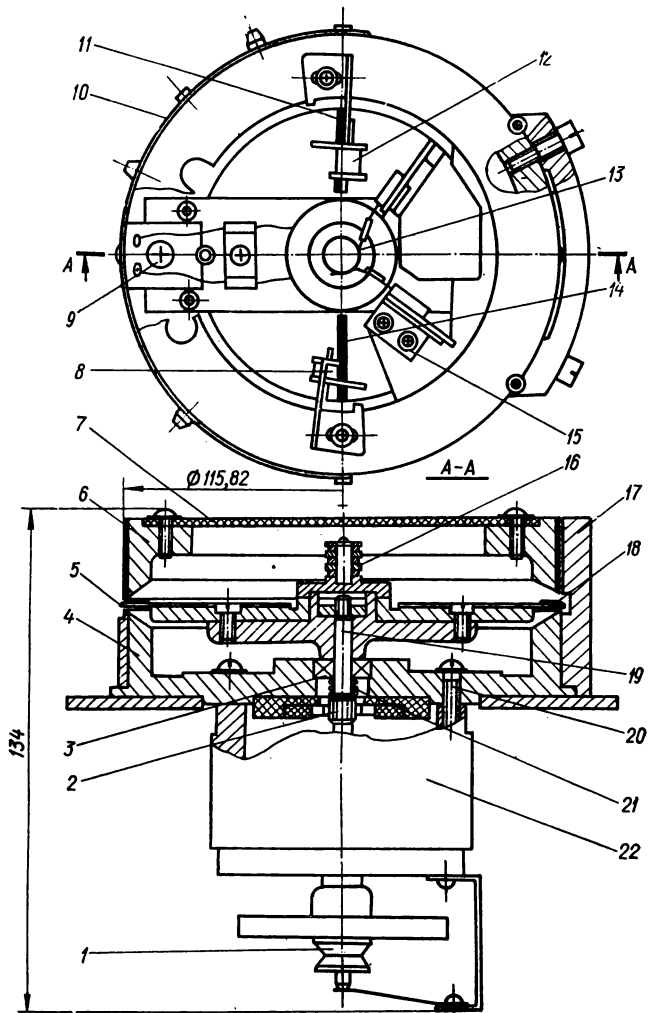


Рис. 190. Конструкция видеоблока исполнения I-A видеомагнитофона AV-3400.

четырьмя винтами 20. В полости верхней части барабана установлены два датчика оборотов 12 и 8, а на вращающемся диске размещены планки 11 и 14, замыкающие магнитное поле датчиков при прохождении под его полюсами. Датчики вырабатывают импульсы синхронизации вращения видеоголовок и скорости движения ленты. На валу двигателя установлен шкив 1, передающий вращающий момент на узел ведущего вала МТЛ. Установка верхнего шарикоподшипника 3 в нижнюю часть направляющего барабана позволила уменьшить эксцентриситет этой пары, радиальные биения выступов вращающихся видеоголовок и высоту всего видеоблока, но вызвало необходимость разработки специального двигателя.

Видеоблок исполнения I-Б (рис. 191) состоит из диска 21 с двумя видеоголовками 6, который крепят винтами на фланце 4, посаженном по горячепрессовой посадке на верхний вылет вала 1. Вал вращается в прецизионных шарикоподшипниках 11 и 13, которые размещены в точно расточенной ступице нижней части 3 барабана. На цилиндрической поверхности направляющего барабана по винтовой линии установлена плоская направляющая пластина 20, на верхний торец которой при движении опирается видеолента. Для предохранения сползания видеоленты с направляющей пластины при заправке тракта МТЛ по контуру барабана установлены отогнутые под небольшим углом пластинки-ловителя 10. Нижняя 3 и верхняя 5 части барабана жестко укреплены винтами на несущем кронштейне 15, представляющем собой месяцеvidный сегмент двух одинаковых радиусов, равных радиусу барабанов. Между верхней и нижней частями направляющего барабана вращаются две видеоголовки 6. В несущем кронштейне по траектории движения видеоленты крепят неподвижные магнитные стирающую 16 и универсальную 19 головки. В наиболее утолщенной части несущего кронштейна выполнено открываемое наружу отверстие 17, наклонное на угол подъема ленты по направляющему барабану. На вращающемся диске 21 размещен горшковый сердечник 8 с обмоткой, выполненной на печатной плате, а против него с зазором около 0,2 мм расположен неподвижно сердечник 7 с такой же обмоткой. Оба сердечника с обмотками представляют собой бесконтактный трансформатор типа вращающийся трансформатор. Для системы синхронизации вращения диска видеоголовок и скорости движения ленты по направляющему барабану в верхней его части 5 установлена магнитная головка (датчик) 10, на диске — постоянный магнетик 9 на уголко-вом кронштейне. Для достижения максимальной компактности видеоблока алюминиевый диск 12 установлен на стакане, обхватывающем ступицу нижней части 3 направляющего барабана, а тормозной электромагнит 2 размещен поближе к этой же ступице. Нижняя часть 3 имеет три крепежных ушка с отверстиями для установки

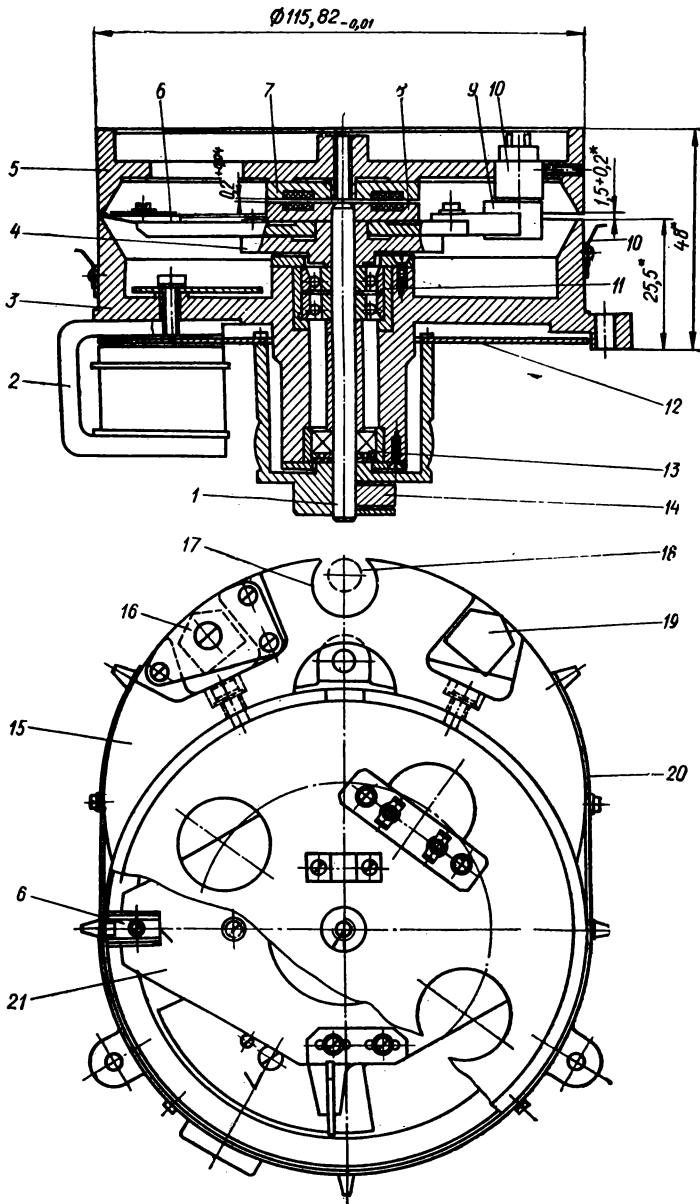
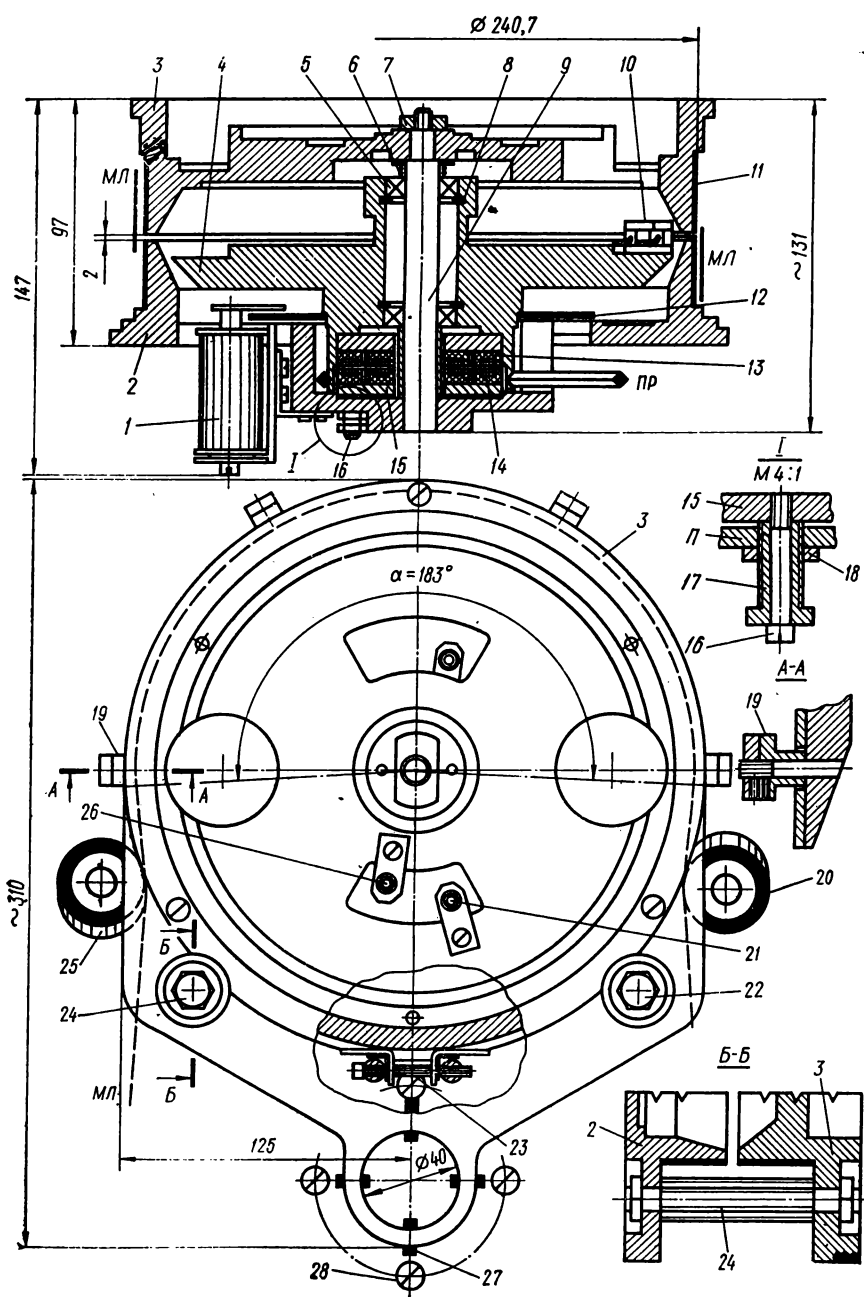


Рис. 191. Конструкция видеоблока исполнения 1-Б.



на несущую плиту МТЛ. Нижняя и верхняя части направляющего барабана выполнены из сплава В95 и после чистовой обработки цилиндрических рабочих поверхностей с шероховатостью не хуже 0,25—0,32 мкм покрыты химическим никелем толщиной 8—12 мкм.

К достоинствам этой конструкции видеоблока можно отнести: компактность (все собрано в одном узле, нет деталей, которые необходимо собирать на плите МТЛ, даже с неподвижными головками), простоту изготовления, сборки и настройки, возможность заимствования для переносных ВМФ, высокую жесткость всего узла [79].

Конструкция встроенного в МТЛ видеоблока исполнения I-Б (рис. 192) полупрофессионального ВМФ ВК-200 фирмы «Грундиг» [121] содержит нижнюю часть 2 направляющего барабана, которая выполнена за одно целое с несущей плитой МТЛ из алюминиевого сплава методом литья с последующей механической обработкой. Верхняя литая часть 3 направляющего барабана также механически обработана. Между ней и нижней частью установлен зазор 2 мм. Обе части барабана имеют массивные приливы по углам, где размещаются две цилиндрические стойки 22 и 24 (опоры), жестко соединяющие в одно целое направляющий барабан. В центре барабана в нижней части 2 в приливе запрессована ось 9, а верхняя к ней поджимается гайкой 7. Эта ось образует третью опору жесткой связи половин барабана и на ней на двух прецизионных шарикоподшипниках 5 вращается массивный алюминиевый диск 4 с двумя видеоголовками 10, которые размещаются точно посередине зазора между частями барабана. Наружный диаметр диска 227 мм, толщина 15 мм, высота ступицы 92 мм. Шарикоподшипники по наружным кольцам упираются в упорные кольца 8, а по внутренним — поджимаются волнистыми шайбами 6, полностью выбирающими осевой зазор между подшипниками. Нижний и верхний цилиндры барабана обхватываются двумя стальными лентами 11, которые стягиваются шпильками 23 с гайками. Эти ленты выполнены из немагнитной нержавеющей стали типа Х18Н9Т толщиной около 0,2 мм и являются рабочей поверхностью барабана для движения магнитной ленты по винтовой линии. Диаметр рабочей поверхности — около 240,7 мм. Видеоголовки, установленные на диске 4, выступают за диаметр рабочей поверхности на 0,1 мм и могут регулироваться только по диаметру, так как угол между ними выставляется под микроскопом точно  $180^\circ \pm 3''$  и больше не регулируется. В нижней части ступицы диска 4 размещена вращающаяся часть 13 бесконтактного токосъемника, состоящая из двух ферритовых сердечников, разделенных медным цилиндрическим экраном толщиной 0,2 мм. В два кольцевых паза

---

Рис. 192. Конструкция видеоблока исполнения I-Б видеоманитофона ВК-200.

сердечников уложены кольцевые печатные платы, на которых нанесено по пять печатных спиральных витков с шириной 0,3 мм и шагом между ними 0,7 мм. Неподвижная часть 14 токосъемника установлена на нижней части барабана на кольце 15, которое может подниматься по высоте тремя втулками 17, вкручиваемыми в тело прилива. Зазор между частями токосъемника 0,1 мм фиксируется винтами 16 и гайками 18. В этой же части ступицы выполнена кольцевая трехгранная проточка для размещения приводного ремня *ПР*, соединяемого с валом двигателя видеоголовок с передаточным отношением около 1. Несколько выше середины высоты ступицы размещен медный тормозной диск 12 толщиной 1,5 мм, входящий в 3-миллиметровый зазор тормозного электромагнита 1. Относительная скорость ленты — видеоголовка составляет 18,7 м/с. Приводной двигатель видеоголовок устанавливается на несущей плите МТЛ через резиновые амортизаторы. На верхней части барабана установлены датчики полей 21 и кадров 26, которые могут регулироваться по углу и по высоте. По винтовой линии со стороны нижнего базового края ленты установлены четыре цилиндрические направляющие эксцентричные стойки 19, фиксируемые после настройки видеоблока. В обеих частях барабана выполнено по одному отверстию диаметром 40 мм, в верхнем из них радиально установлены четыре винта 27, которые наклоняют в нужную сторону цилиндрический пояс верхней опоры несущего стакана ведущего узла, выставляя тем самым требуемое положение вала относительно магнитной ленты. Нижние торцевые винты 28 фиксируют по высоте несущий стакан ведущего узла на нижней части направляющего барабана. На нижней части также установлены обрешиненные ролики 20 и 25, перпендикулярные сходящей с барабана и поступающей на него ветвям магнитной ленты *МЛ*. Ролики стабилизируют поперечное положение движущейся ленты и создают угол обхвата лентой барабана около 183°. К достоинству конструкции видеоблока относится высокая поперечная устойчивость движения ленты по барабану, жесткость всего блока и диска видеоголовок. Недостатком конструкции является то, что видеоблок не существует самостоятельным собранным узлом, так как встроен в плиту МТЛ.

Видеоблок исполнения II-Б (рис. 193) видеомагнитофона LDL-1000 фирмы Philips состоит из верхней 9 и нижней 16 частей направляющего барабана, между которыми имеется небольшой зазор около 0,1—0,3 мм. Верхняя часть барабана с вклеенными в нее двумя видеоголовками 8 и 15 имеет привод на шкив 2 от отдельного двигателя посредством плоского резинового ремня 17. На нижней части 16 барабана установлена направляющая плоская пластина 21, на которую при движении опирается базовый край видеоленты. Диаметр барабана видеоблока составляет 105 мм, а частота вращения

верхней части его — без торможения — около  $1560 \text{ мин}^{-1}$ , в режиме записи — воспроизведения —  $1500 \text{ мин}^{-1}$ . Вдоль направляющей пластины установлены придерживающие стойки 6, 20 и 22, которые

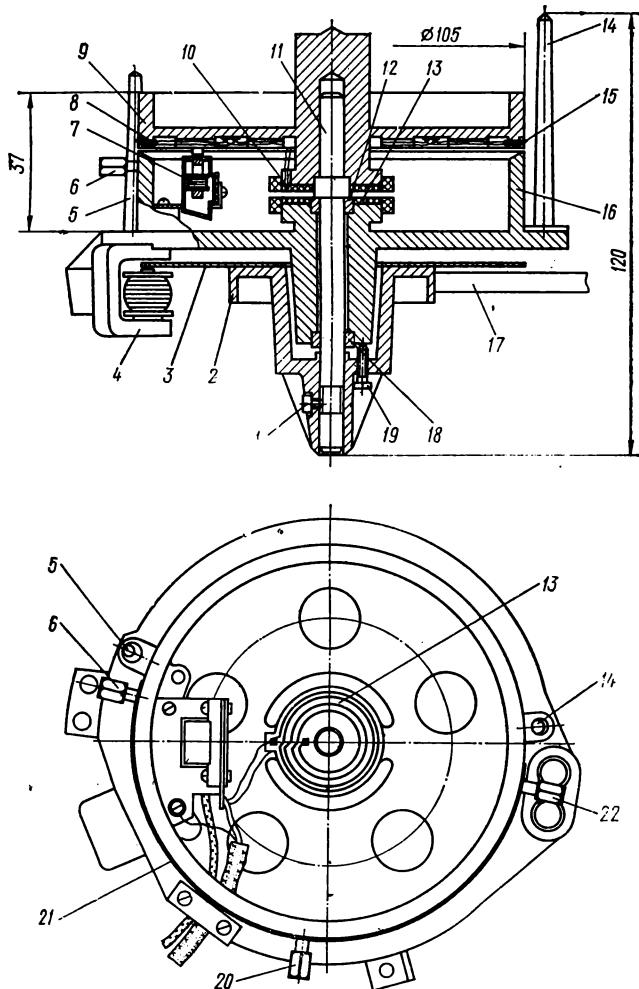


Рис. 193. Конструкция видеоблока исполнения II-Б видеомагнитофона LDL-1000.

при заправке видеоблока предотвращают сползание ленты ниже направляющей пластины. Вал 11 верхней части барабана торцом своего буртика опирается на бронзовый верхний подшипник



скольжения 12, который вместе с нижним подшипником 18 запрессован в ступицу нижней неподвижной части 16 направляющего барабана. Между винтом 19 и торцом ступицы неподвижной части барабана имеется зазор около 0,2 мм, что при переноске ВМФ предохраняет верхнюю половину барабана от осевого смещения. Для достижения максимальной компактности узла тормозной диск 3 установлен сверху над шкивом 2 и входит в зазор тормозного электромагнита 4. Внутри полости нижней половины барабана установлена катушка индуктивности с магнитопроводом 7, а против нее в подвижной половине 9 — постоянный магнитик, вместе образующие датчик скорости вращения видеоголовок. В видеоблоке применен бесконтактный токосъемник с подвижной 10 и неподвижной 13 частями в виде кольцевых плат с печатными спиральными витками, аналогичными вышеописанному видеоблоку, помещенными внутри ферритовых колец. По обе стороны направляющего барабана установлены наклонные конусные направляющие стойки 5 и 14, создающие необходимый угол обхвата ( $180^\circ$ ) лентой, тракт ее до и после барабана без преломлений ленты в своей плоскости с одним уровнем ее по высоте при наклонном расположении барабана. Нижняя половина барабана по рабочей цилиндрической поверхности покрыта химическим никелем толщиной 8—12 мкм, а верхняя с винтовыми канавками подвергнута глубокому анодированию (50—60 мкм). К достоинствам этого видеоблока относятся жесткость конструкции, уменьшенные потери на трение движущейся ленты и размещение ее на одном уровне до и после направляющего барабана.

Конструкция видеоблока исполнения II-A (рис. 194) профессионального ВМФ VR-7800 фирмы AMPEX отличается от ранее описанной тем, что вращение верхнего барабана 12 с одной видеоголовкой 10 осуществляется непосредственно валом 7 двигателя с печатным якорем 3. Двигатель содержит также корпус-магнитопровод 1 и 4, внутри которого размещен индуктор 2 с явно выраженными полюсами постоянных магнитов (6—8 пар полюсов). Обмотка печатного якоря имеет надежный механический контакт с угольно-серебряными щетками, установленными в электроизолированных держателях 20. Вал двигателя вращается в сверхпрецизионных шарикоподшипниках 6, которые подпружинены по внутренним кольцам, что обеспечивает отсутствие осевых люфтов и минимальные радиальные биения наружной рабочей поверхности вращающегося барабана. Регулировка усилия поджатия пружинной выполняется кольцом 18, которое стопорится на валу тремя винтами. Нижний и верхний барабаны выполнены литьем под давлением, а на наружную их поверхность напрессованы стальные стаканы 8 толщиной стенки около 2 мм, выполненные из немагнитной нержавеющей стали типа X18H9T. На основании нижнего барабана 9 установлены три шестигранных стой-

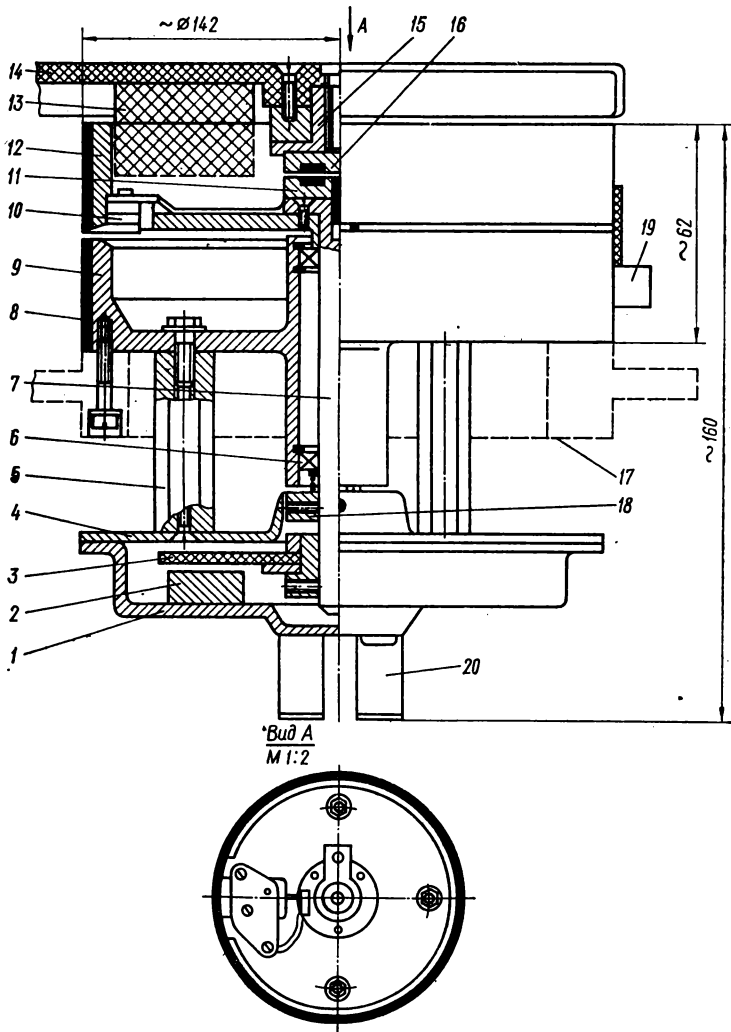


Рис. 194. Конструкция видеоблока одноголовочного видеоманитофона VR-7800.

ки 5, к которым крепят корпус двигателя. Необходимое положение ленты по винтовой линии на направляющем нижнем барабане 9 обеспечивается цилиндрическими стойками 19. Верхний барабан с частотой  $3600 \text{ мин}^{-1}$  вращает универсальную видеоголовку 10, которая выступает на 80—100 мкм за окружность этого барабана. Частотно-модулированный видеосигнал подается к видеоголовке через бесконтактный токосъемник, ротор 11 которого установлен на фланце вала 7 и имеет подпаянные выводы от видеоголовки 10, а статор 16 размещен на корпусе 15 неподвижно. Статор, в свою очередь, крепят на фальшпанели 14. Внутри полости верхнего барабана размещается предусилитель видеосигналов 13. К достоинству описанного видеоблока относится простота конструкции, оперативность управления скоростью вращения барабана с видеоголовкой. Videоблок является базовой конструкцией для полупрофессиональных и профессиональных ВМФ, работающих с лентой 25,4 мм.

Vидеоблок МТЛ исполнения II-A (рис. 195) видеомагнитофона PV-100 фирмы Sony, который работает на видеоленте шириной 50,8 мм, состоит из следующих узлов: несущий корпус с наклонными направляющими роликами, диски с вращающимися видеоголовками, статор двигателя, встроенного в видеоблок, ротор с токосъемником, нижний и верхний направляющие барабаны, датчик-коммутатор вращения ротора и крыльчатка вентилятора. Основной деталью видеоблока является несущий корпус 5, верхняя часть которого имеет точную цилиндрическую поверхность и служит нижним направляющим барабаном. Несущий корпус выполнен из сплава подобия латуни и покрыт химическим никелем. В нижнюю часть несущего корпуса встроен статор 3, состоящий из набора пластин толщиной 0,5 мм (электротехническая сталь), в пазах которого расположена обмотка. Внутренний диаметр расточки статора составляет 45 мм, высота набора статорных пластин — 58 мм. На валу 16 укреплен сердечник ротора 2 и диск 14 с основной видеоголовкой 8. Вал вращается в прецизионных шарикоподшипниках 1 и 7, которые от корпуса видеоблока электрически изолированы установкой в пластмассовые стаканы 17 и 15. Это разрывает цепь для замыкания термотоков, возникающих при высоких скоростях вращения ротора, и тем самым значительно увеличивает срок службы подшипников качения и равномерность их работы, уменьшает акустический шум. На валу между верхней его опорой и ротором установлен контактный токосъемник 6, состоящий из коллектора и статора с угольными щетками. На ступице диска 14 на шарикоподшипниках 10, также электрически изолированных от корпуса пластмассовой обоймой, установлен средний барабан 9, который в режимах записи-воспроизведения стопорится неподвижно Г-образным кронштейном (обозначено штриховой линией). На верхнем вылете вала 16 укреплен

второй диск *13* с вспомогательной видеоголовкой *11*, закрываемой сверху экраном *12*. На нижнем вылете вала размещены коммутатор направления вращения и датчик скорости *18*, которые закрываются также экраном, а еще ниже по валу размещена крыльчатка *19* для принудительного охлаждения видеоблока. Основная видеоголовка *8*

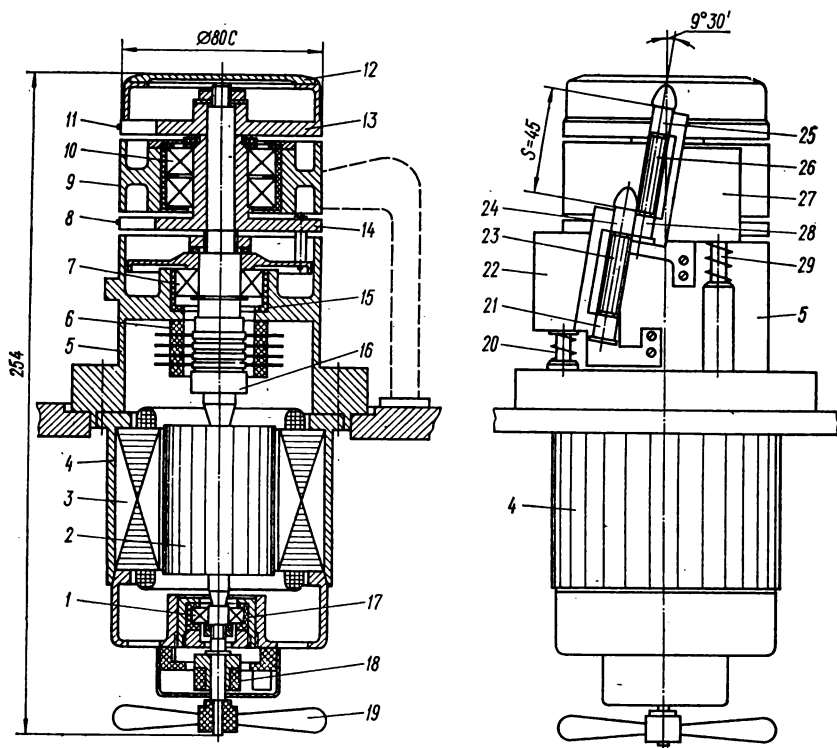


Рис. 195. Конструкция видеоблока исполнения II-A видеомagniтофона PV-100.

записывает почти целое телевизионное поле, а дополнительная *11* предназначена для записи сигнала во время гасящего импульса полей. Расположение их под  $30^\circ$  друг к другу\* обеспечивает некоторое перекрытие полей, так как видеолента обхватывает направляющий барабан на угол  $335^\circ$ , т. е. с разрывом на  $25^\circ$ . Видеоголовки

\* Для удобства рассмотрения конструкции видеоголовки *8* и *11* на рис. 195 преднамеренно сведены на одну образующую барабана видеоблока.

выступают над поверхностью барабана на 0,18 мм. В непосредственной близи от направляющего барабана видеоблока установлены два узла наклонных цилиндрических направляющих, состоящих из кронштейнов 22 и 27, между которыми на оси размещены неподвижные по краям цилиндры с буртиками 21, 24 и 25, 28 с наружным диаметром 7,9 мм. В средней части этих направляющих укреплены ролики 23 и 26 на шарикоподшипниках. Наружный диаметр роликов 8 мм, длина около 30 мм. Шаг между этими направляющими узлами составляет 45 мм, а угол наклона —  $9^{\circ} 30'$ . Установка в средней части подвижных роликов позволяет значительно уменьшить потери на трение в тракте видеоблока без ухудшения параметров взаимодействия ленты с видеоголовками. Узлы наклонных направляющих элементов размещены на стойках 20 и 29 и подпружинены снизу, что обеспечивает возможность их регулировки по высоте при настройке МТЛ, а также для подрегулировки в случае необходимости при воспроизведении записей, сделанных на однотипных ВМФ.

К достоинствам этого видеоблока относятся узловая законченность конструкции, уменьшенные потери на трение движущейся видеоленты, простота изготовления, сборки и регулировки, исключение потерь при записи видеосигнала. Конструкция принята базовой для ВМФ, работающих на ленте шириной 50,8 мм.

## 2. ВИДЕОБЛОКИ ПОПЕРЕЧНО-СТРОЧНОЙ ЗАПИСИ

Видеоблоки поперечно-строчной записи работают в профессиональных ВМФ и отличаются значительно меньшим разнообразием кинематических схем и увеличенной в несколько раз сложностью конструкции, технологии изготовления, сборки и настройки.

Существующие конструкции видеоблоков поперечно-строчной записи выполнены по трем основным кинематическим схемам рис. 196 и содержат скоростной двигатель 3, на одном вылете которого установлен диск 2 с магнетиками таходатчика, а на другом — диск 4 с четырьмя видеоголовками ВГ1, ВГ2, ВГ3 и ВГ4 и ротор 7 токосъемника. Против диска таходатчика установлена магнитная головка 1, а вокруг ротора — статор 6, образующий с ним токосъемник. Против диска с видеоголовками размещена вакуумная направляющая камера 5, обеспечивающая необходимый механический контакт ленты МЛ с головками, которые вращаются по направлению часовой стрелки от верхнего к нижнему базовому краю видеоленты (БКВ). Направляющая вакуумная камера имеет криволинейную радиусную поверхность, радиус кривизны которой для взаимозаменяемости должен быть абсолютно одинаковым с аналогичными камерами других ВМФ, что при серийном производстве невозможно обеспечить. В связи с этим направляющие камеры изготавливают с приемлемой

точностью, рекомендованной международными организациями ( $R_k = 26,248 \pm 0,013$  мм) [52], а возникающая вследствие этого разность радиусов камеры и выступов магнитных видеоголовок компенсируется перемещением центра кривизны камеры относительно центра вращения диска видеоголовок. Направляющая вакуумная камера 5 укреплена на подвижном рычаге 11 (рис. 196, а), взаимодействующем с регулировочными приспособлениями для точной установки ее в горизонтальном  $ГН$  и вертикальном  $ВН$  направлениях. Положение направляющей камеры относительно диска с видеоголовками в горизонтальном направлении  $ГН$  регулируется в небольших пределах ( $\pm 0,05$  мм) перемещением путем поворота рычага 11 относительно оси  $O$ , конец которого через осьзатель 9 опирается на эксцентричный ролик 8. Ролик размещен на валу 10, который соединен кинематически с исполнительным механизмом, установленным на несущей плите МТЛ. В направлении  $ВН$  камера регулируется только при настройке механизмом 12 (обычно гайкой с кулачковой поверхностью) на величину  $\pm 0,025$  мм. Если радиус кривизны камеры меньше номинального, то для восстановления номинальной длины дорожки записи центр ее должен быть смещен в направлении  $ГН$  от центра диска с видеоголовками (рис. 196, в). Смещение  $\Delta E = -1,1 \Delta R_k$ , где  $\Delta R_k = R_{k.макс} - R_{k.мин}$ ;  $R_{k.макс} = 26,304$  мм — максимальный радиус рабочей поверхности головок;  $R_{k.мин} = 26,236$  мм — минимальный радиус рабочей поверхности головок. Взаимное положение направляющей вакуумной камеры и диска видеоголовок, фиксируемое в пределах величин этого выражения, называется стандартным положением направляющей камеры. Длина дорожки записи зависит также от изменения температуры и влажности, натяжения видеоленты, которые укорачивают или удлиняют геометрические размеры ленты и соответственно дорожки записи. Для компенсации временных искажений, возникающих вследствие этого, во время воспроизведения производится необходимая корректировка следящим исполнительным механизмом положения направляющей камеры. Направляющая камера размещена от рабочей поверхности видеоголовок на расстоянии 2—2,5 мм и только в режимах записи — воспроизведения подводится к диску на стандартное расстояние электромагнитом.

В кинематической схеме рис. 196, а направляющая камера 5 поворачивается по радиусу большой длины относительно оси  $O$ , размещенной на расстоянии  $R_k$ , что обеспечивает минимальные искажения положения ее рабочей радиусной поверхности при рабочих перемещениях в горизонтальном направлении  $ГН \pm 0,05$  мм. Эта схема применяется в профессиональных ВМФ «Электрон-2» (ЛОМО СССР), «Кадр-3» (ВНИИТР СССР), VR-2000, AVR-2 (АМРЕХ США) и др.

В кинематической схеме рис. 196, б, примененной в студийных ВМФ третьего поколения AVR-1 (АМРЕХ) и ВСМ-40Е (ФРГ), направляющая камера 5 установлена на каретке 11 и имеет прямолинейное возвратно-поступательное движение в направлении ГН, что полностью исключает погрешности положения рабочей поверхности камеры, присущие схеме рис. 196, а. Кроме того, при заправке ленты МЛ направляющая камера отходит от диска 4 с видеоголовками по стрелке К, поворачиваясь относительно оси О, что

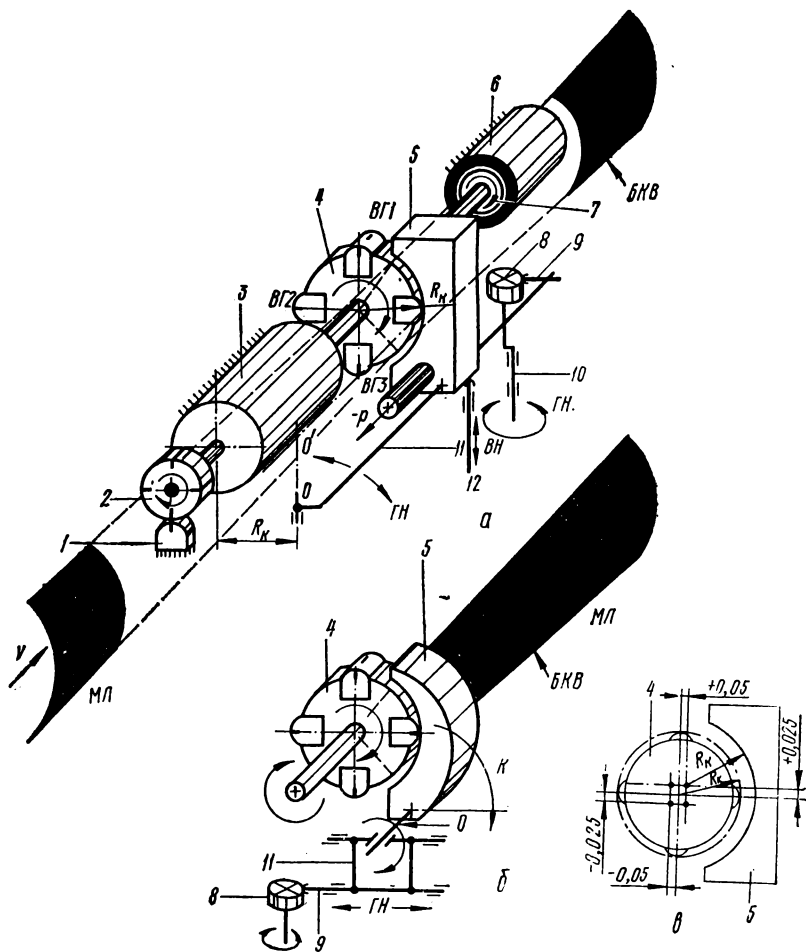
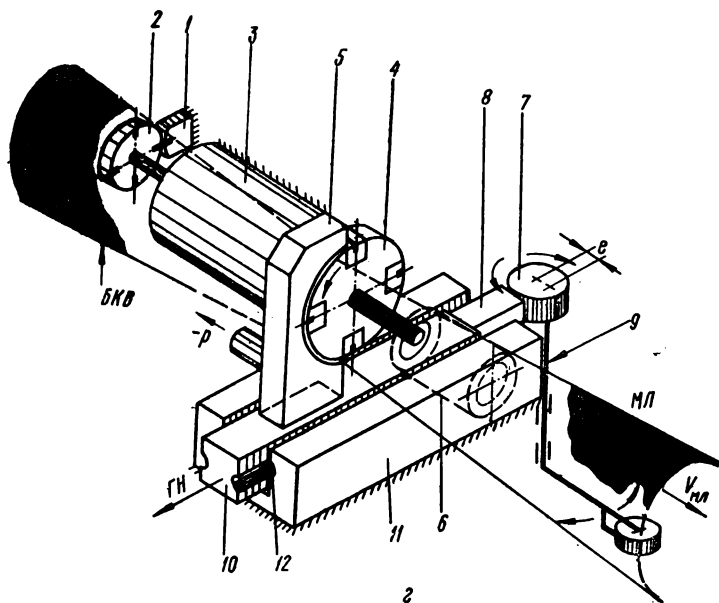


Рис. 196. Кинематические схемы видеоблоков

обеспечивает значительно большие эксплуатационные удобства, чем в схеме рис. 196, а.

В видеоблоке студийного ВМФ ВСМ-40Е фирмы Bosch Fernseh (рис. 196, з) направляющая вакуумная камера 5 установлена на призматическом бруске 10, с двух противоположных сторон которого выполнены прямоугольные пазы. Брусок с небольшим зазором обхватывается станиной 11 с аналогичными пазами. В пазах между станиной и бруском размещены по два стальных шарика 12, которые обеспечивают прямолинейное практически безлюфтовое перемещение камеры 5 в обе стороны направления ГН. Перемещение создается поворотом ролика 7, который установлен эксцентрично на оси 9. Достоинством этой схемы является простота, надежность работы, недостатком — выработка направляющих пазов станины и бруска, что требует замены этих деталей после определенного времени работы видеоблока.

Типовой видеоблок (рис. 197, а) поперечно-строчной записи студийных ВМФ второго поколения выполняют в виде легкоъемной конструкции, которую заменяют при износе видеоголовки через 150—180 ч, а иногда — 500 ч работы. Узлы и детали видеоблока монтируют на жесткой несущей плите 5 с тремя установочными



поперечно-строчной записи.



поверхностями в виде стальных плоскошлифованных втулок 6. Это позволяет при креплении на МТЛ избежать деформации плиты. Направляющая вакуумная камера 1 установлена на жестком рычаге 2, на котором также укреплены счетчик часов работы видео головок 4, гайка 15 регулировки камеры в вертикальном направлении и осязатель 14 регулировки положения камеры в горизонтальном направлении. На этом рычаге размещена в непосредственной близости к направляющей камере на кронштейне 12 универсальная магнитная головка канала управления. На несущей плите 5 жестко укреплен двигатель видеоголовок под экраном 10. Диск 11, бесконтактный токосъемник и плата предварительных усилителей ПУ закрываются сверху экраном 13, а таходатчик скоростного двигателя — экраном 9, на котором сверху выведены контрольные точки К. Отрицательное давление — р подводится к направляющей камере через поливиниловый шланг 3. К недостаткам этой конструкции видеоблока относятся:

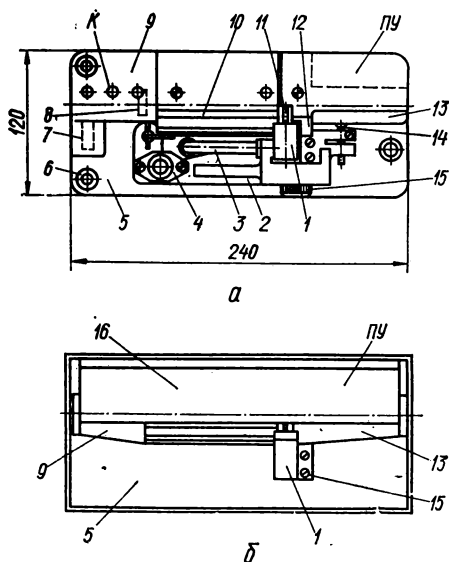


Рис. 197. Конструкции видеоблоков поперечно-строчной записи видеомagneтофонов «Электрон-2», (а) и AVR-1 (б).

неудобство подхода к регулировочной гайке фиксации направляющей камеры по вертикали, излишнее нагромождение конструктивных элементов на лицевой части несущей плиты (рычаги, шланг вакуумного питания камеры и др.).

В видеоблоке поперечно-строчной записи (рис. 197, б) студийных ВМФ третьего поколения узлы двигателя с видеоголовками, таходатчик, бесконтактный токосъемник, плата усилителей ПУ видеосигнала закрыты одной общей крышкой 16. По обе стороны двигателя установлены экраны 9 и 13 конусной формы. С лицевой стороны несущей плиты 5 видеоблока размещены только направляющая вакуумная камера 1 и винт 15 регулировки ее в вертикальном направлении, а все остальные узлы и детали — с обратной стороны несущей плиты и закрыты кожухом. Видеоблок удобен в эксплуатации [101].

## НАКОПИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ

### 1. СПОСОБЫ НАКОПЛЕНИЯ, РАЗМЕЩЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ

Накопительные устройства магнитной ленты\* в МТЛ выполняют подачу или прием (накопление) магнитной ленты, ее натяжение до и после рабочей зоны, размещение и хранение. Кроме того, эти устройства обеспечивают оперативный поиск требуемого участка информации, торможение и разгон магнитного носителя в старт-стопных режимах МТЛ.

Накопительные устройства магнитной ленты различают по емкости (основные и промежуточные), по виду размещения (рулон, роликовые лабиринты, карманы), способом накопления (наматыванием, продвижением напряженными и ненапряженными петлями, втягиванием под действием вакуумного разрежения), расположению магнитной ленты в пространстве (плоские и пространственные), виду отрезка ленты (кольцевые замкнутые и разомкнутые), конструктивному исполнению и др. Основные накопительные устройства (рис. 198, а) состоят из непосредственно накопителя магнитной ленты (НМЛ) 3, его движущего механизма 2 (например, электродвигателя) и устройства торможения 1. Промежуточные накопительные устройства (рис. 198, б) состоят из неподвижных роликов 4 и подвижных 5, размещенных на поворотном рычаге 6. При перемещении рычага под действием пружины 7 увеличивают или уменьшают длину петля и емкость промежуточного накопителя магнитной ленты.

Накопитель магнитной ленты может быть в виде плотного или «рыхлого» кольцевого рулона ленты на катушке или сердечнике, роликового лабиринта, напряженного (вакуумного) или ненапряженного карманов.

Катушка — устройство с боковыми ограничителями, предназначенное для намотки носителя записи или сигналаграммы, имеющей

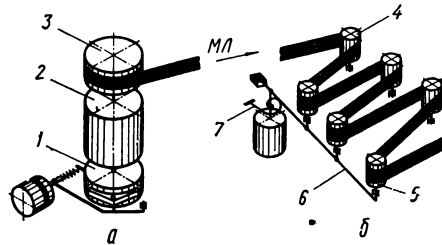


Рис. 198. Накопительные устройства магнитной ленты:

а — основные; б — промежуточные (буферные).

\* Название предложено автором совместно с инженерами Б. И. Лихобабным и В. М. Шияном в 1969 г.

форму ленты или нити. Сердечник — устройство без боковых ограничителей, предназначенное для намотки магнитной ленты [17].

Для накопителя магнитной ленты в виде плотного рулона требуется движущий механизм, осуществляющий его разгон, наматывание или разматывание ленты, и тормозное устройство, осуществляющее остановку и фиксацию рулона от разматывания в нерабочем состоянии, для накопителя в виде роликового лабиринта не требуется движущий механизм и тормозное устройство. В МТЛ, где накопителями служат плотные рулоны с магнитной лентой, движущий механизм с тормозным устройством называют упрощенно приемным и подающим в зависимости от выполняемых функций.

Подающий — узел движущего механизма, обеспечивающий подачу носителя магнитной записи или магнитной сигналограммы к магнитным головкам во время записи или воспроизведения. Приемный — узел движущего механизма, обеспечивающий прием носителя записи или сигналограммы, прошедших магнитные головки во время записи или воспроизведения.

Накопительные устройства магнитной ленты должны обеспечивать высокую надежность накопления, размещения и хранения магнитной ленты; иметь минимальное время ускоренных перемоток и простую конструкцию; постоянное с заданной точностью натяжение движущейся магнитной ленты. Кроме того, при разгоне и торможении лента особенно в старт-стопных механизмах не должна вытягиваться.

Различают следующие способы накопления магнитной ленты в МТЛ аппаратуры магнитной записи.

1. Намоткой магнитной ленты на жесткое цилиндрическое тело (сердечник или катушку) виток за витком в виде плотного рулона, при этом крутящий момент прикладывается либо к валу вращения рулона, либо к наружной поверхности рулона.

2. Намоткой магнитной ленты со скольжением витков относительно друг друга на внешнюю часть кольцевого рулона, имеющего круглую, овальную или квадратную форму.

При способе накопления намоткой (рис. 199) внутренний конец магнитной ленты  $МЛ$  закреплен на жестком цилиндрическом теле 3 (сердечнике или катушке). При вращении тела лента наматывается виток за витком, укладываясь в виде плотного рулона 4. Вращающий момент может передаваться от электродвигателя или фрикционной муфты 1 на вал 2 цилиндрического тела (рис. 199, а, б) или на наружную поверхность рулона 4 (рис. 199, в, г). Линейная скорость  $v_n$  транспортирования магнитной ленты  $МЛ$  в рабочей зоне МТЛ обычно постоянна, следовательно, постоянна и окружная скорость наматываемого рулона. При этом угловая скорость  $\omega = 2v_n/D$ , где  $D$  — текущий диаметр наружной поверхности рулона. При

намотке диаметр рулона увеличивается, поэтому для сохранения постоянства окружной скорости необходимо, чтобы соответственно падала угловая скорость  $\omega$ . Это возможно только при условии, если приводное устройство (двигатель, фрикционная муфта) допускают скольжение (электрическое или механическое). Натяжение ленты  $T = f(D)$ , где  $D$  изменяется от  $D_0$  (диаметр сердечника) до  $D_k$  (диаметр полного рулона), является основным показателем

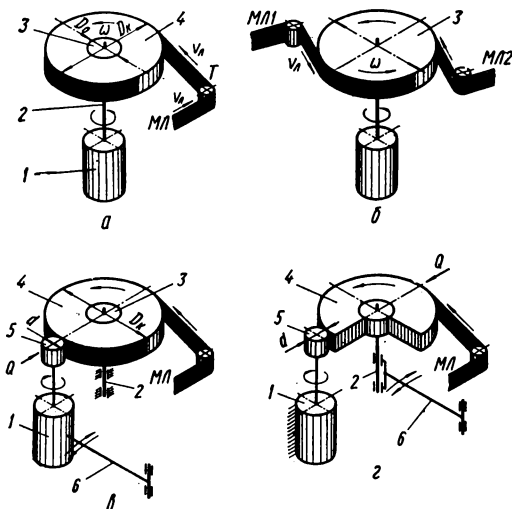


Рис. 199. Схемы накопления магнитной ленты намоткой в плотный рулон для МТЛ стационарной АМЗ.

этого способа намотки. Функция  $T = f(D)$  называется характеристикой наматывания [83]. При слишком большом натяжении лента вытягивается, хотя плотность намотки при этом получается хорошей. Недостаточное натяжение  $T$  ленты при намотке приводит к образованию неплотного «рыхлого» рулона, при этом витки могут скользить относительно друг друга, царапая рабочую поверхность, искажая круглую форму рулона, что недопустимо. Оптимальным следует считать то минимальное натяжение, которое обеспечивает достаточно плотную намотку ленты в рулон. Наилучшей характеристикой наматывания следует считать натяжение  $T = T_{\text{опт}} = \text{const}$ . Основным показателем рулонных накопителей ленты является характеристический коэффициент  $N = T_{\text{макс}}/T_{\text{мин}}$ , где  $T_{\text{макс}}$ ,  $T_{\text{мин}}$  — соответственно максимальное и минимальное натяжение ленты. Чем ближе этот коэффициент к единице, тем лучше. Идеальным

является случай, когда  $N = 1$ . На практике не рекомендуется, чтобы  $N > 3$ . . . 4. Несоблюдение режимов натяжения ленты при намотке приводит к различным дефектам: образованию складок при смещении витков относительно друг друга в продольном направлении, волнистости при сжатии наружными витками внутренних, которые уложены с меньшим натяжением, ребристости при поперечном смещении витков рулона при механических вибрациях и трясках.

При длительном хранении магнитной ленты на сердечниках (катушках), чтобы сохранить качество сигналограмм, необходимо использовать специальный режим намотки, зависящий от основы магнитной ленты. По некоторым рекомендациям для лент с ацетатной основой наиболее благоприятен режим намотки, при котором поддерживается постоянный момент на валу сердечника. Намотку рекомендуют проводить на пластмассовый сердечник, который имеет коэффициент усадки при изменении влажности и температуры окружающей среды, близкий к коэффициенту усадки ленты в этих же условиях. Для лент с полиэфирной основой намотку желательно проводить с постоянным натяжением на металлический сердечник, имеющий небольшое ( $\sim 0,5$ ) отношение сжимаемости сердечника к продольной податливости ленты.

Для намотки ленты в рулоны (бифилярная намотка двух лент *МЛ1* и *МЛ2*) по схемам рис. 199, *а, б* для  $N \approx 1$  необходимо применять следящие системы, обеспечивающие постоянство натяжения ленты. Достоинствами способов намотки ленты по схемам рис. 199, *а, б* являются простота выполнения приводных механизмов, удобство в эксплуатации, работоспособность при жестких климатических и механических воздействиях. Недостатки — значительные моменты инерции, необходимость применения следящих систем за натяжением ленты, значительные вращающие моменты приводных двигателей. Эти схемы намотки магнитной ленты применяют в бытовой, профессиональной и специальной АМЗ.

В схеме накопления магнитной ленты намоткой ее на цилиндрическое тело 3 (рис. 199, *в, г*) вращающий момент прикладывается к наружной поверхности рулона 4, ось 2 которого свободно вращается в своих опорах. При этом:

1) положение оси рулона фиксировано на МТЛ, а передвигается на поворотном рычаге 6 ведущий вал 5 с двигателем 1 по мере изменения диаметра намотки рулона;

2) положение двигателя с валом фиксировано на МТЛ, а передвигается рулон на поворотном рычаге по мере изменения диаметра намотки рулона (привод Newell).

Контакт ведущего вала (обычно обрешиненного или металлического шероховатого) с поверхностью рулона линейный и создается

либо прижимом вала к рулону, либо прижимом посредством мощной пружины растяжения рулона к валу с усилием  $Q = T_{м.л} \beta / f$ , где  $T_{м.л}$  — натяжение магнитной ленты;  $f$  — коэффициент трения контактирующих поверхностей вала и ленты;  $\beta = 1,5 \dots 3$  — коэффициент запаса фрикционного сцепления. Рулон в механическом отношении подобен сплошному диску, поэтому возможна работа на скорости до 40 м/с и разгон с ускорением до 50 м/с<sup>2</sup> без нарушения структуры намотки и перегрузки ленты. При изменении функций рулона на подачу ленты (подающий рулон) необходимо вводить небольшое подтормаживание к оси сердечника.

Особенность рассмотренных схем намотки — постоянство вращающего момента приводного двигателя и вала, сообщающего вращение рулону ленты, не зависящего от изменения диаметра намотки. Необходимый вращающий момент приводного вала 5 при этом  $M_{вр.вал} = T_{м.л} d \beta / 2$ , где  $d$  — диаметр ведущего вала (насадки), контактирующего с рулоном. Постоянный вращающий момент и неизменяющийся диаметр ведущего вала привода обеспечивают постоянное натяжение магнитной ленты без каких-либо следящих систем, что является достоинством этих схем намотки ленты в рулон. Экономичность намотки ленты в рулон с приводом за наружную поверхность  $k = D_k / d$ . Для рулонов диаметром от 120 мм до 400 мм  $k = 4 \dots 20$ . Таким образом, высокая экономичность намотки ленты в рулон является вторым крупным достоинством рассмотренных схем накопления.

При намотке ленты, основанной на внешнем давлении на наружный слой, обеспечивается высокая плотность и ровность укладки ленты, что является также преимуществом рассмотренных схем накопления. Ведущий вал привода при этом имеет направляющие буртики и выполняет роль укладчика ленты в рулон. Для приведенных схем намотки ленты не требуется тормозных устройств при скорости транспортирования до 304,8 см/с, что является еще одним преимуществом их. К недостатку рассмотренных схем намотки ленты относится установка больших инерционных масс (рулонов с лентой, двигателей) на подвижных рычагах, что ограничивает область их применения для МТЛ, работающих в легких условиях эксплуатации.

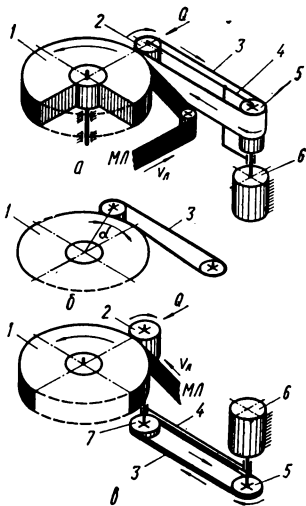


Рис. 200. Схемы накопления магнитной ленты намоткой в плотный рулон для МТЛ бортовой АМЗ.

Кроме того, неудобно устанавливать и заменять рулоны слентой, намотанной на сердечнике. Катушки, имеющие боковые щеки, для этих схем намотки рулонов не подходят. Указанные недостатки рассмотренных последних схем намотки можно устранить, если рулоны 1 с лентой и двигатель 6 установить фиксированно на плите МТЛ,

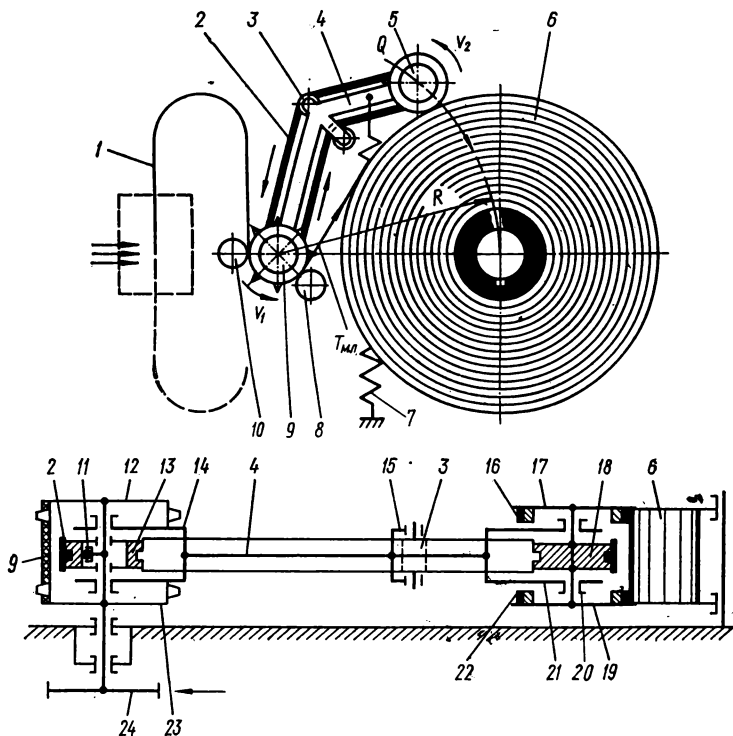


Рис. 201. Схема накопления перфорированной магнитной ленты намоткой ленты.

а приводной вал 2, поджимаемый к рулону, соединить с валом 5 двигателя 6 посредством ремня 3 (рис. 200, а, б, в). Вал 2 устанавливается на поворотном рычаге 4 и может через плоский обрезиненный ремень (рис. 200, а, б) или непосредственно (рис. 200, в) прижиматься к рулону с усилием  $Q$ . Для увеличения фрикционного сцепления ленты  $МЛ$  рулона с приводным валом используют небольшой обхват рулона 1 ремнем на угол  $\alpha$  (рис. 200, б). Для нормальной работы и исключения петлеобразования в моменты пуска линейная скорость приводного элемента (ремня, вала) должна выбираться на

8—15% выше скорости транспортирования ленты  $v_л$  в рабочей зоне. Схемы рис. 200, *a* и *б* применимы для рулонов ленты, намотанных на катушки, так как приводной вал с ремнем свободно входят между боковыми щеками, а рис. 200, *в* — для рулонов, намотанных на сердечники.

При использовании в накопителях жесткой перфорированной магнитной или термопластической ленты для исключения повреждения рабочей части (царапин) и повышения равномерности намотки (рис. 201) поворотный рычаг 4 выполнен изогнутым, плечи которого в виде вилок 14 и 21 размещены между венцами 12 и 23 транспортирующего зубчатого барабана 9 и ведущего ролика 5 [67]. Ролик, вращаемый в опорах 20, своими гладкими обрешиненными венцами 16 и 22 плотно прижат с усилием  $Q$  к рулону 6 ленты (по перфорированной части) и имеет направляющие металлические буртики 17 и 19. Расстояние между буртиками равно ширине ленты. Между вилками рычага на валах ролика и зубчатого барабана жестко укреплены шкивы 18 и 13 с кольцевыми проточками. На изгибе рычага в кронштейнах 15 установлены обводные ролики 3. Приводной эластичный плоский ремень 2 с направляющим буртиком размещен с натяжением на шкивах 13, 18 и обводных роликах 3. Внутри шкива 13 размещена обгонная муфта 11 одностороннего действия. Рычаг прижимается пружиной 7. Возле зубчатого барабана 9 размещены придерживающие ролики 8 и 10. Зубчатый барабан, принимающий ленту из рабочей зоны 1, вращается от двигателя через зубчатое колесо 24. Перфорированная лента подается зубчатым барабаном в рулон 6, который вращается венцами ведущего ролика. Окружная скорость венцов ролика  $v_2$  на 5—8% выше, чем линейная скорость подачи ленты  $v_1$ . Проведенные исследования подтвердили высокое качество намотки перфорированной киноленты, отсутствие царапин на рабочей (сюжетной) части и высокую экономичность (нормальная работа устройства обеспечивалась двигателем мощностью 4 Вт на валу вместо ранее установленного мощностью 30 Вт).

В рассмотренных ранее схемах намотки с ременным приводом для вращения каждого рулона использовался свой отдельный пло-

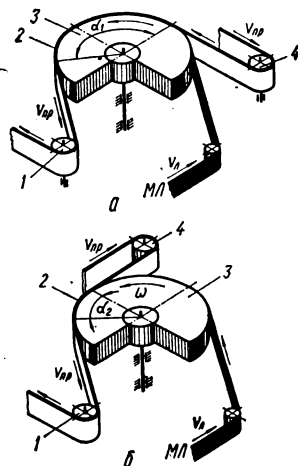


Рис. 202. Схемы накопления магнитной ленты движущимся ремнем, глубоко обхватывающим наружную поверхность рулона ( $v_{п.р}$  — скорость приводного ремня).



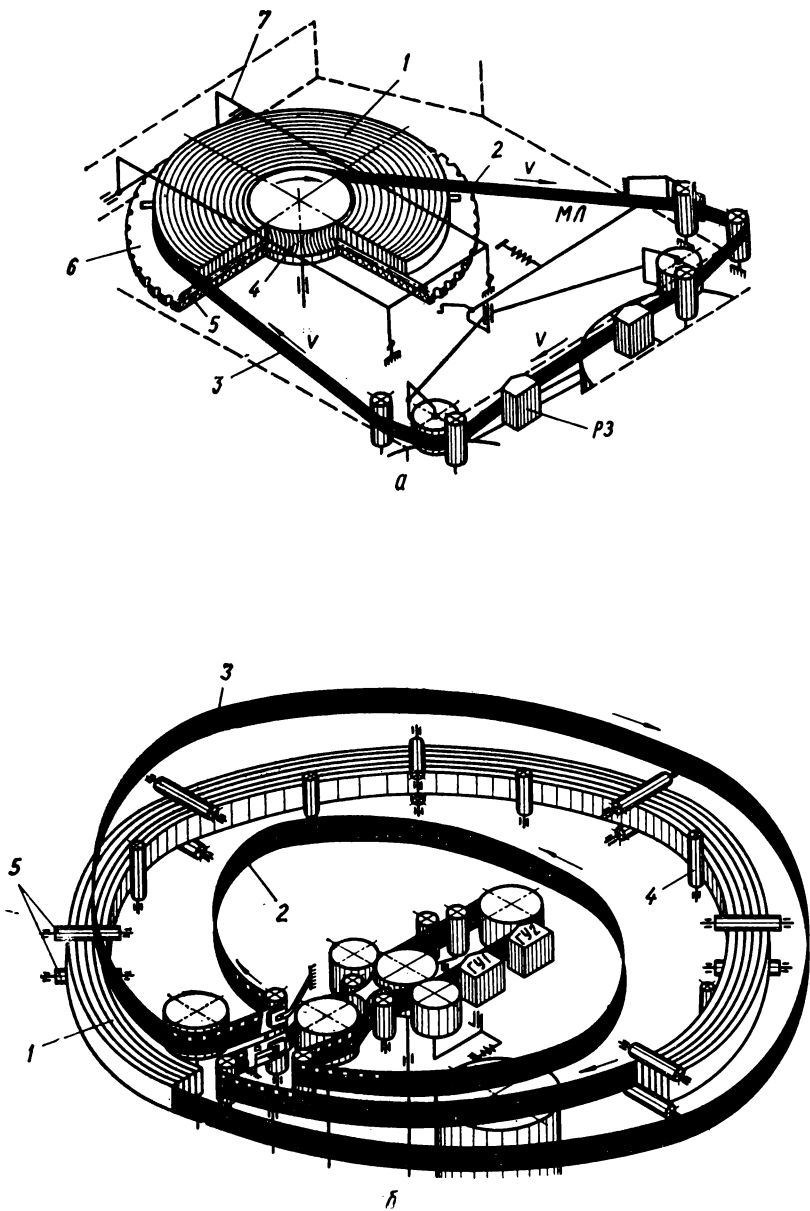
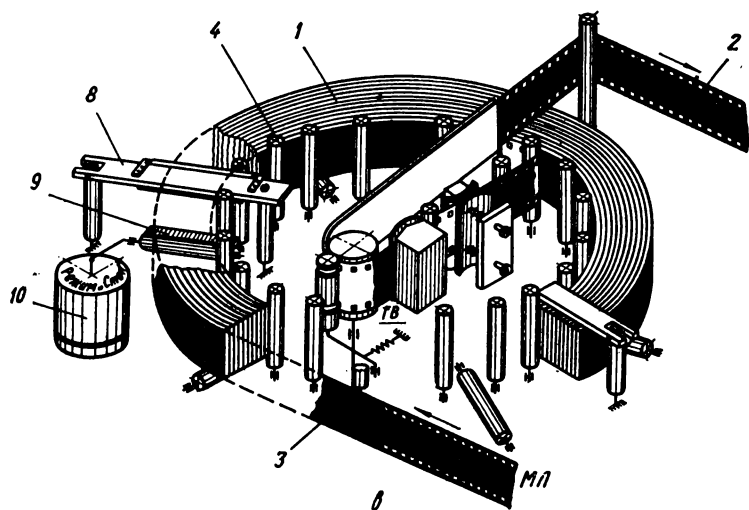


Рис. 203. Схемы накопления магнитной ленты

ский ремень, натяжение которого в зоне контакта и длина постоянны и не зависят от изменения диаметра рулонов. Схемы намотки, когда один общий плоский приводной ремень 2 обхватывает по большому  $\alpha_1$  или малому  $\alpha_2$  углу рулон (рулоны) с лентой *МЛ*, показаны на рис. 202, где ремень размещается на направляющих роликах 1 и 4. При изменении диаметра рулона (рулонов) натяжение ремня изменяется незначительно, а длина зоны контакта (угол обхвата) — значительно. Достоинством этих схем намотки является возможность размещения рулонов на катушках, что удобно в эксплуатации и надежно в работе, особенно для бортовых МТЛ.

При способе накопления магнитной ленты со скольжением витков относительно друг друга (рис. 203, а) в кольцевом рулоне 1 последний вращается вследствие вытягивания внутренней ветви 2 ленты *МЛ*. Рулон неперфорированной ленты размещается на сердечнике 4, который имеет гиперболическую или коническую рабочую поверхность для направления выходной ветви ленты. С нижней стороны рулона расположена щека 6 с радиально установленными цилиндрическими стержнями 5, которые резко уменьшают торцевое трение рулона. С верхней стороны установлены ограничители 7. Магнитная лента выводится с внутреннего витка рулона, затем проходит, преломляясь через переход, в рабочую зону МТЛ и возвращается наружной ветвью 3 к периферии рулона. Вследствие постоянной линейной скорости  $v_l$  транспортирования магнитной ленты и различных начального и конечного (наружного) диаметров рулона



в кольцевой (рыхлый) рулон.

накопителя между витками должно существовать скольжение, которое возможно только при рыхлой намотке. Недостаточная рыхлость намотки в рулоне устраняет скольжение витков, что приводит к самозатягиванию рулона и остановке движения кольца ленты. Для уменьшения трения при работе накопителя в произвольном положении верхние ограничители выполняются в виде радиально расположенных роликов. Для кольцевого рулона требуется специальная графитизированная смазка неперфорированной ленты и повышенное качество поверхности ленты. Основа ленты не должна изменять свои свойства при воздействии тепла, холода и влаги. В накопителях типа кольцевой рулон затруднено применение слишком тонких (25 мкм и ниже) и широких неперфорированных лент. Накопители в виде кольцевого рулона экономичны по энергопотреблению, виброустойчивы, имеют большую емкость (до 120—170 м) неперфорированной ленты при сравнительно небольших размерах.

Перфорированные толстые магнитные ленты (от 0,1 до 0,15 мм) размещают на накопителе типа многороликовый рулон 1 (рис. 203, б, в), содержащий свободно вращающиеся ролики 4 небольшого диаметра, расположенные по окружности большого диаметра. Внутренний виток с наружным соединяется двумя винтовыми ненапряженными концентрическими переходами 2 и 3. Вследствие дискретности окружности и конечного числа роликов возникает некоторая огранка окружности рулона 1, которая может привести к увеличенному междувитковому трению и самозатягиванию рулона. Чем меньше расстояние между роликами и толще магнитная лента, тем меньше чувствуется огранка рулона и большую емкость может иметь накопитель такого типа. Емкость накопителя не превышает 250—300 м перфорированной магнитной ленты шириной 16 или 35 мм. Для МТЛ вычислительных машин, работающих в старт-стопных режимах, применяют торможение рулона 1 (рис. 203, б) фрикционными колодками 8 и 9, нижняя из которых поворачивается электромагнитом 10.

Различают следующие способы размещения и хранения магнитной ленты.

1. На роликовом лабиринтном накопителе постоянной или переменной длины в виде напряженных (натянутых) петель.

2. Внутри полости неподвижных карманов (кармана) постоянной или переменной длины в виде ненапряженных петель.

3. Внутри полости неподвижного кармана (реже двух карманов) в виде напряженной петли (петель) переменной емкости под действием вакуумной откачки воздуха (для промежуточных накопителей).

Размещение магнитной ленты на роликовом накопителе выполняется путем установки отрезка ленты небольшой длины (кольца

или разомкнутого) в натянутом (напряженном) петлевидном состоянии на ряде цилиндрических роликов. Петли ленты для основных накопителей имеют постоянную длину кольца, а для промежуточных — переменную. Основной накопитель типа роликовый лабиринт обычно содержит замкнутый отрезок (кольцо) магнитной ленты *МЛ* (рис. 204, *а, б*), часть которого размещается в рабочей зоне *РЗ* МТЛ. Петли 2 магнитной ленты в основных накопителях могут располагаться на роликах 1 в одной плоскости (рис. 204, *а*) или в пространстве (рис. 204, *б*). При пространственном расположении одна пара роликов 1 и 3 имеет параллельные оси вращения, а другая 4 и 5 — наклоненные к ним под углом  $\alpha$ . Наклонные ролики служат для обеспечения нормального перехода ленты с одного уровня на другой. Накопители рис. 204, *а* имеют большие размеры в плане, значительные потери на трение в опорах вращения роликов и емкость ленты до 25 м. При увеличении емкости ленты потери на трение в опорах вращения роликов могут превысить максимально допустимое натяжение ленты. Для уменьшения потерь на упругий гистерезис петлю ленты вместо цилиндрической применяют бочкообразную форму роликов. Накопители, изображенные на рис. 204, *б*, имеют значительно меньшие, чем на рис. 204, *а*, габаритные размеры и силы сопротивления. Накопитель рис. 204, *а* применен в аппаратуре магнитной записи PS-207 фирмы PI, а рис. 204, *б* — в T7001 фирмы «Брюль и Кьер». Достоинство накопителей типа роликовый лабиринт — возможность работы при любой ориентации в пространстве и жестких условиях эксплуатации.

Промежуточный или буферный рычажно-роликовый накопитель переменной емкости ленты *МЛ* (рис. 205) состоит из одного или множества подвижных роликов 3 и 5, укрепленных на поворотном

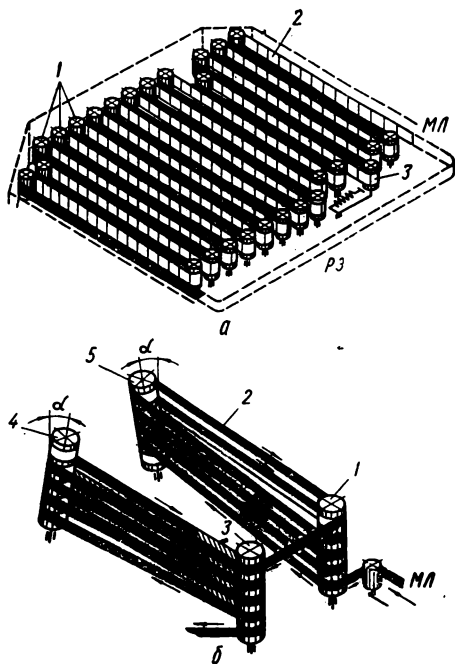


Рис. 204. Основные накопители магнитной ленты типа роликовый лабиринт: *а* — плоский; *б* — пространственный.

рычаге 2 или круглой платформе (рис. 205, б, в). Магнитная лента *МЛ* размещается на этих и неподвижных роликах 1, 4 и 6 в виде одной (рис. 205, а) или множества натянутых петель. Подвижные рычаги или платформы соединены со слабыми (рис. 205, а) или мощными (рис. 205, з) пружинами кручения или растяжения 8, которые обе-

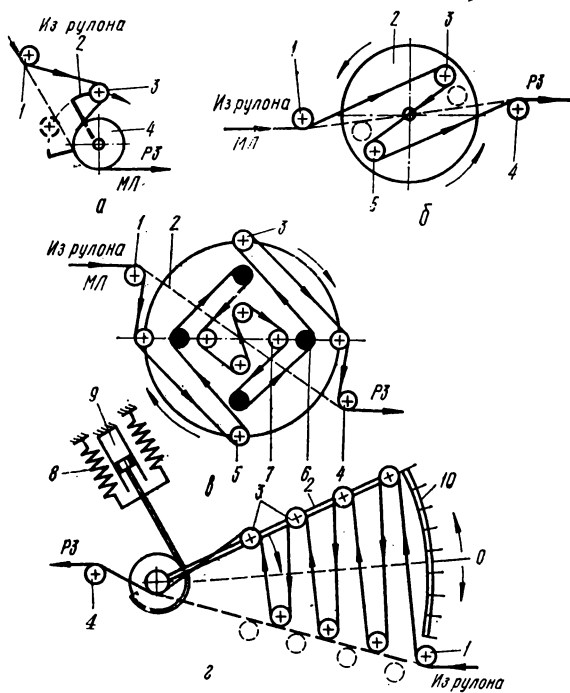


Рис. 205. Кинематическая схема промежуточных накопителей магнитной ленты типа рычажно-роликовый лабиринт.

спечивают необходимое натяжение магнитной ленты. Вал подвижных рычагов или платформы обычно соединяется с воздушным или масляным демпфером 9 одностороннего или двухстороннего действия, который вносит затухание как в собственные колебания подвижной системы, вызванные генераторами переменных скоростей и сил в установившемся режиме движения ленты, так и в старт-стопные периоды. Максимальная длина петель ленты получается при наибольшем угле поворота подвижных роликов, как показано на рис. 205, а, б, в, г, а минимальная — когда лента идет напрямую мимо подвижных роликов (показано штриховой линией), которые

при этом имеют нулевой угол поворота. Промежуточные рычажно-роликовые накопители переменной емкости обычно устанавливаются в тракте ленты в МТЛ между рабочей зоной РЗ и рулонным основным накопителем (приемным и подающим).

Схема рис. 205, а применяется в высококачественных бытовых магнитофонах, рис. 205, б — в студийных магнитофонах. Схемы выполняют функции одного из звеньев (иногда единственного) механического стабилизатора скорости ленты и подавателя импульсных рывков ленты в пусковой период. Схемы рис. 205, в, г рычажно-роликового промежуточного накопителя используют для МТЛ аналоговой записи и старт-стопных МТЛ цифровой записи до скорости ленты 304,8 см/с и предназначены, в основном, для уменьшения времени пуска и остановки ленты в рабочей зоне, т. е. для развязки от инерционных основных рулонных накопителей. Кроме того, все схемы обычно выполняют функции датчиков следящих систем за натяжением магнитной ленты, где рычаги и платформы подвижных роликов соединены с потенциометрами или сельсин-датчиками. К достоинствам этих промежуточных накопителей относятся простота конструкции, работоспособность в любых условиях эксплуатации, к недостаткам — сравнительно большая инерционность подвижных элементов. При многороликовом исполнении шарикоподшипники промежуточных накопителей являются генераторами переменных скоростей и сил, вызывающими высокочастотные колебания скорости движения магнитной ленты.

**Размещение магнитной ленты ненапряженными петлями** (ненапрянутыми, свободными) выполняется в накопителях типа карман. Карман, выполняющий функции основных и промежуточных накопителей, в общем виде представляет собой полость, ограниченную с двух противоположных сторон параллельными между собой днищем и крышкой, а по контуру — стенками, которые перпендикулярны плоскости днища (крышки). Расстояние между крышкой и днищем немногим более ширины магнитной ленты (на 0,3 . . . . . 0,6 мм). Днище и боковые стенки карманов обычно выполняют из листового металла, например, латуни толщиной 1,5—2 мм для стенок с покрытием химическим никелем и стали 10 для днища с этим же покрытием. Иногда весь карман, кроме крышки, выполняют из алюминиевого сплава В95 с эматалированием после полировки или глубоким анодированием. Крышку изготавливают из оргстекла толщиной 3—6 мм. В стенках делают входное и выходное устья для ленты.

По ориентации плоскости петель ненапряженной магнитной ленты карманы бывают плоские и пространственные. Если плоскости петель ленты перпендикулярны плоскому днищу (крышке), а базовый край ленты лежит в одной плоскости, то карман плоский,

если плоскости петель ленты перпендикулярны отдельным участкам пространственного днища, а базовый край ленты лежит не в одной плоскости, то карман пространственный.

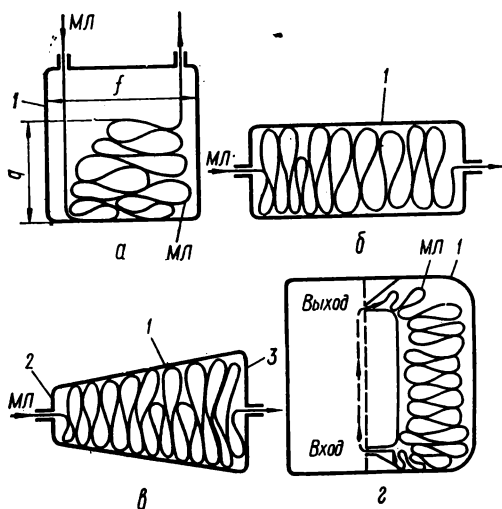


Рис. 206. Схема накопителей прямоугольной и косоугольной формы с ненапряженными петлями магнитной ленты.

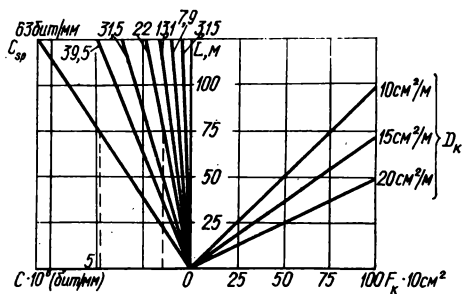


Рис. 207. График зависимости емкости ненапряженных петель магнитной ленты от площади и удельной плотности заполнения плоских карманов.

ность заполнения рабочей полости для лента толщиной 27, 37, 55 мкм соответственно;  $f$  и  $q$  — ширина и высота заполненной рабочей полости, см;  $F_k$  — площадь заполненной рабочей полости, см<sup>2</sup>.

По форме ненапряженные карманы бывают квадратные, прямоугольные, трапециевидные, круглые, полукруглые, спиральные, винтовые, цилиндрические, эллипсоидные, пропеллеровидные, секционные и U-образные.

Ненапряженные карманы должны обеспечивать равномерность продвижения петель ленты внутри рабочей полости. Кроме того, они должны исключать рывки ленты при вытягивании через выходное устье, скопление ленты во входном устье; переворачивание петель ленты в любом участке рабочей полости; остаточную деформацию ленты при хранении ее до 1 сут в полости кармана.

Плоские карманы квадратной или прямоугольной формы (рис. 206, а, б, в) имеют наружную стенку 1 с входными и выходными устьями, которые могут располагаться на одной, смежных или противоположных стенках.

Длина петель ненапряженной ленты,  $m$ , в карманах [122]  $L = F_k / d_k = f q / d_k$ , где  $d_k = 10, 15$  или  $20$  см<sup>2</sup>/м ленты — удельная плот-

При максимальной удельной плотности заполнения ( $D_k = 10 \text{ см}^2/\text{м}$ ) наибольшая длина ленты в плоском кармане составляет 75 м, например, в VB-400 фирмы AMPLEX [95]. При большей длине ленты резко увеличивается давление верхних петель на нижние, что приводит к возникновению рывков при вытягивании ленты через выходное устье. Равномерность продвижения ленты в непереворачиваемых карманах [9] можно увеличивать, если две стенки 1 расположить под острым углом к торцевой стенке 3 и под тупым к стенке 2 (рис. 206, в).

Графические зависимости площади рабочей полости от длины ленты и плотности заполнения, а также емкости  $C$  цифровой записи показаны на рис. 207. Емкость цифровой записи  $C = LS_{\text{сп}}$ , где  $S_{\text{сп}}$  — продольная плотность записи, бит/мм.

Плоские карманы круглой формы (рис. 208, а) содержат наружную стенку 1 и установленную концентрически внутреннюю 2. Стенки сходятся, создавая входное и выходное устья (вход и выход). Пространство между стенками образует рабочую полость для петель ленты  $МЛ$ . Рабочая полость кармана может занимать пространство почти полной окружности,  $3/4$  ее,  $1/2$  или  $1/4$  (рис. 208, а, б, в, г). Внутри полости внутренней стенки может располагаться рабочая зона  $РЗ$  (рис. 208, а), или двигатель приемного (подающего) узла  $М$  (рис. 208, б), что обеспечивает максимальную компактность МТЛ. Для увеличения емкости ленты (рис. 208, е) во внутренней полости стенки 2 образуют второй карман с торцевой стенкой 3. При этом лента  $МЛ$ , вытягиваясь из внешнего кармана вспомогательным

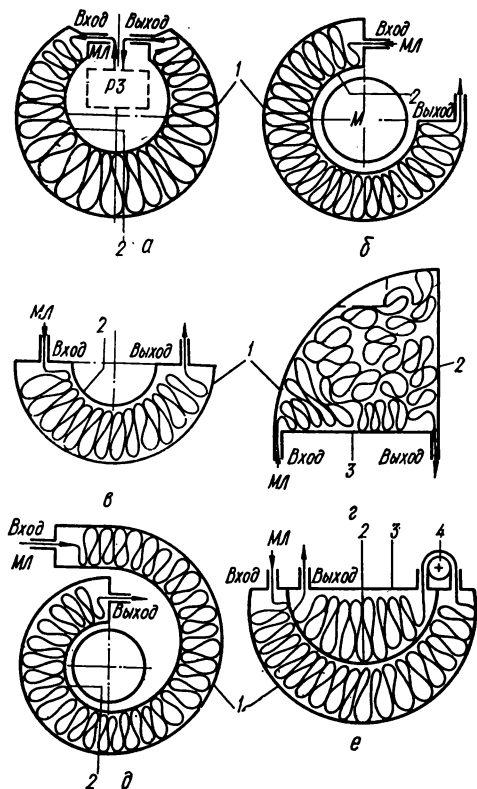


Рис. 208. Схемы накопителей круглой формы с напряженными петлями магнитной ленты.



валом 4, направляется во внутренний, из которого через выходное устье поступает в рабочую зону МТЛ. Разбивка большой рабочей полости на несколько малых секций уменьшает нагрузку на петли ленты при больших емкостях (до 100 м) и позволяет строить более компактные конструкции карманов [20]. Рабочая полость кармана увеличивается при расположении ее в виде спирали (рис. 208, д).

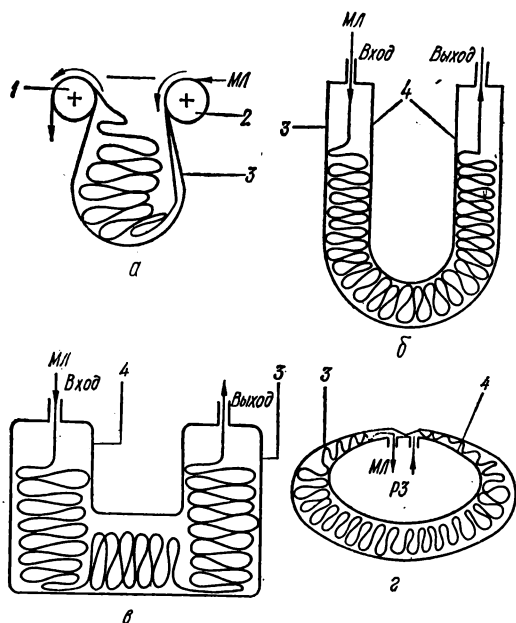


Рис. 209. Схемы накопителей сложной формы с ненапряженными петлями ленты.

210, а, входное и выходное устья расположены друг над другом с шагом  $S$ , на рис. 210, б — на некотором расстоянии друг от друга в радиальных плоскостях [70,3]. Обе стенки в винтовом кармане неподвижны, а в цилиндрическом вращаются. Внутренняя стенка в цилиндрическом кармане выполняется в виде барабана, а наружная — в виде широкого эластичного ремня. Лента приводится в рабочей зоне 4 приводом Кобелта, а вне зоны она расположена ненапряженными петлями 3, ориентированными в радиальных плоскостях барабана.

Разновидностью пространственного кармана (рис. 210, в) является пропеллеровидная конструкция прямоугольной формы [56]. Стенки 1 и 4, днище и крышка 2 имеют форму пропеллера, а входное

Плоские карманы могут быть выполнены в виде овалов, U-образных или П-образных сообщающихся сосудов, concentрических эллипсов (рис. 209, а, б, в, г). Карманы также содержат наружные 3 и внутренне 4 стенки. Обычно на входном устье размещается ведущий вал 2, а на выходном — вспомогательный согласующий 1.

Пространственные карманы (рис. 210) содержат внутреннюю 2 и наружную 1 стенки. Рабочая полость может располагаться по винтовой линии или быть в виде цилиндрического кольца. В кармане, изображенном на рис.

6 и выходное 3 устья расположены под углом друг к другу. Такие карманы применяют в МТЛ с соосным размещением катушек с лентой и плоской рабочей зоной, где требуется согласование плоскостей ленты, расположенной на разных уровнях.

Входное и выходное устья карманов можно образовать симметричным и асимметричным размещением торцевых полустенок 1 и 6

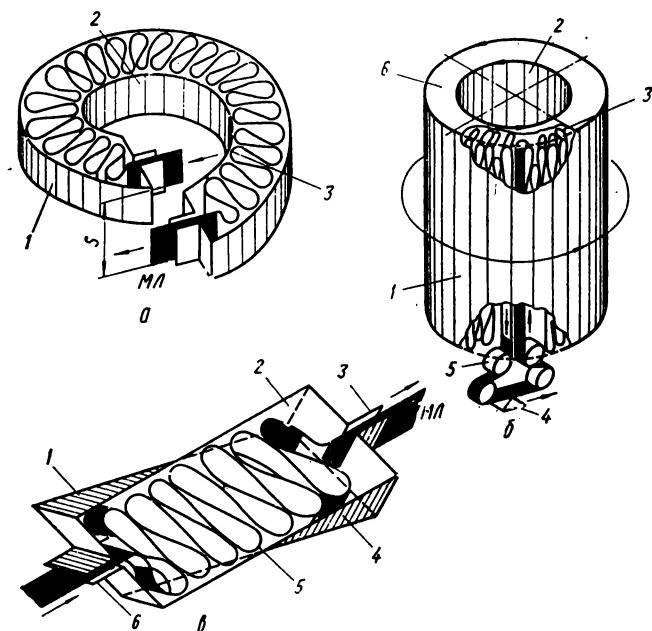


Рис. 210. Пространственные карманы для ненапряженных петель ленты.

в сочетании с параллельными направляющими 2 и 5 (рис. 211). При этом торцевые полустенки могут быть расположены под прямым, тупым или острым углом к направляющим 2 и 5 устья входа или выхода. Касаются устья ведущий (согласующий) вал 3 и прижимной ролик 4. Угол наклона торцевых полустенок  $\alpha = 3 \dots 15^\circ$ . Радиусы перехода полустенок к направляющим выбирают от 1 до 3 мм, а к наружной и внутренней стенкам — от 3 до 10 мм.

Иногда для равномерного вталкивания ленты МЛ через входное устье при больших емкостях (рис. 211, а) применяют неширокий предварительный резервуар 7. Он разгружает давление петель ленты основной емкости на петли в резервуаре, особенно при вер-

тикальной ориентации кармана и расположении внизу входного устья. Входные и выходные устья карманов рис. 211, а, б, в, г симметричные. В последнее время в ненапряженных карманах приме-

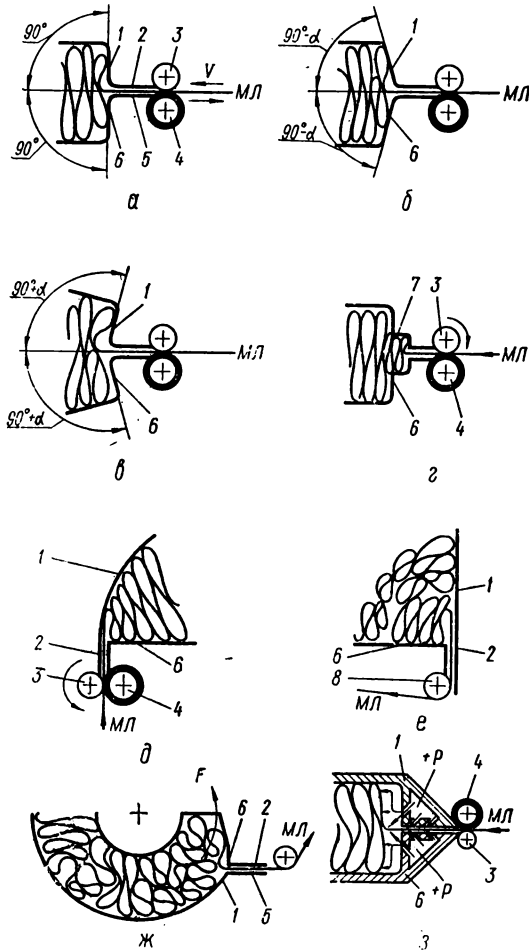


Рис. 211. Схемы входных и выходных устьев накопителей типа ненапряженный карман.

няют асимметричные входные и выходные устья (рис. 211, д, е). Устья образуются прямолинейной торцевой стенкой б и криволинейной наружной 1. Наружная стенка может быть также прямолиней-

ной, а вместо ведущего вала устанавливают обводный ролик 8, который вращается принудительно от входного прижимного ролика 4. В схеме ненапряженного кармана на рис. 211, ж выходное устье 2—5 выполнено в стороне от основной массы продвигаемых по стрелке  $F$  петель ленты  $ML$ , что значительно разгружает выход и уменьшает пульсации на выходе. В схеме на рис. 211, з на входе и выходе в устья выполнены наклонные отверстия, через которые подается под положительным давлением  $+p$  воздух. Это обеспечивает высокую равномерность вталкивания и выхода ленты, работоспособность кармана даже в среде с высокой влажностью.

Достоинствами ненапряженных карманов являются отсутствие потерь на трение, высокие защитные свойства, произвольное положение в пространстве, средняя емкость при сравнительно небольших размерах, безынерционность.

Кольца магнитной ленты для ненапряженных карманов в нерабочем состоянии хранят на специальной катушке (рис. 212), имеющей пластмассовый сердечник 2 с каплевидными пазами 7. В пазах размещены цилиндрические стойки 5, на одну из которых одевается внутренняя петля кольца ленты. Лента в два слоя бифилярно наматывается в рулон 3 и внешняя петля ее одевается на стойку 1. Прозрачная крышка 4 из полистирола, имеющая отверстия для сообщения с увлажненной средой хранилища (фильмостата), закрывает катушку, фиксируясь на ее щеке 6 поворотом [141].

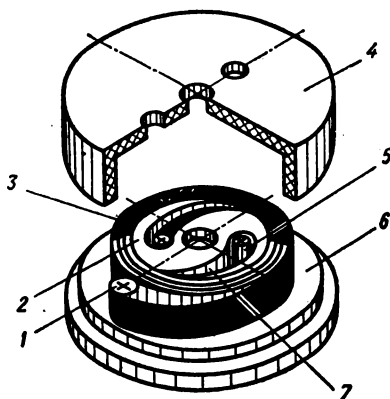


Рис. 212. Конструкция устройства для хранения кольца магнитной ленты.

Размещение ленты в вакуумных промежуточных накопителях выполняется в виде натянутой петли, которая помещена в полость кармана с отрицательным давлением воздуха  $-p$ . Карман (камера) аналогичен ранее описанному, только в одной из торцевых стенок выполнен прямоугольный вырез — окно, через которое входит петля ленты. На петлю с одной стороны (окна) действуют силы натяжения  $F$  ветви рулонного накопителя и рабочей зоны, а с другой — давления разрежения (вакуума)  $-p$ , получаемого через отверстия от специальных насосов. Рабочее положение петли ленты посередине камеры, где эти противоположенные силы находятся в равновесии. Одинарная прямоугольная камера 3 (рис. 213, а) содержит

по краям два направляющих элемента 1 и 7, а в днище ее выполняется узкая щель 5 с отверстиями 2 и 6 по краям. Щель является элементом датчика давления в камере, работающего в схеме слежения за натяжением ленты. Она соединена резиновым шлангом РШ с тон-

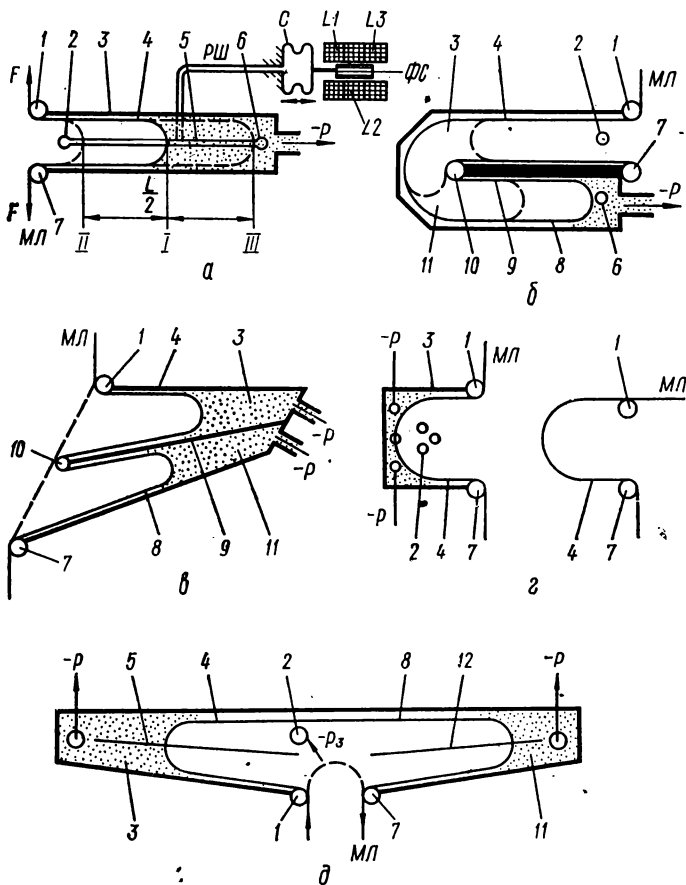


Рис. 213. Схемы выполнения промежуточных накопителей типа вакуумных карманов (камер).

костенным гофрированным цилиндром-сильфоном С, на основании которого укреплен ферритовый сердечник ФС, размещенный внутри трех катушек индуктивности L1 — L3. При уменьшении длины петли ленты, т. е. при увеличении ее натяжения (положение II), внутреннее давление в сильфоне по отношению к атмосферному

уменьшается, так как щель (проходное сечение ее) значительно меньше соединяется с атмосферным давлением, приближаясь к вакуумному  $-p$ . Стенки сильфона деформируются, он сжимается. Сердечник  $\Phi C$ , выдвигаясь справа налево из катушек индуктивности, изменяет их взаимосвязь. Это воспринимается системой автоматического регулирования натяжения ленты (САР-Н) МТЛ, и двигатель рулонного накопителя уменьшает свой вращающий момент и натяжение ленты, а ее петля 4 возвращается в исходное положение  $I$ , что соответствует прежнему натяжению ленты  $MЛ$ . Если натяжение ленты уменьшается, петля ее увеличивается до положения  $III$ , давление в сильфоне возрастает близко к атмосферному. Сердечник  $\Phi C$  вдвигается во внутрь катушек индуктивности слева направо, меняя их взаимосвязь. Блок САР-Н МТЛ увеличивает вращающий момент двигателя рулонного накопителя и натяжение ленты до прежней величины, возвращая петлю ленты 4 в положение  $I$ . Таким образом поддерживается постоянство натяжения ленты. Увеличить длину петли ленты, что особенно важно для МТЛ с высокими скоростями работы, возможно размещением ленты в двухкамерном кармане (рис. 213, б, в, д). Две камеры 3 и 11 при уменьшенных размерах МТЛ разделяются между собой стенкой 9 с направляющим элементом 10. При этом откачка воздуха ( $-p$ ) может происходить через одно отверстие (рис. 213, б), через два отверстия по отдельности от каждой камеры (рис. 213, в) или через три отверстия (отверстие 2 только для зарядки петли 8 ленты (рис. 213, д). При увеличенных размерах кармана две камеры 3 и 11 можно располагать навстречу друг другу (рис. 213, д). Перегородка в этом случае не устанавливается. В МТЛ с комбинированными промежуточными накопителями применяют вакуумные камеры квадратной формы значительно меньшей емкости (рис. 213, е). В зависимости от тракта ленты направляющая 1 может устанавливаться в нескольких положениях.

Направляющим элементом карманов служат ролики или стойки с аэростатической смазкой ( $+p$ ), обеспечивающей более высокую равномерность движения ленты и значительно меньшие потери на трение.

Вакуумные карманы в МТЛ с большой длиной рабочей зоны, например в ВМФ, komponуют по схемам, когда входы — выходы их располагаются в одну сторону (рис. 214, а) или в разные S-образной формы (рис. 214, б)\*. Для уменьшения площади, занимаемой двумя камерами, применяют плавное уменьшение сечения карманов (рис. 214, в). Иногда применяют V-образное расположение

---

\* Предложил автор для ВМФ поперечно-строчной записи, что сократило длину рабочей зоны РЗ в 1,5 раза по сравнению с ВМФ AVR-1 фирмы АМРЕХ.

камер (рис. 214, *е*), где рабочая зона *РЗ* размещается между ними [92]. При значительной длине рабочей зоны и заданном тракте ленты, например в видеомагнитофонах поперечно-строчной записи [101, 111], целесообразно вакуумные камеры располагать входами — выходами по разные стороны от общей торцевой стенки, что образует двутавровую форму (рис. 214, *д*).

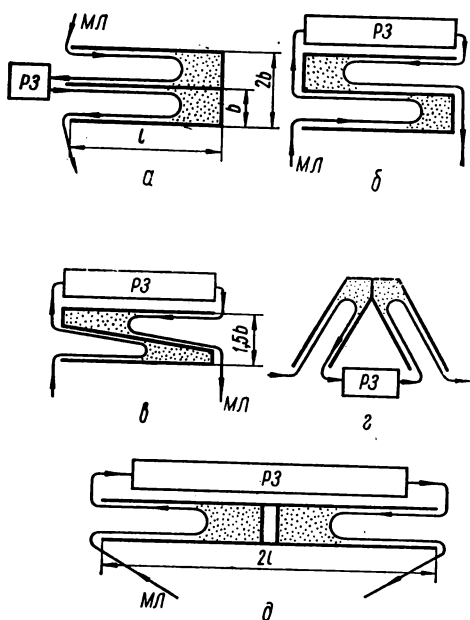


Рис. 214. Компонка вакуумных камер относительно рабочих зон МТЛ.

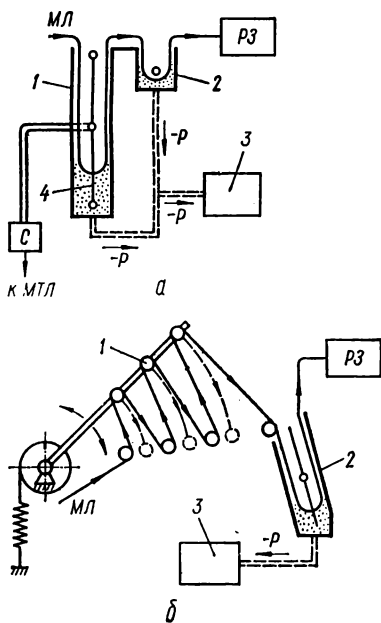


Рис. 215. Схемы комбинированных промежуточных накопителей магнитной ленты.

В МТЛ FR-1800 фирмы AMPEX применяют промежуточные накопители в виде карманов (камер) с положительным давлением  $+p$ . Магнитная лента *МЛ* в виде петли движется на газовой подушке в камере (или над ней), не касаясь ее стенок.

В МТЛ вычислительных машин используют комбинированные рычажно-вакуумные (рис. 215, *а*) или двухступенчатые промежуточные накопители (215, *б*). В них существует двойное разделение старт-стопной рабочей зоны МТЛ от инерционности рулонов ленты: со стороны рулонов — вакуумной камерой 1 или рычажным лабиринтом большой емкости, а со стороны рабочей зоны *РЗ* — небольшой петлей ленты, образуемой в вакуумной камере 2. В камере,

соединенной с вакуумным насосом 3, выполняется длинная узкая прорезь 4. В камере перемещается лента во время пуска и торможения. При использовании вакуумного демпфера небольшой емкости появляется дополнительное время на перемещение рычагов или заполнение большой вакуумной камеры, уменьшается время пуска и остановки, снимаются все ударные нагрузки перед рабочей зоной МТЛ [122].

Лента при перемещении в вакуумной камере трется о стенки. Для снижения потерь на трение и снятия накапливаемого электростатического заряда стенки, соприкасающиеся с плоскостью ленты, покрывают стеклянными шариками диаметром 80—150 мкм. Шарики наносят на лавсановую ленту толщиной 100 мкм, как в МТЛ FR-1600 фирмы AMPLEX. Иногда на эти стенки приклеивают стеклянные пластины с рифленой поперечно-продольными рисками поверхностью. Сетчатка рисок  $4 \times 2$  мм. На поверхность сетчатой стенки карманов профессионального видеоманитофона AVR-1 фирмы AMPLEX напыляют тончайшую (2—4 мкм) никелевую пленку, что снимает электростатические заряды с видеоленты.

## 2. АКТИВНЫЕ ПРИЕМНЫЕ И ПОДАЮЩИЕ УЗЛЫ

Активные, т. е. имеющие собственный источник вращающего момента приемные и подающие узлы состоят из привода накопителя (электрического или пружинного двигателя), устройств установки и крепления накопителя (подкатушники и зажимы), механического торможения накопителя и элементов механической связи привода и крепления накопителя (глухая муфта, ременной, фрикционный или зубчатый редуктор). Передача вращающего момента может осуществляться прямо (непосредственно) или косвенно через редуктор. В активных приемных и подающих узлах применяют электродвигатели с мягкой механической характеристикой: асинхронные переменного тока с внутренним или наружным ротором и постоянного тока с последовательным возбуждением или с печатным якорем. Активные приемные и подающие узлы могут компоноваться в МТЛ с плоским и пространственным расположением рулонов магнитной ленты.

Узлы с плоским размещением рулонов ленты, где для привода применяют двигатели, содержащие статор 1 и ротор 3, показаны на рис. 216. В схеме рис. 216, а торцевая часть наружного ротора является установочной (опорной) поверхностью для катушки 4, служит подкатушником, а наружная цилиндрическая обхватывается тормозной фрикционной лентой 2. Верхний вылет вала 5 ротора служит шпинделем и зажимным устройством для катушки. Двигатель крепят на несущей панели НП. Эта кинематическая схема



применена в приемных и подающих узлах с двигателем ДПН-1, ДПН-2 и ДПН-3 [23]. Недостатком кинематической схемы рис. 216, а является установка катушки с лентой непосредственно на торце ротора, который при работе сильно нагревается и вызывает некоторое пересыхание магнитной ленты на катушке. В кинематической схеме рис. 216, в качестве тормозного цилиндра применен отдель-

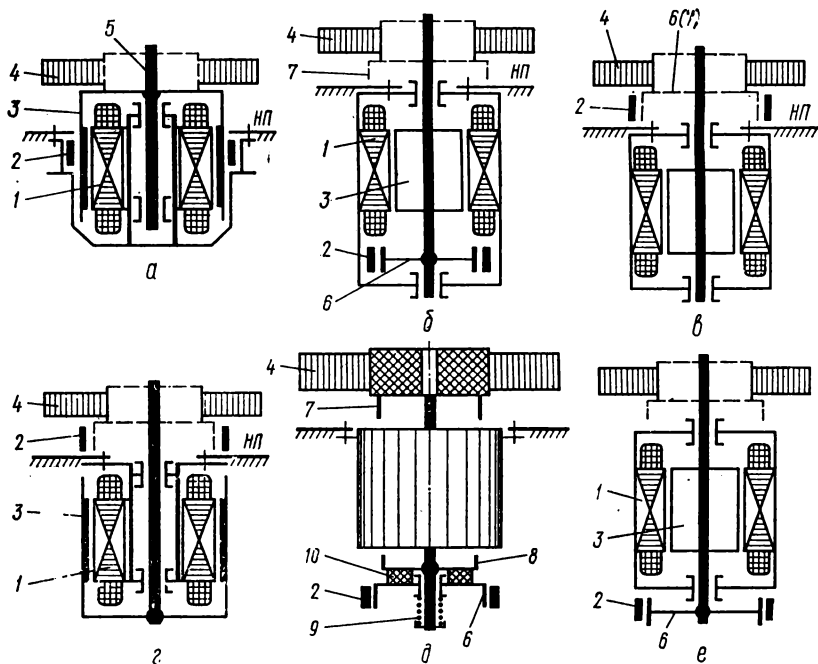


Рис. 216. Кинематические схемы построения активных приемных и подающих узлов с прямым приводом рулонов ленты.

ный барабан, обхватываемый тормозной лентой 2. Барабан расположен над несущей панелью НП, а наружный ротор — под ней, что устраняет нагрев магнитной ленты.

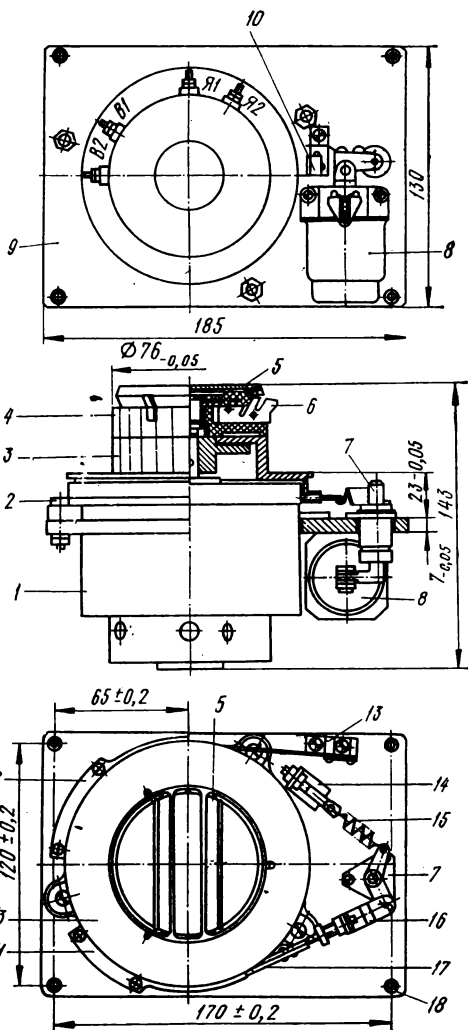
В кинематических схемах приемных и подающих узлов (рис. 216, б, е) применены двигатели с ротором (якорем) 3, установленным внутри статора 1. Подкатушник 7 размещен на валу двигателя над несущей панелью, а тормозной барабан 6 — внутри корпуса двигателя или за его пределами. Схема рис. 216, б применена в приемных и подающих узлах студийных магнитофонов МЭЗ-28 с двигателем ДПА-010-5/4, в профессиональном видеомэгнитофоне

VR-2000 фирмы AMPEX, а рис. 216, *e* — в приемных и подающих узлах видеомагнитофонов «Электрон-2» объединения ЛОМО, «Кадр-3» (ВНИИТР), TR-5, TR-22, TR-70 фирмы RCA.

В кинематической схеме рис. 216, *в* подкатушник 7 и тормозной барабан 6 совмещены в единое целое и расположены над несущей панелью МТЛ. Эту схему применяют в узлах с двигателем постоянного тока Д16-06 и переменного тока типа ДК-16 в прецизионной АМЗ.

Для уменьшения динамических нагрузок на магнитную ленту во время торможения и быстрого пуска (рис. 216, *д*) тормозной барабан 6 на валу двигателя устанавливают на втулке и через фрикционное кольцо 10 и пружину 9 поджимают к диску 8. Диск на валу установлен жестко. Тормозной барабан обхватывается фрикционной лентой 2. При резком торможении

Рис. 217. Конструкция активного подающего узла с двигателем постоянного тока.



нии барабана 6 ротор с катушкой 4 тормозится более плавно благодаря их фрикционной связи, регулируемой усилием пружины сжатия 9. Эта кинематическая схема применена в приемных и подающих узлах студийного магнитофона М-10 фирмы Telefunken [12].

Активный подающий узел (рис. 217), построенный по кинематической схеме рис. 216, *в*, состоит из двигателя 1 постоянного тока

типа Д16-06, укрепленного винтами 2 на несущей плитке 9 с четырьмя установочными отверстиями 18. На валу двигателя установлен подкатушник 3, который для уменьшения высоты всего узла выполнен обхватывающим верхний подшипниковый щит двигателя. На подкатушнике установлен зажим 4 с тремя фиксаторами 6, которые выдвигаются поворотом верхних щек 5. Фрикционная лента 17 обхватывает тормозной барабан подкатушника на угол около  $200^\circ$  и одним своим концом крепится жестко на стойке 13, другим — подвижно на тяге 16. Тяга шарнирно закреплена на рычаге узла поворота 7 и подтянута силовой пружиной растяжения 15 к регулируемой стойке 14. Под плиткой узел поворота шарнирно соединен с серьгой электромагнита 8, в конце хода которого укреплен микропереключатель 10. Вокруг тормозной ленты установлены два сектора 11 и 12, обеспечивающие равномерный концентрический отход фрикционной ленты от тормозного барабана подкатушника при включении электромагнита. Описанный подающий узел обеспечивает надежную работу МТЛ с катушкой типа 2 № 27 и лентой шириной 25,4 мм в жестких условиях эксплуатации, поддерживая со следящей системой натяжение от начала к концу рулона  $1,8 \pm 0,1\text{Н}$ . В описанной конструкции применен простой ленточный тормоз, обеспечивающий в зависимости от направления вращения различный тормозной момент. Для старт-стопных МТЛ применяют активные приемные и подающие узлы с одинаковыми тормозными моментами, независимыми от направления вращения рулонного накопителя (рис. 218). В этом узле применен суммирующий колодочный тормоз, состоящий из двух алюминиевых колодок 2 и 8 с четырьмя вклеенными в гнезда шипами 1 из фрикционита толщиной 1,5 мм. Тормозные колодки установлены на основании 3 и могут поворачиваться на осях 4. Свободные концы тормозных колодок замкнуты мощной пружиной растяжения 13. Под несущей плитой 7 размещен электромагнит 14, шарнирно соединенный через рычаг 16 с растормаживающим кулачком 10, который упирается в шарикоподшипники 9 тормозных колодок 2 и 8. Подкатушник 6 с тормозным барабаном установлен на валу двигателя 15 типа ДК-16, который укреплен на нижней стороне плиты 7. Сверху на подкатушнике установлен зажим 5 для катушек типа 2. При включении электромагнита 14 поворачивается кулачок 10 и разводит колодки, обеспечивая свободное вращение вала двигателя. При испытаниях опытных образцов этой конструкции с полной катушкой № 35 и лентой шириной 12,7 мм время остановки ее с частотой вращения  $900 \text{ мин}^{-1}$  не превышало 0,02 с и износа фрикционных шипов после 10 000 торможений не наблюдалось [42].

Активные подающие узлы, выполненные по кинематической схеме рис. 216, е, применяют в профессиональных видеомагнито-

фонах поперечно-строчной записи (рис. 219). Для них характерно размещение тормозного барабана 2 с фрикционной лентой 6 с нижней торцевой стороны подшипникового щита двигателя 4. Там же располагается поворотный электромагнит 1 и рычажная система 7. Тормозная фрикционная лента помещается концентрически с неболь-

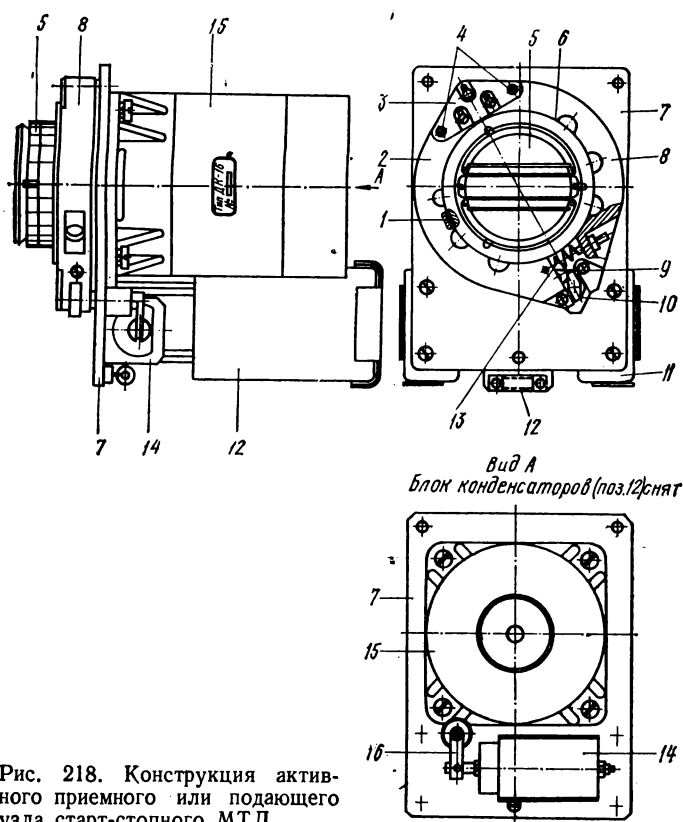


Рис. 218. Конструкция активного приемного или подающего узла старт-стопного МТЛ.

шим зазором  $\delta = 0,3 \dots 0,5$  мм в точно обработанном литом алюминиевом стакане 3. Подающий узел крепят на блок МТЛ через четыре отверстия 9 верхнего фланца 10 двигателя или через несущую плиту. Угол обхвата фрикционной лентой тормозного барабана обычно составляет не менее  $270^\circ$ . Рассмотренный подающий узел нормально работает с катушками типа 2 № 40 и лентой шириной 50,8 мм в легких студийных условиях эксплуатации.

По кинематической схеме (рис. 216, е) работает активный приемный узел для аппаратуры записи звука на перфорированную ленту в кино фирмы Siemens Halske [154], конструкция которого показана

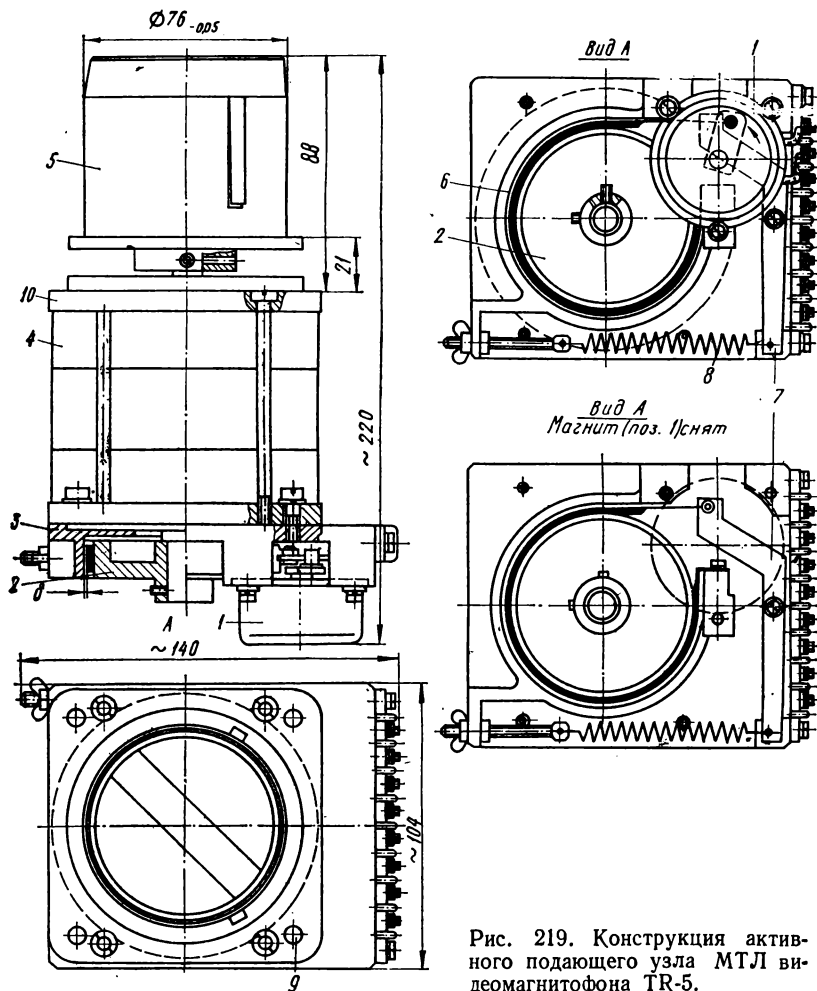


Рис. 219. Конструкция активного подающего узла МТЛ видеоманитфона TR-5.

на рис. 220. Барабан 7 обхватывается фрикционной лентой 8 по винтовой линии на угол  $45^\circ$ . Это позволяет при сравнительно небольшом усилии тормозной пружины сжатия 9 получить большие тормозной момент и резкость торможения, необходимые для МТЛ с пер-

форированной магнитной лентой. Пружина 10 предназначена для смягчения тормозных рывков рулона в момент остановки. Растор-  
маживание барабана осуществляется толкающим электромагнитом

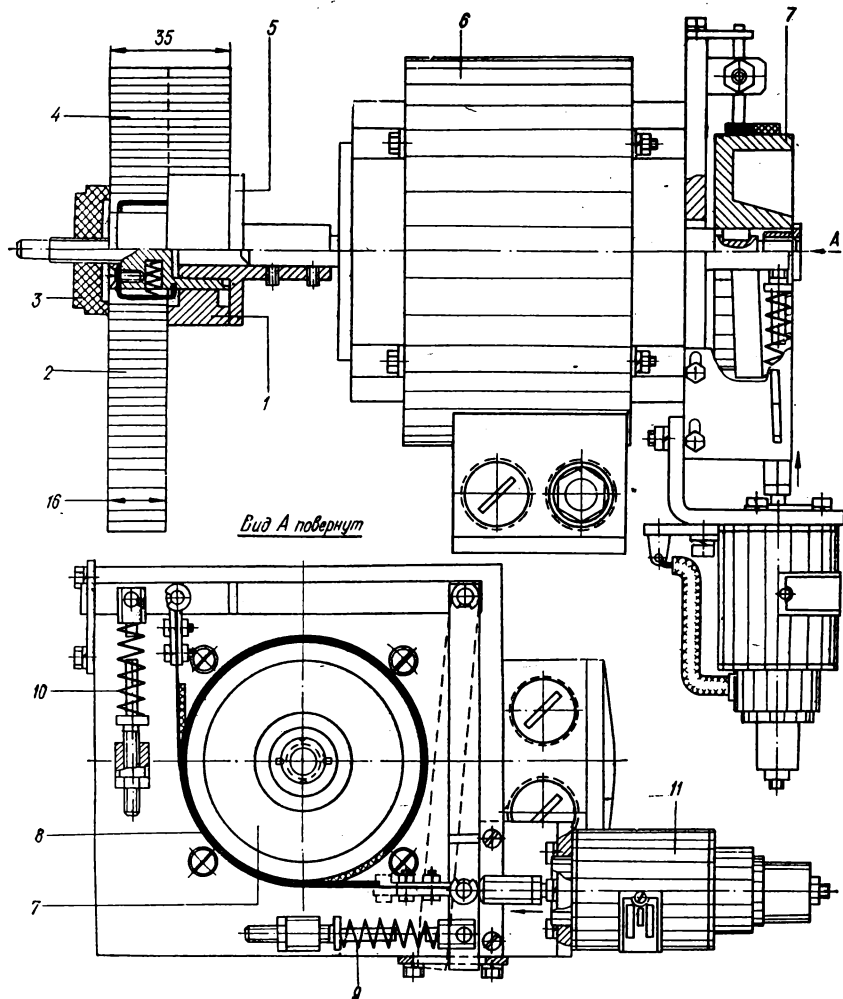


Рис. 220. Конструкция активного приемного узла фирмы Siemens Halske.

11. При установке на подкатушник 5 рулона с магнитной лентой 2 шириной 16 мм втулка 1 размещается, как обозначено на рис. 220, и фиксируется гайкой 3. При установке рулона с перфорированной

лентой 4 шириной 35 мм промежуточная втулка 1 снимается с подкатушника.

Недостатком конструкций активных боковых узлов прямого привода являются сравнительно большие мощности и габаритные

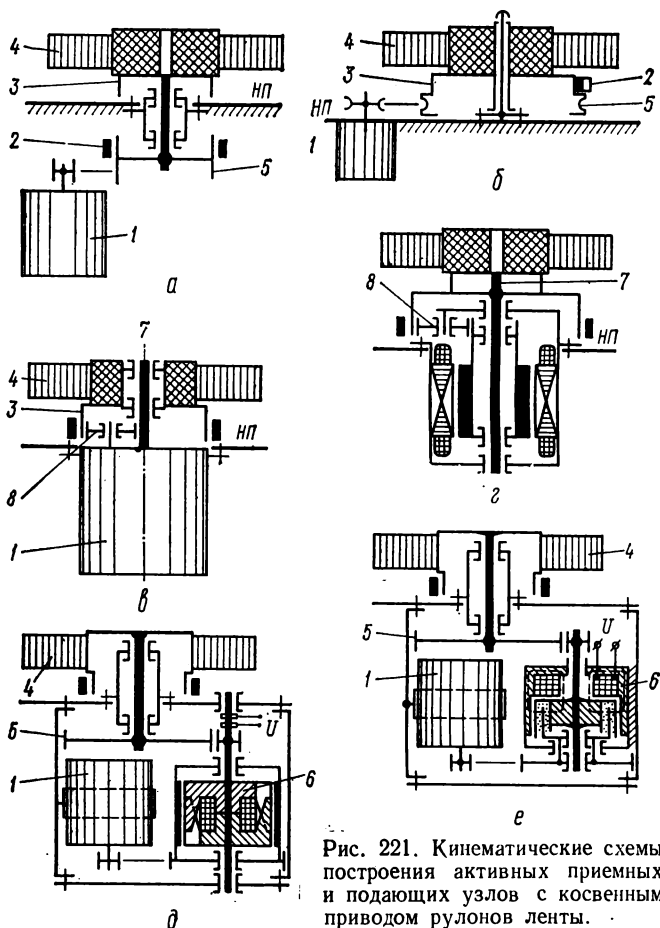


Рис. 221. Кинематические схемы построения активных приемных и подающих узлов с косвенным приводом рулонов ленты.

размеры электродвигателей, обеспечивающих необходимое натяжение ленты во всех режимах работы МТЛ. В некоторых МТЛ бытовой и специальной АМЗ, где требования по снижению габаритов и энергопотребления, удешевлению конструкций возрастают, применяются активные приемные и подающие узлы с косвенным приво-

дом накопителей магнитной ленты. В этих узлах от вала двигателя к шкиву вращения накопителя применяется редукторная механическая передача. При этом угловая скорость шкива подкатушника  $n_{\text{шк}} = n_{\text{дв}} S_{\text{ред}}/i$ , где  $S_{\text{ред}}$  — упругое скольжение редуктора;  $i$  — передаточное число; снижается, а передаваемый момент возрастает в  $k = M_{\text{дв}} \eta/i$  раз, где  $\eta$  — КПД редуктора.

Приемный или подающий узел (рис. 221, а, б) состоит из двигателя 1 и узла подкатушника 3 с опорами вращения вала и шкивом 5. Шкив обхватывается фрикционной тормозной лентой 2. Шкив и вал двигателя соединены механической редукторной передачей, чаще ременной. В кинематических схемах рис. 221, а подкатушник и шкив разнесены по разные стороны несущей панели НП, рис. 221, б подкатушник 3 имеет шкивную часть 5 с проточкой. Схему рис. 221, а применяют в приемных и подающих узлах профессиональной АМЗ в видеомагнитофоне EL-3400 фирмы Philips, а рис. 221, б — в бытовых магнитофонах той же фирмы в базовом МТЛ первого и высшего классов. При жестких требованиях к габаритным размерам узлов можно применять соосное расположение вала 7 двигателя 1 и катушки 4 (рис. 221, в, г) при размещении внутри подкатушника 3 механической передачи 8.

В рассмотренных кинематических схемах между двигателем и подкатушником механическая связь постоянна и нерегулируема, хотя последнее было бы ценным свойством для систем стабилизации натяжения магнитной ленты. В некоторых прецизионных МТЛ механическая связь между валом двигателя 1 и шкивом 5 подкатушного узла осуществляется через электромагнитную индукционную или порошковую муфту 6 (рис. 221, д, е). В этих приемных и подающих узлах механическую связь можно регулировать в любых пределах или полностью исключать простыми способами, например, изменением напряжения питания  $U$  обмотки возбуждения.

Активный приемный узел косвенного привода (рис. 222), построенный по кинематической схеме рис. 221, б для базового МТЛ бытовых магнитофонов фирмы Philips [114], содержит типовой узел подкатушника 3, на тормозной цилиндрической поверхности которого выполнена проточка под круглый ремень 2. Бесколлекторный двигатель 15 постоянного тока через кронштейн 13 укреплен на несущей плите 4 МТЛ магнитофона. На валу двигателя размещена насадка 1, диаметр которой в три раза меньше диаметра шкива подкатушника. Колодочный тормоз, установленный возле подкатушника, состоит из рычага 6 с резиновой насадкой 5, длинного рычага 9, установленного на оси 11, двух пружин растяжения 7 и 10. При переходе МТЛ в режим «Стоп» шкив и подкатушник, вращаясь по указанным стрелкам, плавно тормозятся, расклинивая тормоз 5. При



этом выбираются прослабления натяжения ленты в тракте МТЛ. При сматывании ленты с подкатушника (подающий узел) рычажная тормозная система обеспечивает резкое торможение, работая на заклинивание. Несущую плиту МТЛ через несколько резиновых втулок 12 крепят на корпусе магнитофона. Данный приемный узел нормально работает с такими же катушками, как например № 15 и № 18 типа 1. По рассмотренной конструкции можно доработать приемные и подающие узлы любого одномоторного МТЛ, сделать его трехмоторным, значительно улучшить стабильность скорости движения магнитной ленты, качество ее укладки на катушках, повысить надежность работы магнитофона.

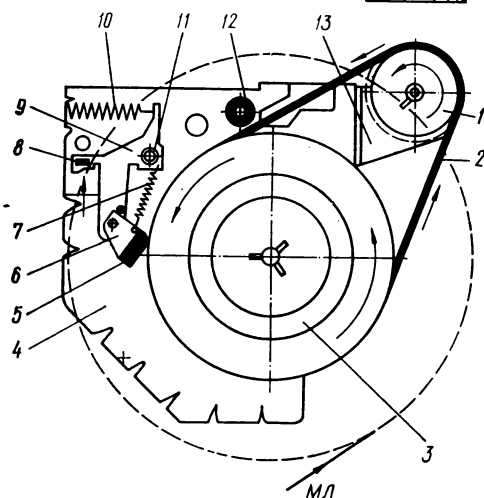
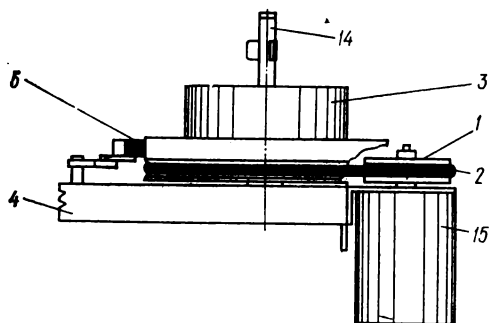


Рис. 222. Конструкция активного приемного узла с косвенным приводом рулона базового МТЛ фирмы Philips.

Для этого необходимо установить дополнительно двигателя, например, типа ЭДГ-4М, КД-4-6, предварительно сняв резцом один торец беличьей клетки ротора (смягчение характеристики). Кроме того, на подкатушниках выполняют одну кольцевую проточку под ремень (если ее нет на подкатушнике) и натягивают ремень (круглый или плоский). Передаточное число подкатушник — насадка двигателя выбирается от 3 до 6.

**Узлы с соосным размещением рулонов ленты.** В аппаратуре магнитной записи с жесткими требованиями по габаритным размерам и объему МТЛ применяют приемные и подающие узлы с соосным расположением рулонов магнитной ленты. Если для МТЛ с плоской установкой рулонов приемный и подающий узлы обычно выполняют в виде отдельных конструктивно независимых блоков, кроме быто-

вых магнитофонов, то узлы с соосным расположением рулонов выполняются обычно как единый приемно-подающий узел.

Наиболее простую кинематическую схему имеет приемно-подающий узел (рис. 223, а) с соосной установкой катушек 4 и 5, где верхняя катушка имеет привод от двигателя 1, а нижняя — привода не имеет, т. е. комбинированный активно-пассивный узел. При этом МТЛ обеспечивает режимы рабочего хода и ускоренную перемотку вперед, что вполне достаточно для аппаратуры, предназна-

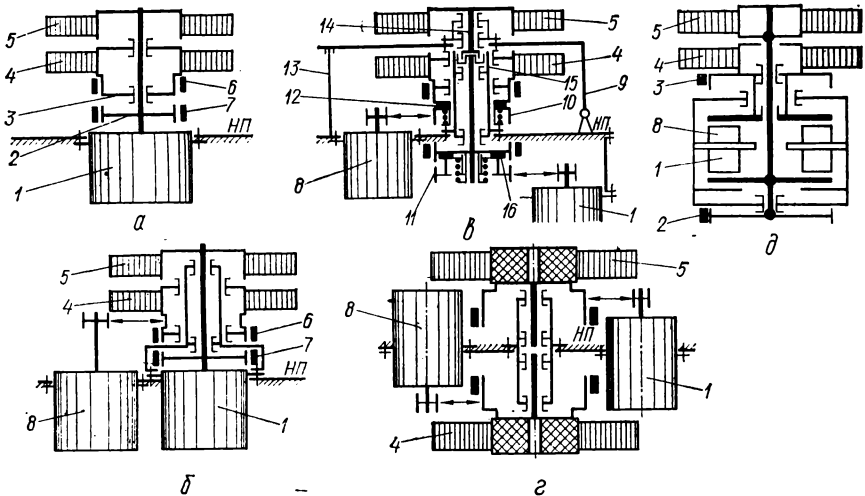


Рис. 223. Кинематические схемы активных приемно-подающих узлов с соосным размещением рулонов ленты.

ченной только для записи. Подкатушник 3 нижней катушки в этих режимах работы МТЛ подтормаживается следящим тормозом 6, обеспечивающим постоянное натяжение магнитной ленты от начала к концу рулона. Тормозной барабан 2 верхней катушки обхватывается фрикционной лентой 7. В кинематической схеме соосного приемно-подающего узла (рис. 223, б) нижняя катушка 4 имеет также привод от электродвигателя 8, что обеспечивает ускоренные перемотки назад и вперед, реверсивный рабочий ход ленты.

Кинематическая схема соосного приемно-подающего узла видеоманитофона WTR-100 фирмы Westel [168] показана на рис. 223, в. Верхняя катушка 5 установлена на поворотном рычаге 9, и вал 14 ее через торцевую полумуфту соединяется с внутренним валом несущей втулки 15. На внутреннем валу внизу размещен тормозной барабан, соединенный через фрикционную предохранительную

муфту 16 и шкив 11 с валом двигателя 1. Нижняя катушка 4 также через предохранительную фрикционную муфту 12 и шкив 10 соединена с валом двигателя 8. Установка предохранительных фрикционных муфт исключает растяжения магнитной видеоленты в моменты резких рывков включения и выключения двигателей. Поворотный рычаг с верхней катушкой при опускании фиксируется на упоре 13, который размещен на несущей плите НП блока МТЛ.

Соосный активный приемно-подающий узел МТЛ бортового самописца фирмы Eliot состоит из двух независимых активных узлов, установленных по разные стороны общей несущей плиты НП (рис. 223, з). Каждый узел содержит свою катушку 4 или 5 с косвенным приводом от двигателей 8 или 1. Катушки разнесены на значительное расстояние друг от друга по сравнению с предыдущими схемами, что определяется особой конструкцией всего блока МТЛ.

В соосном узле (рис. 223, д) двойной двигатель состоит из встроенных соосно отдельных плоских с печатными якорями двигателей 8 и 1. Двигатели вращают свои катушки 5 и 4, которые имеют тормозные устройства 3 и 2. Подобная кинематическая схема применена в бортовом самописце AR-1600 и AR-1700 фирмы AMPEX [103].

Конструкция соосного приемно-подающего узла (рис. 224) МТЛ магнитного регистратора Р1-200 фирмы Р1 состоит из двух валов 11 и 12, последний из них выполнен пустотелым и расположен концентрически первому. Оба вала вращаются в шарикоподшипниках, наружные из которых ШП1 расположены в приливе несущего корпуса 14. С лицевой стороны *N* несущего корпуса концентрические валы заканчиваются корончатыми головками торцевых полумуфт. На валах укреплены тормозные барабаны 10 и 16, обхватываемые тросиковыми тормозами 17 и 19 соответственно. Один конец тормозов укреплен неподвижно на стойках корпуса, другой — на стойке поворотного электромагнита 1. Барабан 10 обхвачен еще одним тросиковым тормозом 18, который растормаживается электромагнитом 9. На несущем корпусе укреплен двигатель 5 переменного тока с мягкой механической характеристикой, на валу которого находится насадка со шкивами 4 и 15. В режиме «Стоп» между шкивом 4 и барабаном 10, а также шкивом 15 и барабаном 16 размещены с зазором обрешиненные ролики 8 и 2 соответственно. На несущем корпусе установлен конденсатор 6 фазосдвигающей цепи обмотки двигателя. Рассмотрим работу этого комбинированного узла. С валом 11 соединяется ответная полумуфта подающей катушки, с валом 12 — полумуфта приемной катушки соосной кассеты МТЛ. Электромагнит 1, поворачиваясь по часовой стрелке, растормаживает барабаны 10 и 16. Включается электромагнит 7 и обрешиненный ролик 2 передает

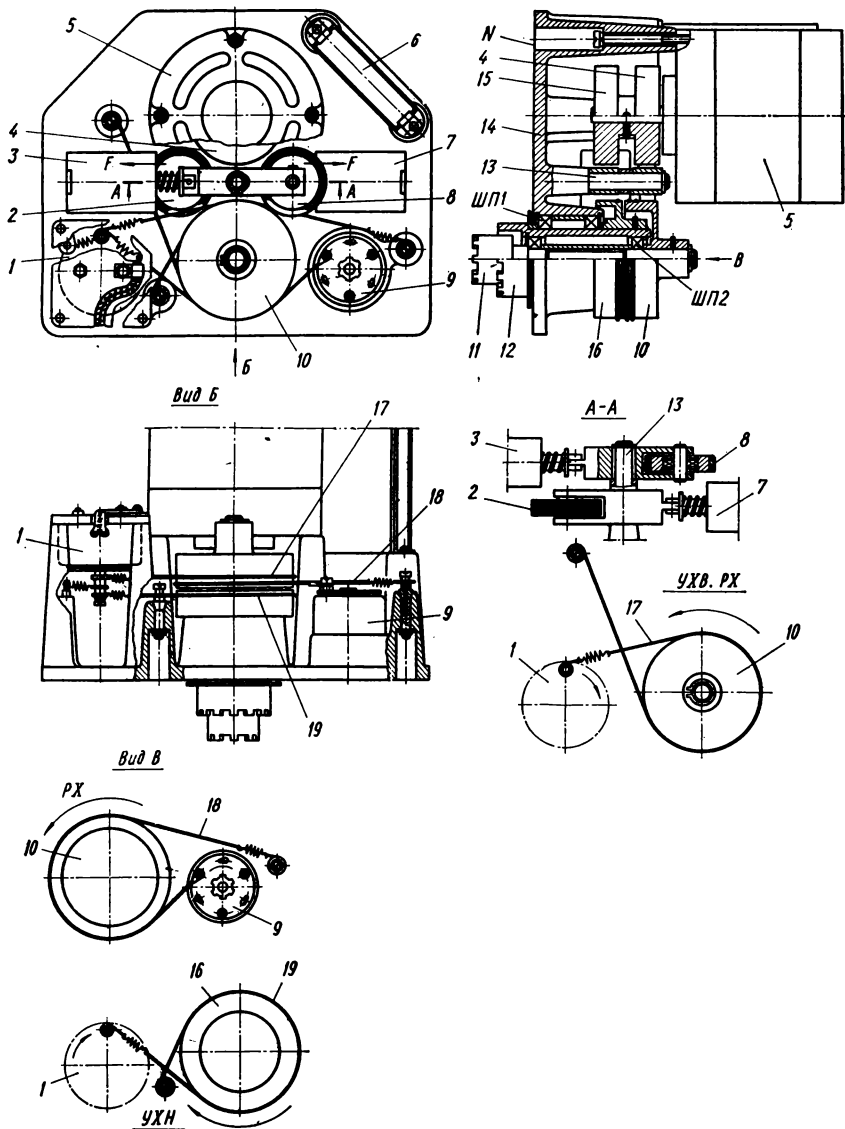
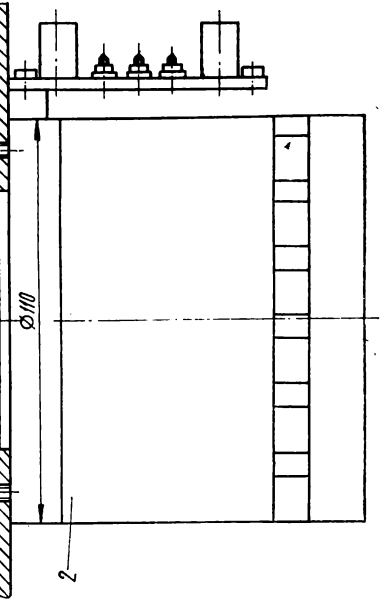
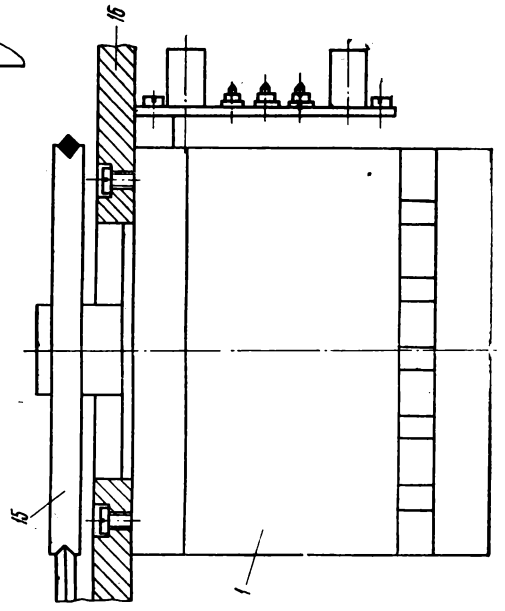
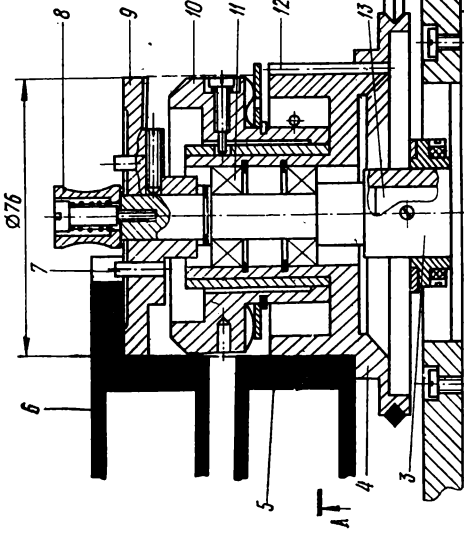
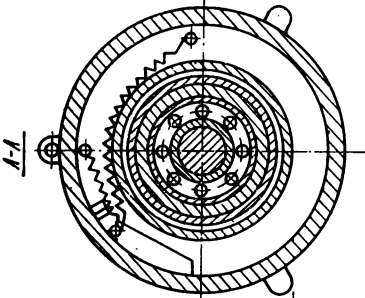
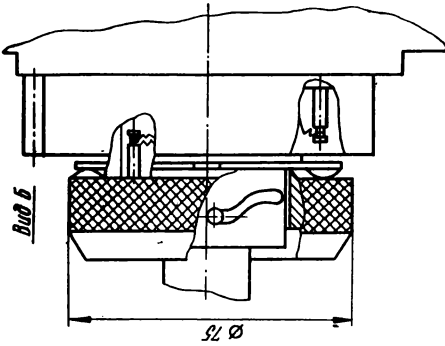


Рис. 224. Конструкция комбинированного приемно-подающего узла аппарата РІ-200.



вращение от шкива 15 барабану 16 и приемной катушке. Подающая катушка при этом через барабан 10 подтормаживается пружинным тросиковым тормозом 18 (РХ). Электромагниты 9 и 3 в режимах РХ и УХВ обесточены. В режиме УХН электромагнит 3 вводит в контакт обрезиненный ролик 8 со шкивом 4 и барабаном 10, двигатель изменяет направление вращения, а ранее подающая катушка становится приемной. Электромагнит 9 при этом включается и отводит тросиковый тормоз 18, не препятствуя вращению барабана 10. Поворотный электромагнит 1 в этом режиме включен, но

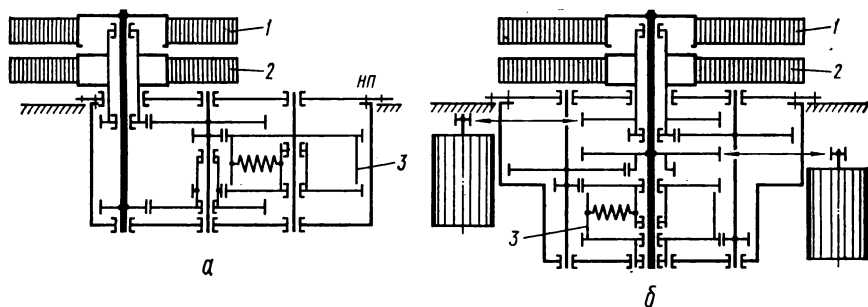


Рис. 226. Кинематические схемы приемно-подающих узлов с пружинным замыканием соосных накопителей.

тросиковый тормоз 19 благодаря пружине подтормаживает барабан 16 подающей катушки. При обесточивании электромагнитов 1, 3 и 7 осуществляется торможение катушек. Описанная конструкция комбинированного приемно-подающего узла отличается возможностью соединения вала двигателя с каждым из соосных рулонов, что позволяет выполнять ускоренную перемотку назад, вперед и обеспечивать режимы рабочего хода.

Большей надежностью и стабильностью натяжения ленты от начала к концу рулона обладает активный приемно-подающий узел (рис. 225), построенный по кинематической схеме (223, б), который применен в полупрофессиональном видеомагнитофоне ВК-200 фирмы Grundig.

Рис. 225. Конструкция активного приемно-подающего узла видеомагнитофона ВК-200 с соосным размещением рулонов ленты:

1 и 2 — двигатели верхней 6 и нижней 5 катушек; 3 — насадка вала двигателя; 4 и 9 — подкатушники нижней и верхней катушек; 7 и 12 — фиксирующие штыри; 8 и 10 — зажимы катушек; 11 — шарикоподшипники; 13 — вал двигателя верхней катушки; 14 — приводной ремень; 15 — шкив двигателя нижней катушки; 16 — несущая плита МТЛ.

**Узлы с упруго связанными рулонами ленты.** Особую группу плоских и соосных активных приемно-подающих узлов составляют конструкции с упругим пружинным замыканием рулонов магнитной ленты. Эти узлы работают только с двумя рулонами ленты.

Пружинный механизм в блоке приемно-подающего узла может быть размещен сбоку под накопителями, соосно с ними или внутри накопителей. Приемно-подающие узлы, выполненные по кинематической схеме с вынесенным сбоку под соосными накопителями 1 и 2 пружинным механизмом 3 (рис. 226, а), обладают более простой

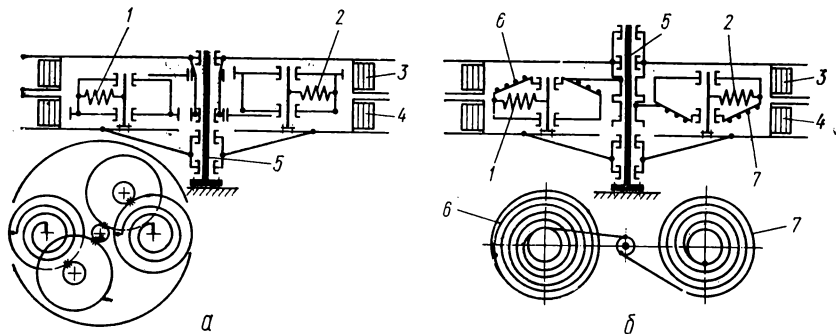


Рис. 227. Кинематические схемы приемно-подающих узлов со встроенным в соосные накопители механизм пружинного замыкания.

конструкцией, но менее компактны и имеют большие габаритные размеры, чем конструкции с соосным расположением накопителей 1 и 2 и пружинного механизма 3 (рис. 226, б). Несущим элементом для этих конструкций узлов служит плита или коробчатый корпус (НП).

В рассмотренных приемно-подающих узлах можно применять стандартные катушки или сердечники. Недостатком этих узлов является большой перепад диаметров рулонов (до 2—3) даже при сравнительно небольшой емкости ленты (до 100—120 м). Значительно увеличить емкость магнитной ленты на рулонах приемно-подающих узлов можно, если уменьшить перепад максимального и минимального диаметров до 1,2—1,3 при значительном увеличении внутреннего диаметра намотки рулонов. Наружный диаметр при этом возрастает незначительно, что обеспечивает еще достаточную компактность при значительном увеличении емкости ленты (до 300 м). Увеличенный внутренний диаметр накопителей 3 и 4 позволяет установить пружинный механизм во внутрь, расчленив его на два или три узла 1 и 2 (рис. 227, а), что резко повышает компактность приемно-подающего узла. Это расчленение одного мощного

механизма на несколько менее мощных по вращающему моменту вызвано стремлением максимально уменьшить габаритные размеры всего узла, высота которого при этом может не превышать высоты двух катушек с лентой [16]. Несущим элементом для этих конструкций приемно-подающих узлов служит центральная ось 5, которую в МТЛ крепят на несущей плите или в корпусе кассеты. Приемно-подающий узел, выполненный по кинематической схеме (рис. 227, б), содержит дополнительные устройства 6 и 7 корректировки завода пружинных механизмов 1 и 2, что уменьшает перепад натяжения магнитной ленты от начала к концу рулона.

Конструкция приемно-подающего активного узла (рис. 228), выполненного по кинематической схеме, изображенной на рис. 226, б, содержит коробчатый несущий корпус 13, внутри которого установлены мощная спиральная часовая (или граммофонная) пружина 12, зубчатые колеса 1—3, 9—11 и опоры вращения их валов. Спиральная пружина размерами 0,62 × 25, 2 × 3280 мм изготовлена из стали 70С2ХА и установлена в тонкостенном стальном барабане 1 с зубчатым венцом. Наружный конец пружины закреплен на стенке барабана специальным винтом с гайкой, а внутренний — соединен с зубом на ступице зубчатого колеса 11. Зубчатые колеса 1 и 11, 3 и 10 и спиральная пружина 12 установлены концентрически валу 7, на верхнем вылете которого укреплены жестко ступица с фланцем 6 и через шарикоподшипники ступица с фланцем 8. На фланцах невыпадающими винтами крепят легкоъемные соосные катушки 5 и 4 с магнитной лентой. Несущий корпус приемно-подающего узла выполнен из алюминийевого сплава В95 и имеет коробчатую нижнюю часть и плоскую фланцевую верхнюю. Нижняя часть надежно прикрывает зубчатые колеса от попадания посторонних тел и пыли и только в двух местах имеет открытые вырезы под зубчатые колеса 2 и 9. Благодаря расположению соосных катушек и пружинного механизма по разные стороны фланца несущего корпуса они хорошо защищены от попадания пыли и механических повреждений. Большие зубчатые колеса трибок 3 и 10 соединяются через паразитные зубчатые колеса 15 и 16 с валами электродвигателей 14 и 17 типа ДПР. Двигатели выполняют режимы ускоренных перемоток вперед и назад, причем наилучшие результаты были получены, когда электродвигатель 14 или 17 подает магнитную ленту, а принимает ее пружинный двигатель 12. Электродвигатель 17 или 14 при этом обесточен. В противном случае натяжение магнитной ленты в режимах ускоренных перемоток резко возрастает по сравнению с режимом рабочего хода. Пружинный двигатель развивает максимальный момент 270Н · см и создает натяжение магнитной ленты шириной 12,7 мм и толщиной 55 мкм в рабочих режимах около 1,6Н при максимальном диаметре намотки 155 мм [43].



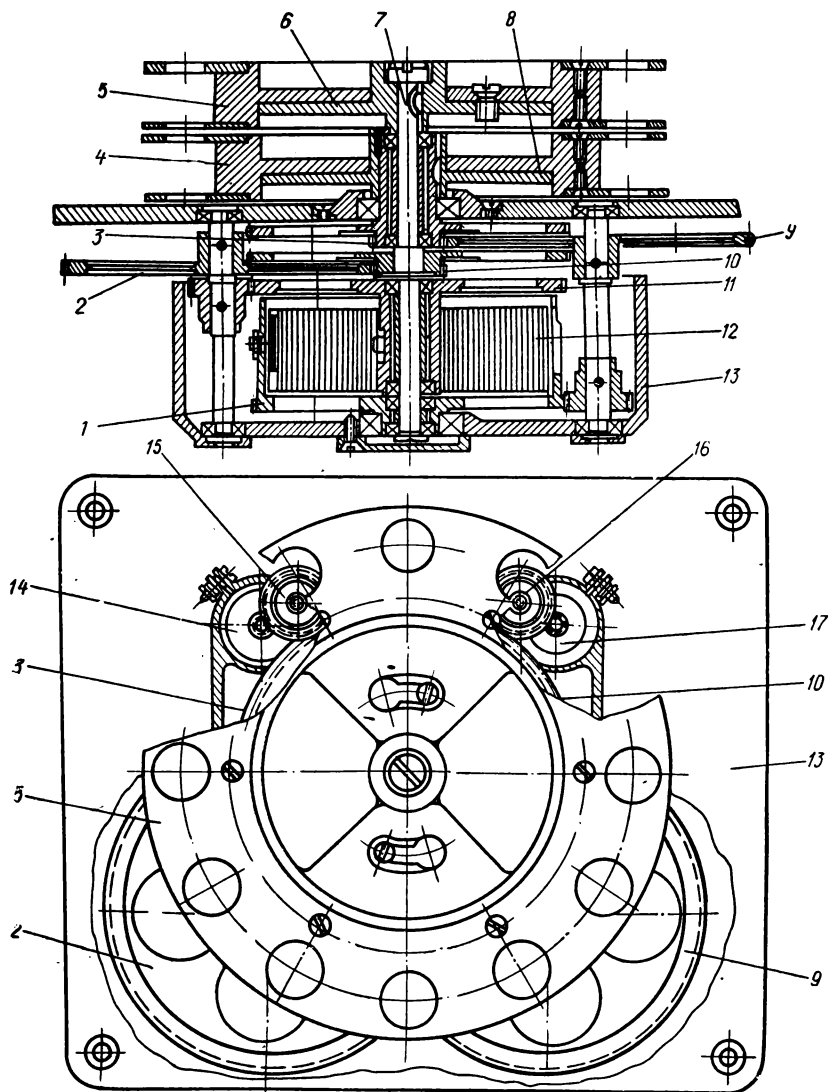


Рис. 228. Конструкция активного приемно-подающего узла с пружинным замыканием соосных накопителей.

### 3: ПАССИВНЫЕ ПРИЕМНЫЕ И ПОДАЮЩИЕ УЗЛЫ

Пассивные приемные и подающие узлы, не имеющие собственного источника вращающего момента, состоят из устройств установки и крепления рулонного накопителя (подкатушника и зажима), механического торможения накопителя и муфты с механической или электромагнитной связью с ведущим и ведомым элементами вращения ее. Ведомый элемент муфты обычно жестко соединен с устройством крепления рулонного накопителя и представляет с ним конструктивное единое целое. В режимах рабочего хода (запись — воспроизведение) ведомый и ведущий элементы соединяются со значительным скольжением (механическим или электромагнитным), а в режимах ускоренных перемоток — без скольжения. Механическая связь ведомого и ведущего элементов в режиме рабочего хода может быть нерегулируемой и регулируемой (автоматически или принудительно). Регулируемая связь обеспечивает постоянное натяжение ленты от начала к концу рулона во всех режимах работы узлов. При этом силы сцепления ведомого и ведущего элементов муфты могут быть приложены радиально или по оси вращения.

Как активные, так и пассивные приемные и подающие узлы могут иметь плоское и пространственное расположение накопителей магнитной ленты.

**Узлы с плоским размещением рулонов ленты.** Простейшую кинематическую схему имеет плоский подающий узел (рис. 229, а), состоящий из подкатушника 3 и тормозного устройства 1. Ось подкатушника свободно вращается в опорах 4, а на шпиндель его установлена катушка 2 с лентой. Если в процессе разматывания магнитной ленты с катушки определенно изменять момент торможения устройством 1, то можно обеспечить постоянство натяжения ленты от начала к концу рулона. Торможение прикладывается радиально к цилиндрической поверхности подкатушника. Ведущего элемента описанная схема не имеет, и поэтому этот подающий узел работает только в режимах рабочего хода и ускоренной перемотки вперед, т. е. при разматывании ленты с катушки. Если посредством паразитного обрезиненного ролика передавать вращение цилиндрической поверхности подкатушника, тогда этот подающий узел может выполнять и ускоренную перемотку назад. В кинематической схеме приемного и подающего узла (рис. 229, б) применена осевая дисковая фрикционная муфта, работа которой основана на использовании силы трения, возникающей между торцевыми рабочими (трущимися) поверхностями ведущего 7 и ведомого 3 элементов под действием осевых сил  $Q$ . Ведущий и ведомый элементы выполняются обычно в виде дисков с различными кольцевыми проточками под приводные

ремни или цилиндрической частью под тормозное устройство. Вращающий момент, Н · см, передаваемый фрикционной муфтой  $M_{вр} = QR_{ср} f$ , где  $R_{ср}$  — средний радиус фрикционного кольца, см.

Сила осевого давления  $Q$  в режимах записи — воспроизведения может быть постоянной или переменной величиной. Приемные и подающие узлы с изменяющейся силой осевого давления в зависимости от веса катушки с лентой относятся к весочувствительным.

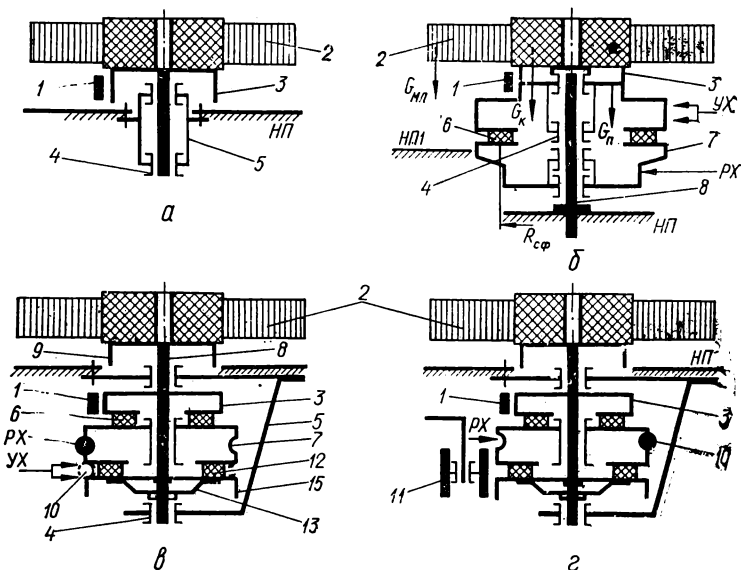


Рис. 229. Кинематические схемы пассивных приемно-подающих узлов с плоским размещением рулона ленты.

При этом ориентация оси вращения обоих дисков фрикционной весочувствительной муфты этих узлов только вертикальная, а плоскость вращения катушек — горизонтальная. Ориентация оси вращения дисков невесочувствительной муфты приемных и подающих узлов может быть вертикальной и горизонтальной. При горизонтальной ориентации плоскость вращения катушек вертикальная, что используют в бытовых магнитофонах консольного исполнения «Юпитер-стерео», почти во всех моделях фирмы АКАИ и др.

Фрикционное кольцо 6, передающее вращающий момент, изготовляется из фетра тонкой отделки (бытовые магнитофоны) или листового фрикционита (специальная АМЗ). Диски муфты вращаются на оси 8.

В весочувствительной муфте в режиме рабочего хода при минимальном диаметре намотки масса катушки с лентой и сила тяжести  $Q$  осевого давления минимальны. С увеличением диаметра намотки ленты растет и масса ее, и сила тяжести осевого давления. Это приводит к увеличению вращающего момента, который плавно достигает своего максимального значения при полном рулоне ленты на катушке [23].

Сила натяжения магнитной ленты  $F = M_{вр} / R_n = QR_{срf} / R_n = G_{м.л}R_{срf} / R_n + [(G_n + G_k) R_{срf}] / R_n$ , где  $R_n$  и  $G_{м.л}$  — изменяющиеся радиус и масса намотки магнитной ленты;  $G_k$  и  $G_n$  — неизменные масса соответственно пустой катушки (сердечника) и подкатушника.

В первом слагаемом радиус намотки и масса наматываемой (разматываемой) ленты изменяются по закону гиперболической кривой, следовательно, и сила натяжения будет постоянной величиной; во втором — только радиус намотки ленты, а масса пустой катушки и подкатушника остается неизменной. Отсюда необходимо стремиться к минимальному значению второго слагаемого, что возможно при минимальных массах пустой катушки и подкатушника и максимальном радиусе намотки ленты. Сила натяжения ленты для этой муфты в общем виде  $\dot{F} = F_{const} + \Sigma F_{vario} \approx F_{const}$ .

В рассмотренной кинематической схеме пассивного приемного и подающего узлов достигается некоторое постоянство натяжения магнитной ленты при наматывании и разматывании. В режимах ускоренных ходов вперед или назад диски муфты узлы замыкаются без скольжения обрезиненным роликом. При этом приемный узел получает постоянный момент, что создает изменяющееся натяжение ленты. Подающий узел работает как весочувствительный, сохраняющий приближенное постоянство натяжения ленты. Описанную кинематическую схему применяют в большинстве приемных и подающих узлов современных бытовых магнитофонов «Комета-МГ-201», ТК-340, ТК-46 фирмы Grundig и др. Иногда для упрощения конструкции узла нижняя ведущая часть 7 муфты отсутствует и фетровое кольцо размещается на несущей панели НП1, которая при этом поднимается выше, или на неподвижном фланце, например, в магнитофонной приставке серии «Нота», магнитофоне «Яуза-5» и др. Ускоренная перематка ленты назад при этом осуществляется как и в предыдущей схеме, подводом вращающегося обрезиненного ролика к цилиндрической поверхности подкатушника 3.

В ранних разработках приемных и подающих узлов применялись кинематические схемы (рис. 229, в, г) с П-образным несущим кронштейном 5, в опорах 4 которого свободно вращается вал 8. Подкатушник 9 с катушкой установлены над несущей плитой НП, а фрикционная муфта — под плитой. Муфта содержит ведущий диск 7 с проточкой под ремень 10, два ведомых 3 и 15 с двумя фетровыми

кольцами 6 и 12. Верхний диск 3 установлен на валу жестко, нижний имеет возможность продольного перемещения без проворачивания на валу и поджат с усилием  $Q$  тарельчатой пружиной 13. В режиме рабочего хода ремень 10 вращает с большой угловой скоростью диск 7, который через фрикционные кольца 6 и 12 с проскальзыванием вращает катушку 2 с лентой. В режимах ускоренных ходов назад или вперед в схеме рис. 229, в ремень 10 перемещается вниз, замыкая без скольжения относительно друг друга диски 7 и 15. В схеме рис. 229, г оба диска замыкаются обрезиненным роликом 11. Эта кинематическая схема проще в исполнении и надежнее в работе.

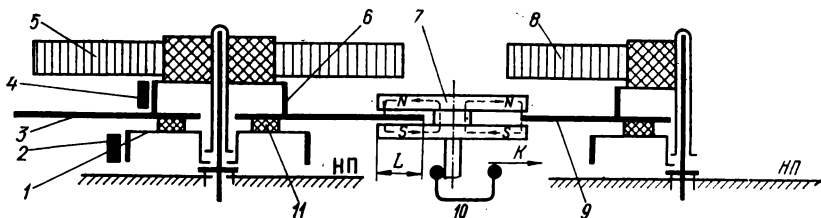


Рис. 230. Кинематическая схема пассивных приемно-подающих узлов с магнитной индукционной муфтой.

Индукционная муфта, соединяющая приемный и подающий узлы, в видеомагнитофоне LDL-1000 фирмы Philips показана на рис. 230. Она состоит из вращающегося индуктора 7, в зазор которого с двух сторон входят алюминиевые диски (якоря) 3 и 9 большого диаметра. Индуктор содержит шесть пар полюсов постоянных магнитов. Алюминиевые диски жестко соединены с подкатушниками 6 и опираются на фетровые кольца 11, которые, в свою очередь, опираются на тормозные барабаны 1. В режиме рабочего хода при разматывании ленты с подающей катушки 5 вал индуктора 7 установлен в среднее положение между упорами 10. Диски 3 и 9 входят в зазор индуктора на равные расстояния. Тормоза 2 и 4 отведены от подкатушников и барабанов катушек 5 и 8, а подтормаживание и подмотка магнитной ленты происходит только за счет взаимодействия вращающихся магнитных полей индуктора и от вихревых токов алюминиевых дисков (частоты вращения 2800 и 30 . . . 60 мин<sup>-1</sup>). Ускоренная перемотка ленты на катушку 5 осуществляется при полностью введенном индукторе до левого упора на диск 3 (максимальное перекрытие площади) и выведенном с диска 9. При этом диску 3 передается максимальный вращающий момент. Подтормаживание ленты на катушке 8 происходит, как в весочувствительных приемных и подающих узлах при остановленном тор<sup>2</sup>

мозном барабане этой катушки. Ускоренная перемотка ленты на катушку 8 осуществляется при полностью введенном индукторе на диск 9 (максимальное перекрытие площади) и выведенном с диска 3.

В конструкциях пассивных подающих узлов (рис. 231, а, б), построенных по кинематической схеме рис. 229, а, обычно применяют автоматическую регулировку натяжения ленты при помощи следящей тормозной системы. Барабан 6 подкатушника обхватывается тормозной лентой 3, один конец которой укреплен неподвижно на кронштейне 4, другой — на следящем рычаге 10 с обводным роликом 16 на конце. Рычаг на оси 11 может поворачиваться на небольшой угол до упора 18. В противоположный ролик 16 конец рычага упираются две плоских пружины 8, усилие которых регулируется винтом 7 и поворотом кронштейна 12. Катушку 1 (типа 2) крепят зажимом 2 на подкатушнике. Магнитная лента МЛ, разматываемая с подающей катушки 1, проходит по обводному ролику 16 и после направляющего ролика 17 поступает в зону контакта ведущего вала 14 с прижимным роликом 15 и далее идет к магнитным головкам 13. Если в подающей ветви увеличится натяжение ленты, то следящий рычаг незначительно отойдет в направлении силы  $F$ , а тормозная лента — от барабана подкатушника, и подтормаживание уменьшится. Это вызовет уменьшение натяжения ленты до номинальной величины, поддерживаемой от начала до конца рулона. Если натяжение ленты станет меньше номинального, то следящий рычаг уйдет в направлении, противоположном силе  $F$ , что увеличит торможение барабана подкатушника. Это вызовет увеличение натяжения ленты до номинальной величины. При ускоренной перемотке вперед также поддерживается постоянное номинальное натяжение ленты, обеспечиваемое автоматической следящей тормозной системой.

Конструкция подающего узла, изображенная на рис. 231, а, отличается от изображенной на рис. 231, б применением катушек большей емкости и массы (тип 2 № 27 с шириной ленты 25,4 мм). При этом необходимо дополнительно устанавливать электромагнит 9, работающий около 0,5—1 с только в моменты пуска на скорости от 38,1 см/с и выше. Поворотный электромагнит освобождает одну из рессорных пружин 8, что исключает резкие динамические нагрузки на ленту в эти пусковые моменты и ее остаточную деформацию. При меньших емкостях ленты на подающей катушке (рис. 231, б) и скоростях транспортирования ниже 38,1 см/с поворотный электромагнит на подающих узлах не применяют и устанавливают более слабые рессорные пружины.

Обе конструкции подающих пассивных узлов встроенного исполнения, т. е. они собираются на несущей плите 5 МТЛ и отдельно

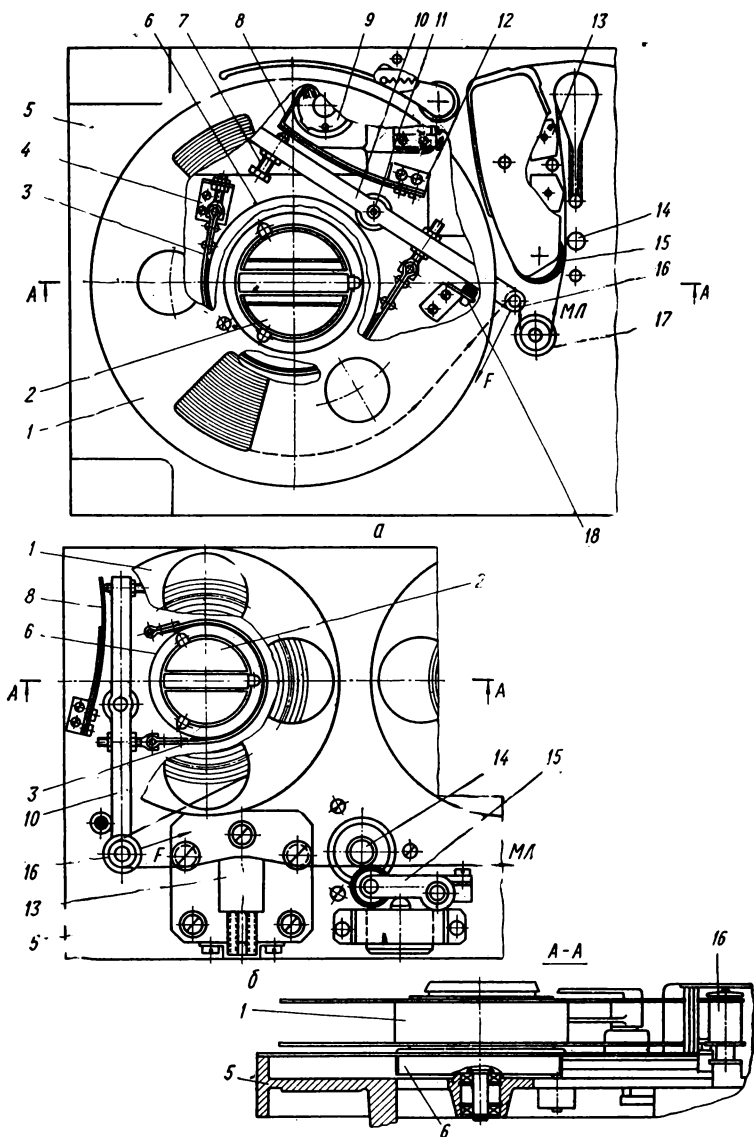


Рис. 231. Конструкции пассивных подающих узлов со следящей ленточной тормозной системой.

в законченном виде не существуют. Одно из основных требований — обеспечение достаточно большого угла обхвата лентой ролика следящего рычага, что повышает чувствительность системы и снижает динамические нагрузки на магнитную ленту. Конструкция подающего узла рис. 231, а применена в МТЛ бортового самописца с петлевой замкнутой рабочей зоной модели  $AR \approx 200$  фирмы AMPEX [104], рис. 231, б в МТЛ с прямолинейной разомкнутой рабочей зоной аппарата 750-8000 фирмы СЕС [113].

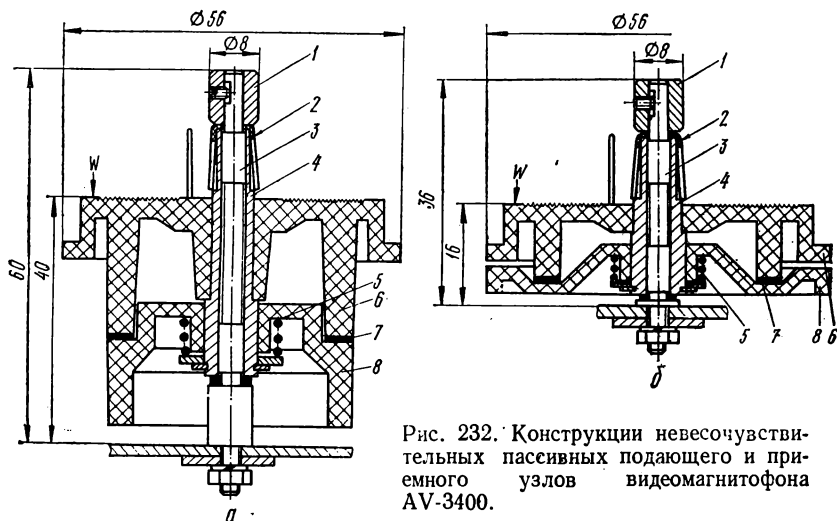


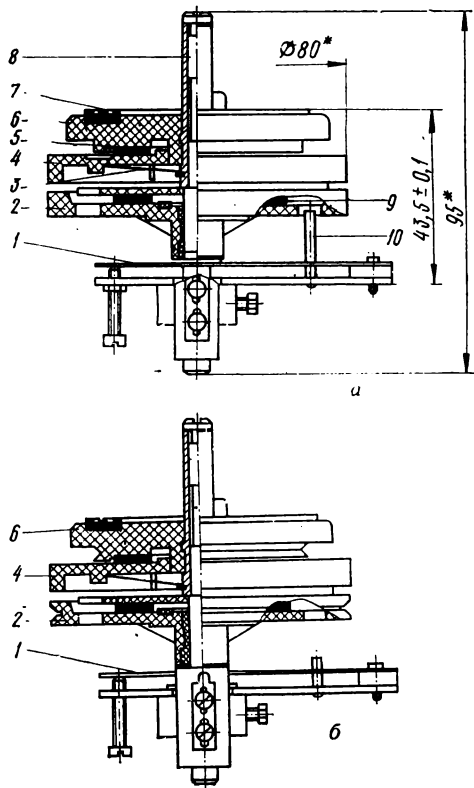
Рис. 232. Конструкции невесочувствительных пассивных подающего и приемного узлов видеомagnитофона AV-3400.

В приемных и подающих узлах бытовых магнитофонов используют автоматическую систему с колодочным тормозом, устанавливаемым на следящем рычаге. Следящий рычаг, аналогичный предыдущим, поворачивается относительно своей оси вращения и прижимает колодочный тормоз цилиндрической пружиной растяжения к барабану подкатушника. Изменяющееся давление ленты  $ML$  на обводный штырь следящего рычага обеспечивает регулируемое подтормаживание подкатушника как и в предыдущих конструкциях подающих узлов. К достоинствам стабилизации натяжения ленты в приемных и подающих узлах с автоматической следящей тормозной системой относятся высокая чувствительность и точность слежения ( $\pm 3 - 5\%$ ), простота настройки и регулировки, возможность длительной работы в жестких условиях эксплуатации без чистки рабочих поверхностей тормозной ленты и барабана, произвольная ориентация узлов в пространстве, к недостатку — одинаковое номинальное стабилизируемое натяжение магнитной ленты на



всех скоростях ее движения. Для более высоких параметров транспортирования ленты необходимы различные натяжения ее на различных скоростях.

При вертикальном положении плоскости катушек или произвольной ориентации оси вращения этих катушек в пространстве



в консольных стационарных и переносных репортерских магнитофонах и видеомэгнитофонах применяются невесочувствительные подающие и приемные узлы (рис. 232). Фрикционная связь ведущего и ведомого дисков муфты создается усилием цилиндрической пружины сжатия 5, поджимающей диски 6 и 8 друг к другу через фетровое кольцо 7. Диски на опорах скольжения 4 (реже качения) устанавливаются на неподвижной оси 3 и фиксируются от поперечного смещения на ней гайкой 1 со стопорным винтом. Катушки и шпиндели фиксируются устройством в виде расходящихся пружин тройника 2. Конструкция подающего и приемного невесочувствительных узлов рис. 232 а, б применена в переносном полупрофессиональном видеомэгнитофоне AV-3400 фирмы Sony [159]. Неодинаковые расстояния плоскости W установки катушек от несущей

Рис. 233. Конструкции невесочувствительных подающего и приемного узлов магнитофона «Ростов-101-стерео».

панели МТЛ (40 и 16 мм) объясняются пространственным трактом движения ленты и расположением катушек на разных уровнях (подающая выше приемной).

Верхний диск фрикционной муфты предельного момента (15Н·см) невесочувствительных подающего и приемного узлов магнитофона «Ростов-101-стерео» (рис. 233, а, б) состоит из двух

дисков 4 и 6, поджимаемых друг к другу через фетровое кольцо 5 тарельчатой пружиной 3. Муфта предохраняет магнитную ленту на катушке от динамических перегрузок в моменты пуска и остановки. Торцевая установочная поверхность диска 6 выполнена из твердой резины в виде кольца 7. Нижний диск 2 в подающем узле (рис. 233, а) постоянно заторможен стойкой 10. В приемном боковом узле (рис. 233, б) нижний диск имеет кольцевую треугольную проточку под приводной ремень. В обоих узлах нижний диск поджимается плоской пружиной 1.

В невесочувствительных подающем и приемном узлах магнитофона «Аврора-стерео» (рис. 234, а, б) вал 4 подкатушника установлен на шарикоподшипниках 2 и 3. Это уменьшает потери на трение, упрощает сборку и ремонт, увеличивает срок службы и обеспечивает произвольную ориентацию оси вращения в пространстве. Ускоренная перемотка вперед на приемном узле (рис. 234, б) обеспечивается замыканием общим роликом Р обрезиненных ободов 7 и 6 ведомого 8 и ведомого 1 дисков. Подкатушник 5 с ведомым диском соединяется

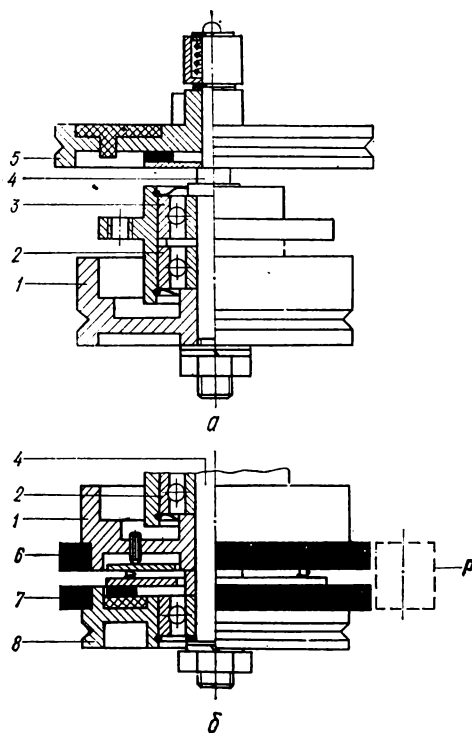


Рис. 234. Конструкции подающего и приемного узлов магнитофона «Аврора-стерео».

в обоих узлах через фрикционную предохранительную муфту.

**Узлы с соосным размещением рулонов ленты.** Сложную кинематическую схему имеет пассивный приемно-подающий узел (рис. 235, а) с соосным размещением рулонных накопителей, где на общем валу 11 собирается весь движущийся механизм, который затем вращается в опорах 8 и 17 несущего кронштейна 2. Верхняя катушка 10 соединяется с нижним диском 15, а нижняя 9 — с верхним 12. Между дисками через фрикционные кольца 4 и 6 установлен средний ведущий диск 16 (шкив) с проточкой под приводной ремень

5. Осевое усилие обеих фрикционных муфт создается пружиной 1. Магнитная лента в МТЛ заправляется так, что при сматывании ее с верхней катушки ведущий диск вращается против направления вращения нижнего ведомого диска. Каждый из ведомых дисков снабжен своей тормозной системой 3 и 7. При замыкании обрети-

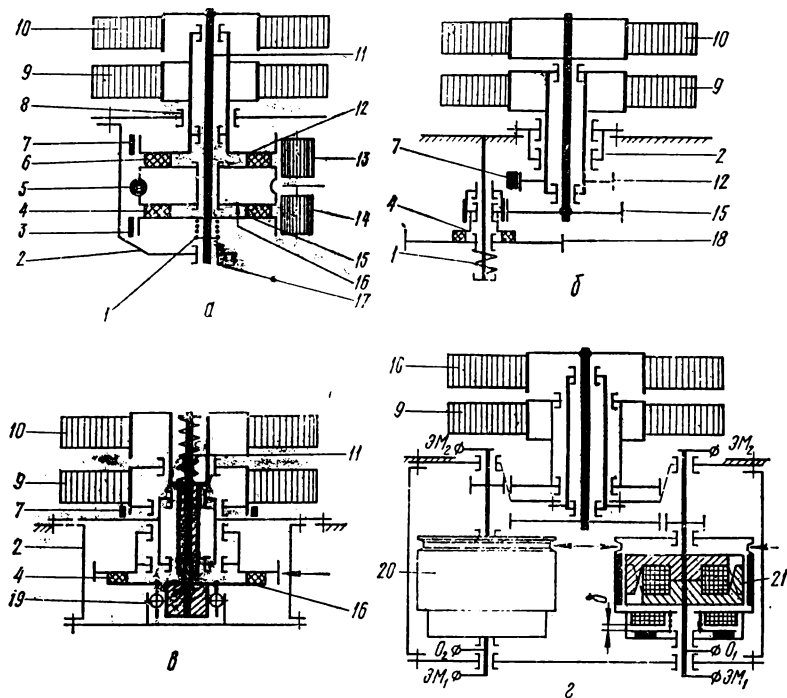


Рис. 235. Кинематические схемы пассивных приемно-подающих узлов с соосным размещением накопителей ленты.

ненным роликом 13 ведущего диска с верхним ведомым происходит ускоренная перемотка ленты на нижнюю катушку, при замыкании роликом 14 ведущего диска с верхним ведомым — ускоренная перемотка ленты на верхнюю катушку. В режимах рабочего хода и «Стоп» пассивный приемно-подающий узел портативных МТЛ упрощается (рис. 235, б). Нижняя подающая катушка 9 в аппарате Р1-303М фирмы Р1 подтормаживается через диск 12 тормозом 7, а верхняя 10 — через промежуточную фрикционную муфту (пружина 1, кольцо 4, ведущий 18 и ведомый 15 диски) подматывает магнитную ленту. Описанный узел хорошо работает при небольших емкостях ленты

(до 350 м). При больших емкостях магнитной ленты (до 1500 м) и моментах инерции в приемно-подающих узлах, работающих в условиях тряски и вибрации, с верхней катушки 10 может самопроизвольно разматываться лента. Это устраняется, если соединить

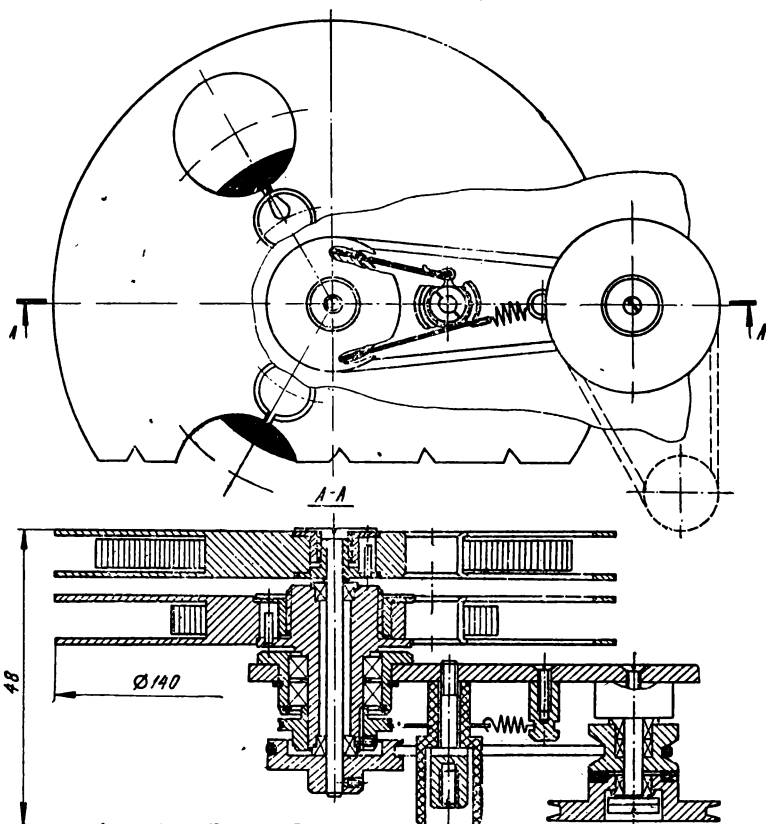


Рис. 236. Конструкция пассивного приемно-подающего узла магнитофона Р1-303М.

вылет вала 11 верхней катушки 10 с обгонной муфтой 19 одностороннего действия (рис. 235, в).

В специальной АМЗ применяют пассивные приемно-подающие узлы с электромагнитными индукционными муфтами 20 и 21 (рис. 235, г). Питание на обмотки возбуждения подается через сферические контакты, расположенные в торцевых частях концов валов

обеих муфт (ЭМ1 и ЭМ2). Одна из распространенных конструкций приемно-подающего узла, построенного по кинематической схеме (рис. 235, б) и имеющего соосное размещение рулонов ленты, показана на рис. 236.

#### 4. ТОРМОЗНЫЕ УСТРОЙСТВА

Тормозные устройства являются неотъемлемой частью приемных и подающих узлов и выполняют функции остановки движения носителя записи и фиксации в неподвижном состоянии накопителей от разматывания ленты при случайных толчках, тряске, вибрациях, при переноске или транспортировке АМЗ. В режимах записи — воспроизведения и ускоренных перемоток рулоны с лентой растормаживаются полностью.

По принципу действия различают механическое и электрическое торможения. Механическое торможение выполняется различными тормозными фрикционными устройствами, электрическое — магнитным полем двигателя. Тормозные устройства всех видов должны обеспечивать минимальное время торможения и растормаживания, постоянство тормозного момента в течение эксплуатации, исключение петель ленты и резких динамических перегрузок в моменты пуска и остановки накопителей, заданное перераспределение (дифференциальность) тормозных моментов подающего и приемного узлов, возможность регулировки тормозных моментов без снятия рулонных накопителей и иметь высокую надежность в работе, минимальные размеры и массу. Эти требования выполняются правильным расчетом тормозных моментов и рациональным выбором тормозных пар. Кроме того, к рулонному накопителю, с которого разматывается лента, необходимо прикладывать больший тормозной момент, чем к приемному для любых направлений вращения.

Различают четыре вида торможения в МТЛ АМЗ.

1. Подтормаживание носителя записи в рабочих режимах и режимах ускоренных перемоток, создающее необходимое его натяжение и осуществляемое фрикционными силами или электромагнитным полем двигателей приемных и подающих узлов.

2. Торможение остановки, обеспечивающее переход носителя записи от скорости рабочего хода или ускоренных перемоток в неподвижное состояние. Для рулона с длиной ленты 1000 м и шириной 25,4 мм при скорости перемотки 8—10 м/с время торможения обычно составляет около 5 с. Натяжение носителя записи в это время не должно превышать 9,8 Н, что соответствует верхнему пределу упругой деформации лент толщиной 55 мкм. Для уменьшения остаточной деформации в АМЗ с высокими скоростями перемоток небольшой участок ленты (начало и конец торможения) иногда перематыв-

вают при скорости рабочего хода носителя записи. Торможение остановки при рабочих скоростях МТЛ не вызывает больших динамических перегрузок, и время остановки на максимальной рабочей скорости 304,8 см/с для рулона ленты емкостью 1000 м и шириной 12,7 м составляет 1,5—2 с. При меньших рабочих скоростях и емкостях катушек это время соответственно уменьшается.

3. Торможение покоя, обеспечивающее необходимое натяжение носителя записи при зарядке в тракт МТЛ и предохраняющее его от разматывания в режиме «Стоп». При вытягивании конца ленты (ракорда) с подающей катушки при максимальном диаметре рулона (катушка типа 2 № 27) натяжение ее не должно превышать 2,5 Н для профессиональных и 1 Н для бытовых магнитофонов. При работе с катушками меньшего диаметра следует соответственно уменьшать величину тормозного момента покоя.

4. Торможение выбега, применяющееся для остановки полной приемной катушки в режимах ускоренных перемоток, что предотвращает обрыв или повреждение «летающего» ракорда, на котором носят обозначения имеющихся записей. Чтобы не применять специальный тормоз выбега, на всех профессиональных магнитофонах устанавливают концевые выключатели, которые срабатывают несколько раньше (за 2—8 с до конца ленты на рулоне), что обеспечивает плавное торможение приемной катушки и выход «летающего» ракорда при минимальной угловой скорости вращения катушки.

На практике для последних трех видов торможения применяют одно тормозное устройство, совмещающее в себе функции торможения остановки, покоя и выбега. Расчет тормозных устройств ведется по величине тормозного момента  $M_T$ , который должен быть больше вращающего момента  $M_{вр}$ , создаваемого приемным и подающим узлами  $M_T > M_{вр}$ . Расчетное значение тормозного момента уточняется при настройке МТЛ и может быть увеличено или уменьшено в зависимости от необходимого времени торможения, массы и скорости движения ленты, находящейся на рулонах приемного и подающего узлов. Для этих целей вводятся в тормозные устройства элементы регулировки. Создаваемый тормозными устройствами тормозной момент может возрастать плавно (мягкое торможение) или резко (жесткое торможение), что зависит от конкретного выбора конструкции тормозных устройств, фрикционных пар и оптимальной величины тормозного усилия.

В режиме «Стоп» тормозные устройства фиксируют тормозной барабан подкатушника, предохраняя ленту от разматывания. Торможение осуществляется фрикционными силами между тормозным барабаном (сталь, алюминий, пластмасса) и рабочим фрикционным элементом (фетр, кожа, фрикционит, резина). Применение фетра

обеспечивает мягкое торможение, кожи и фрикционита — полужесткое, резины — жесткое.

Механическое торможение выполняется фрикционными тормозами, которые по конструктивному исполнению рабочих элементов делят на колодочные, ленточные (тросиковые), роликовые и дисковые. Колодочные, ленточные и роликовые относятся к тормозам с радиальным приложением усилия торможения, дисковые — к тормозам с осевым приложением этого усилия. По принципу действия различают автоматические фрикционные тормоза, действующие независимо от воли оператора, и управляемые с помощью электромагнитов, рычагов органами автоматики МТЛ [2].

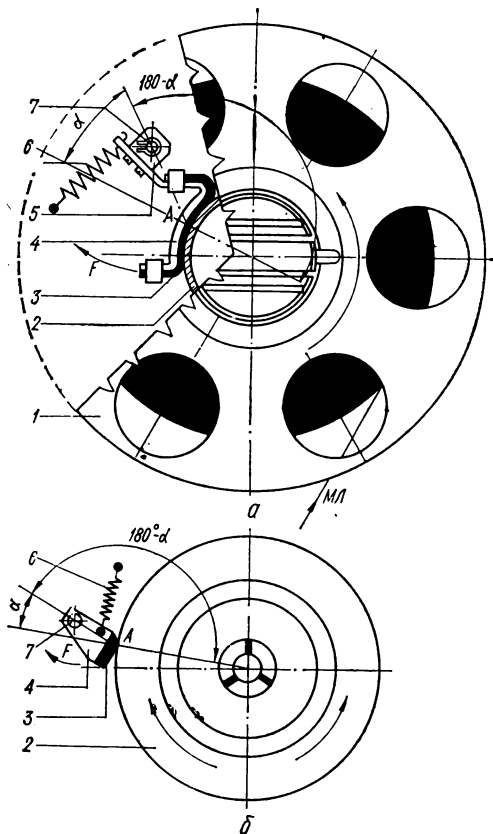


Рис. 237. Конструкция эксцентриковых тормозных колодочных остановов в приемных узлах.

Простейшее тормозное устройство, обеспечивающее автоматическое торможение вращающегося в одну сторону и растормаживание вращающегося в другую вала накопителя, называется остановом. Остановы бывают фрикционные, эксцентриковые и роликовые (шариковые). Эксцентриковые тормозные колодочные остановки (рис. 237 а, б) содержат эксцентриковый рычаг 4 с наклеенным на него листовым фрикционитом или резиной 3. Рычаг через слабую пружину 6 прижимается к тормозному барабану 2 под катушника с катушкой 1. Рычаг устанавливается на неподвижной оси 7 плиты МТЛ. При вращении барабана против часовой стрелки незначительная по величине сила трения, возникающая между эксцентриком и цилиндрической поверхностью барабана, стремится от-

вести эксцентрик в сторону (стрелка *F*). При изменении направления вращения барабана автоматически происходит мгновенное заклинивание эксцентрика, что приводит к значительному увеличению силы трения и прекращению движения барабана. Вращение барабана по часовой стрелке возможно только при отведенном рычагом эксцентрик от поверхности барабана, что применяется в конструкции, изображенной на рис. 237, б. Угол  $\alpha$  между продолжением линии радиуса барабана, проведенной через точку касания *A* эксцентрика (или его середины) с рабочей поверхностью барабана, и прямой, соединяющей эту же точку с осью вращения эксцентрика, будет меньше угла трения и составляет около  $15^\circ$ . Конструкция тормозного останова, изображенная на рис. 237, а, применена в самолетном самописце AR-200 фирмы АМРЕХ, а на рис. 237, б — в базовых бытовых магнитофонах N4414, 4416, 4418, 4450 и 4510 фирмы Philips [114].

В специальной АМЗ с повышенными требованиями к надежности работы применяются тормозные роликовые (шариковые) остановы, аналогичные обгонным муфтам одностороннего действия. Эти тормозные механизмы обеспечивают минимальный угол холостого хода по сравнению с предыдущими.

Простейшим тормозным устройством, выполняющим функции подтормаживания (натяжения) ленты при движении и в режимах торможения останова и покоя, является одноколодочный тормоз. Колодочные тормоза (рис. 238) устанавливаются возле подкатушников 3 и 2 приемного и подающего узлов и состоят из жестких алюминиевых колодок 1 и 4 с фрикционными прокладками, которые плотно прижимаются к цилиндрической поверхности подкатушников. Колодки шарнирно укреплены на следящих подпружиненных рычагах 6 и 5, ролики которых взаимодействуют с магнитной лентой *МЛ* и поддерживают автоматически посредством рычажной системы постоянное натяжение во всех режимах ее движения. Описанную конструкцию имеют колодочные тормоза магнитофонов KL-65X и KL-65 фирмы Телефункен [22].

В колодочной тормозной системе магнитофона «Комета-МГ-201» (рис. 239) на колодках 3 и 11 установлены резиновые трубки 2 и 10. Колодки размещены на рычагах 5 и 7, стянутых пружиной 6.

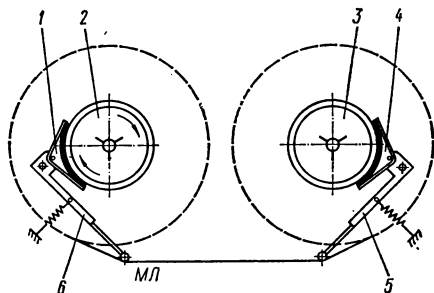


Рис. 238. Схемы установки колодочных тормозных устройств со следящими системами.



Толкатель 12, нажимая в концы этих рычагов, отводит тормозные колодки 2 и 10 от подкатушников 1 и 9, что обеспечивает свободное вращение катушек с лентой *МЛ*. Угол  $180^\circ - \alpha$ , образуемый между центрами подкатушников, осей 4 и 8 поворотных рычагов и точек касания *A*, выбирается таким же, как и для тормозных остановов, что обеспечивает резкое торможение подающего рулона и плавное приемного. Это выбирает все прослабления ленты в тракте МТЛ при остановке рулонов.

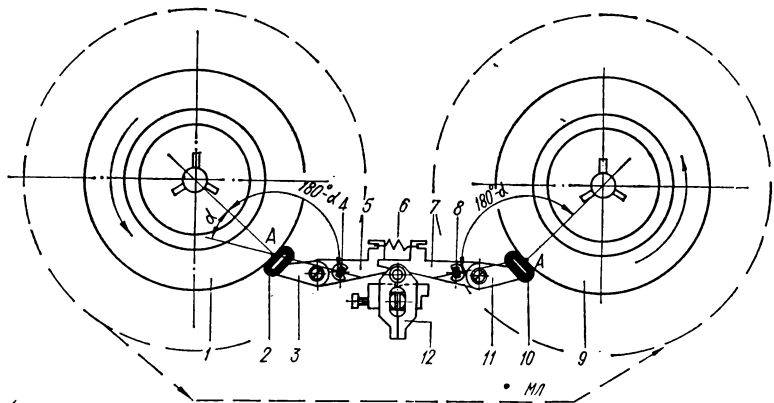


Рис. 239. Схема установки колодочных тормозных устройств в магнитофоне «Комета-МГ-201».

В старт-стопных МТЛ вычислительной техники применяют двухколодочные суммирующие тормозные устройства (рис. 240), где к тормозному барабану 8 с двух противоположных сторон прижаты пружиной 3 колодки 2 и 7 с фрикционными шипами 1. Колодки одними концами установлены на неподвижных осях 9, а другими — соединены через шарнирные рычаги 4 и 5 с плунжером электромагнита 6 (рис. 240, а). В конструкции, изображенной на рис. 240, б, на подвижных концах колодок размещены на эксцентриках шарикоподшипники 4, в которые упирается кулачок 5. При движении плунжера электромагнита по стрелке *F* колодки через шарнирную систему отходят от тормозного барабана, обеспечивая его свободное вращение (рис. 240, а). Эта конструкция применена в бортовой АМЗ модели АТМ-13 фирмы АМРЕХ.

В конструкции, показанной на рис. 240, б, при движении плунжера длинноходового электромагнита поворачивается кулачок 5 и разводит оба конца колодок, освобождая тормозной барабан. Соотношение плеч  $L/l$  выбирается не менее 5, что обеспечивает та-

кой же выигрыш тормозных усилий в этой конструкции по сравнению с изображенной на рис. 240, а, где требуется применение мощного, но короткоходового электромагнита. Двухколодочные тор-

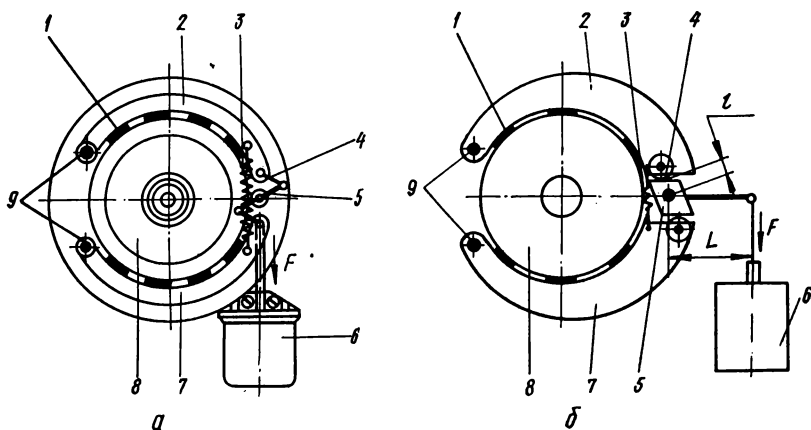


Рис. 240. Двухколодочные тормозные устройства старт-стопных МТЛ.

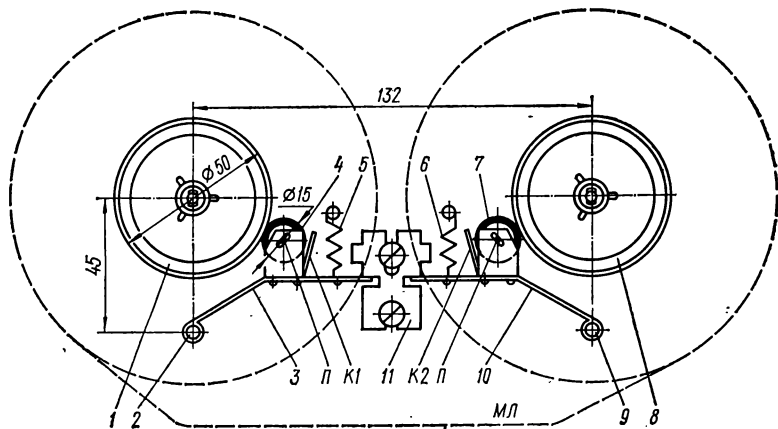
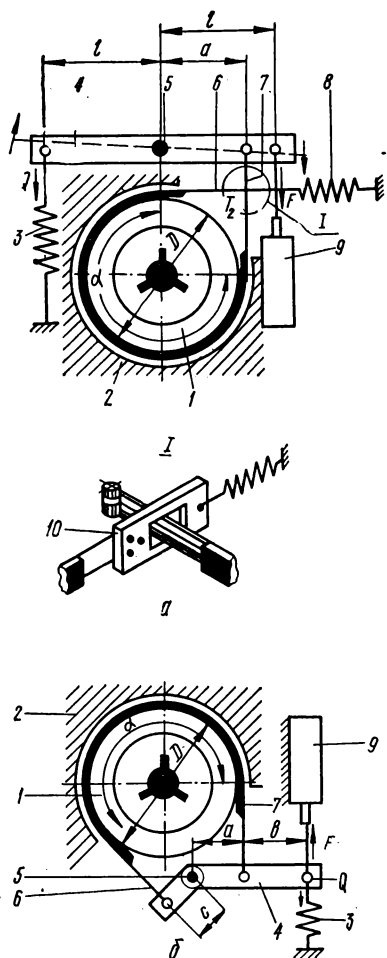


Рис. 241. Схема-установки роликовых тормозных устройств в МТЛ бытовых магнитофонов.

мозные устройства обладают одинаковым тормозным моментом в обоих направлениях и выборку петель в тракте не выполняют, поэтому могут применяться только в МТЛ с промежуточными (буферными) накопителями.



В бытовых магнитофонах «4000» и «4400» фирмы Uher использованы роликовые тормоза (рис. 241), работа которых аналогична работе тормозов в бытовом магнитофоне «Комета-МГ-201». Торможение обеспечивается обрезиненными мягкими роликами 4 и 7, размещенными на поворотных рычагах 3 и 10. Мягкое торможение приемного рулона происходит за счет потерь на упругий гистерезис от деформации обрезиненного ролика 7, а резкое подающего рулона — при заторможенном в конце паза П ролике 4, упирающемся в язычок К1 рычага 3. Преимущества роликовых тормозов — мягкость торможения и стабильность тормозных моментов, недостатки — некоторая сложность конструкции и увеличенные радиальные давления на оси приемных и подающих узлов.

Наиболее распространены в МТЛ бытовой, профессиональной и специальной АМЗ ленточные тормозные системы (рис. 242, а, б), где тормозной барабан 1 подкатушника обхватывается на угол  $\alpha$

Рис. 242. Ленточные тормозные устройства в узлах МТЛ.

гибкой пружинной лентой. На ленте с внутренней стороны наклеен фрикционный материал (фетр, кожа, фрикционит). В зависимости от размещения точек крепления концов пружинной ленты относительно оси вращения тормозного рычага 4 различают простые и дифференциальные ленточные тормоза. В простом ленточном тормозе (рис. 242) набегающий конец 6 ленты крепят неподвижно или через предохранительную пружину 8 к несущей плите, а сбегаящий 7 — к тормозному рычагу 4. Тормозной момент, развиваемый простым ленточным тормозом при направлении вращения против часовой

стрелки и жестко закрепленным концом 6 (без пружины),  $M_T = QlD(e^{a\beta} - 1)/2a$ , где  $Q$  — усилие натяжения пружины 3;  $l$  и  $a$  — плечи рычага. При противоположном направлении вращения тормозного барабана момент меньше в  $e^{a\beta}$  раз, что соответствует требованию обеспечения различных тормозных усилий при различных направлениях вращения катушки с лентой (разматывание и наматывание). Пружина 8 несколько смягчает торможение разматываемой ленты с подающего узла, но увеличивает ход электромагнита 9. Смягчение или ужесточение торможения ленточного тормоза можно получить в дифференциальном устройстве (рис. 242, б), где тормозная лента двумя концами 6 и 7 укреплена на рычаге 4 с плечами  $a$  и  $c$ , при этом  $a > c$ . Под действием пружины 3 оба конца ленты перемещаются по часовой стрелке относительно оси барабана, и тормоз останавливает барабан. Тормозной момент, развиваемый дифференциальным тормозом,  $M_T = Q [(e^{a\beta} - 1)/(a - ce^{a\beta})] [D(b + a)/2a]$ . Во избежание самозатягивания ленточного тормоза должно соблюдаться следующее неравенство:  $a > ce^{a\beta}$ .

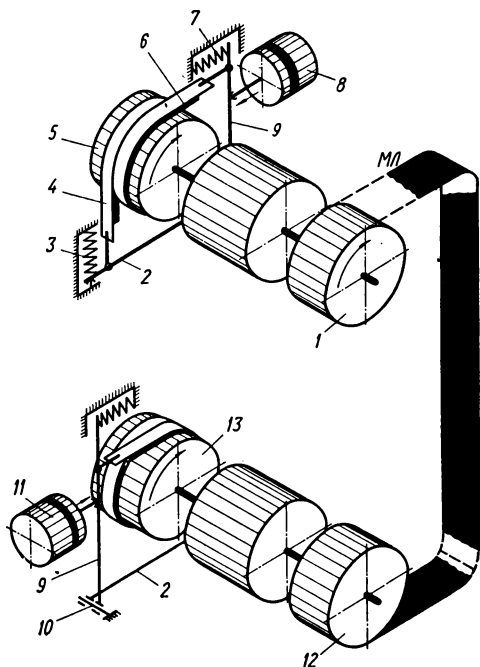


Рис. 243. Схема установки ленточных тормозных устройств в МТЛ.

Преимущество дифференциальных ленточных тормозов перед простыми состоит в возможности использования меньшего усилия пружины для создания того же или же большего тормозного моментов.

Для увеличения угла обхвата лентой тормозного барабана, что резко увеличивает тормозной момент при минимальном усилие пружины, в аппаратуре фирмы Siemens Halske тормозную ленту устанавливают по винтовой линии (рис. 243). Лента обхватывает барабан 5 по углу  $45^\circ$ , и один ее конец 6 через рычаг 9 натянут пружиной сжатия 7, другой — через рычаг 2 поджат до упора пружиной 3. Рычаги независимы друг от друга и установлены на общей

оси 10. В режиме рабочего хода и ускоренных перемоток толкающие электромагниты 8 и 11 поворачивают рычаги 9 и лента освобождает тормозные барабаны 5 и 13. Магнитная лента МЛ разматывается с катушки 1 и наматывается на катушку 12. При переходе МТЛ в режим «Стоп» винтовые тормозные системы работают аналогично вышерассмотренным плоским. Пружина 3 конца тормозной ленты смягчает торможение в начальный момент в обе стороны вращения барабана.

В конструкциях приемных и подающих узлов МТЛ аппаратуры РІ-200 и РІ-300 фирмы РІ вместо тормозной ленты применяют гибкие лавсановые многожильные тросики (нити). Рабочий орган в виде гибкого тросика упрощает конструкцию тормозного устройства, позволяет просто увеличить угол обхвата тормозного барабана (до  $320^\circ$ ). При этом один конец тросика может крепиться на неподвижной стойке непосредственно или через пружинку, а другой — на штыре поворотного электромагнита прямо или через пружину.

Электрическое торможение. В МТЛ с активными приемными и подающими узлами профессиональной и специальной АМЗ широко применяют электрическое торможение, которое разделяют на активное и реактивное.

Активное торможение заключается в значительном увеличении подтормаживающего напряжения двигателя подающего рулонного накопителя в данном режиме МТЛ и уменьшении приемного. Тормозной момент двигателя подающего рулона сравнительно плавно гасит скорость движения ленты. При полной остановке ленты двигателя обесточиваются, а подкатушники фиксируются механическими тормозами. Натяжение магнитной ленты в момент торможения незначительно превышает номинальное, что весьма благоприятно сказывается на сохранности информации. Активное торможение применяется в приемных и подающих узлах с электродвигателями переменного и постоянного тока с мягкой механической характеристикой.

Реактивное (динамическое) торможение заключается в том, что после обесточивания подающего двигателя параллельно его обмотке подключается активный резистор. При этом запасенная энергия расходуется в замкнутой цепи обмотки и активного тормозного сопротивления ( $r_{обм} + R_T$ ).

Обесточенный двигатель работает в генераторном режиме, создает в замкнутом контуре ток, ограниченный вышеуказанными сопротивлениями, и неподвижное магнитное поле. Ротор (якорь) двигателя вследствие взаимодействия двух неподвижных магнитных полей останавливается. Тормозное сопротивление может быть равно 0, т. е. обмотки замыкаются накоротко. Режим динамического торможения применяют для быстрой и плавной остановки накопи-

телей. При этом используют двигатели постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов, например типа ДПН и ДПР, а также с электромагнитным возбуждением. В последнем случае обмотки возбуждения не отключаются, а закорачиваются через тормозное сопротивление обмотки якоря. Кроме того, динамическое торможение применяют для синхронных ведущих двигателей с постоянными магнитами на роторе.

## Глава IX

### КАССЕТЫ ДЛЯ МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ

#### 1. КОЛЬЦЕВЫЕ КАССЕТЫ

В современной аппаратуре магнитной записи широко применяют размещение накопителей магнитной ленты в виде кассет. Кассета — сменный устро́йство в виде коробки, предназначенное для размещения в нем катушек (или катушки), сердечников (или сердечника), носителя записи или сигналограммы, имеющих форму ленты или нити, в намотанном или ненамотанном виде [17]. Кассеты должны обеспечивать легкость и простоту в обращении, оперативность установки и замены на МТЛ, полное исключение прикосновения руками к ленте, заданную точность установки на МТЛ, возможность унификации и стандартизации и иметь минимальные габаритные размеры и массу, высокую надежность, технологичность изготовления и сборки. К некоторым кассетам предъявляются специальные требования по взаимозаменяемости с кольцом и рулоном магнитной ленты на одном аппарате, размещению ленты в виде кольцевого рулона и ненапряженных петель в одном корпусе кассеты, водонепроницаемости и несгораемости в аварийных ситуациях; автоматическому указанию числа проигрываний для видеокассет.

В общем виде кассета содержит корпус, в котором размещаются сердечники, катушки, ролики, содержащие замкнутый или разомкнутый отрезок магнитной ленты определенной длины. В корпусе имеется несколько направляющих стоек или роликов, обеспечивающих точное положение движущейся ленты как внутри, так и за пределами кассеты. В корпусе выполняют несколько открываемых наружу пазов, отверстий, обеспечивающих ввод ленты в контакт с элементами МТЛ (ведущим валом, магнитными головками, видеоблоком). Если применяют катушки или сердечники, то против них в корпусе кассеты выполняют отверстия для свободного соединения с приводными шпинделями устройств наматывания ленты. Корпус кассеты обычно содержит несколько базовых посадочных площадок и отверстий для обеспечения точной установки на МТЛ.

Кассеты АМЗ различают по виду отрезка магнитной ленты и принципу действия, виду размещения ленты, количеству рулонов и механизму их привода, взаимному расположению и расположению в плоскости, форме корпуса и конструктивному исполнению (рис. 244). По виду отрезка магнитной ленты кассеты принципиально разделяют на две основные группы: с замкнутым (кольцевые) и разомкнутым (рулонные) носителем магнитной записи. Кассеты

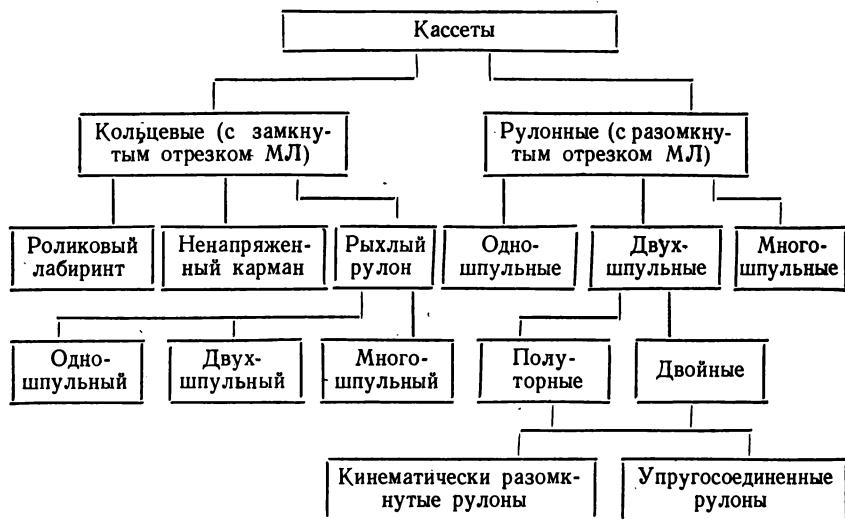


Рис. 244. Классификация кассет с магнитной лентой.

с замкнутым отрезком магнитной ленты (кольцом) обычно работают в циклических устройствах оперативной памяти, для которых характерно постоянное однонаправленное движение ленты. Магнитная кольцевая лента может размещаться натянутой петлями на роликовом лабиринте, ненапряженными петлями в кармане или кольцевым («рыхлым») рулоном в полости корпуса кассеты.

Кольцевая кассета (рис. 245) для аппарата PS-207 фирмы PI [145] состоит из алюминиевого литого несущего корпуса 4 с окном 9 под элементы рабочей зоны 5—8, 10 (магнитные головки, ведущий вал и т. п.). По краям окна размещены направляющие ролики 12 и 20. В полости несущего корпуса установлены ролики 13, 16 накопителя типа роликовый лабиринт, на котором размещено кольцо магнитной ленты 14. Ролик 18 установлен на подпружиненном рычаге 19 и служит для создания натяжения кольца ленты. Сверху корпус закрывается поворотной на петлях 17 и 21 крышкой 1 со

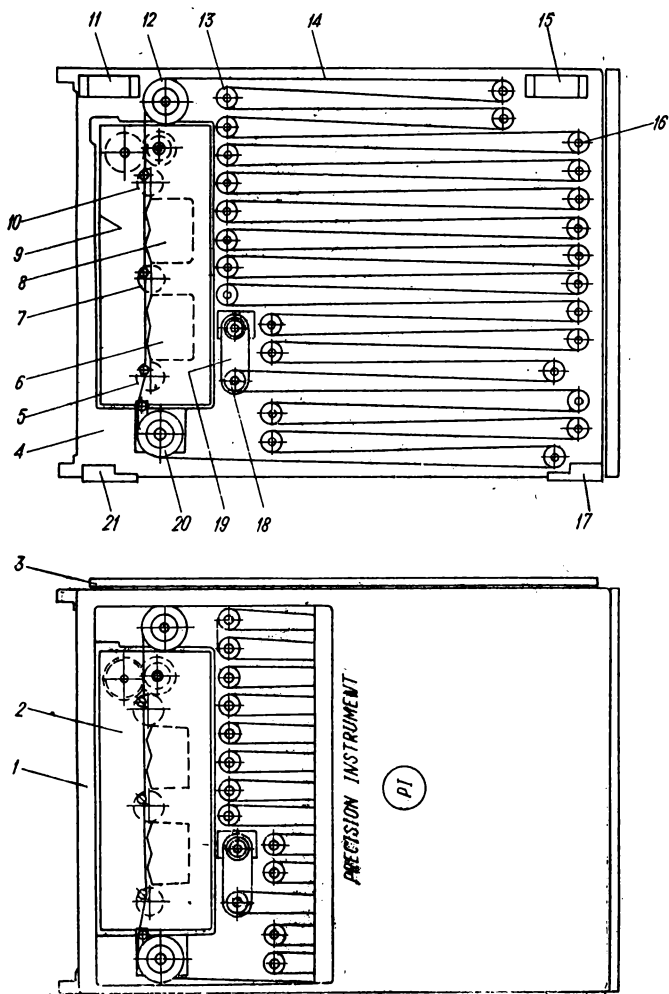


Рис. 245. Конструкция кольцевой взаимозаменяемой кассеты с роликовым лабиринтом.



смотровым прозрачным окном 2. Крышка фиксируется в закрытом состоянии замками 11 и 15. Емкость кольца ленты 25,4 мм составляет от 1,5 до 7,5 м. Кассета хорошо работает на скоростях движе-

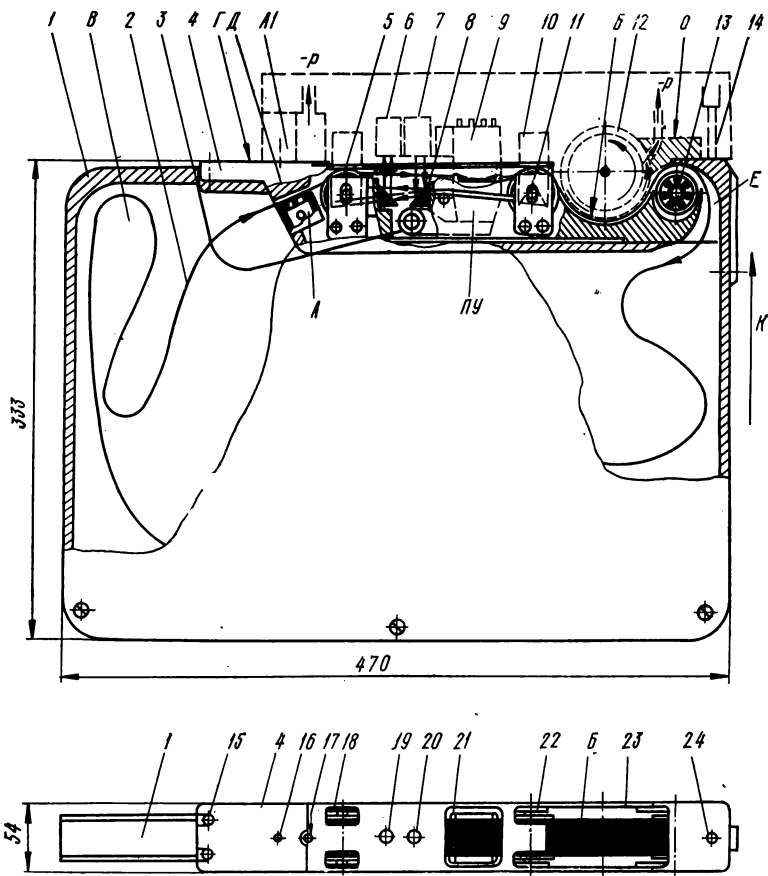


Рис. 246. Конструкция кольцевой кассеты с ненапряженными петлями ленты и вакуумным подтормаживанием.

ния ленты от 4,76 до 152,4 см/с. Достоинством является удобство замены колец ленты.

Более сложную конструкцию имеет кассета фирмы Plessey (рис. 246), где кольцо магнитной ленты 2 размещается ненапряженными петлями внутри рабочей полости В корпуса 1. Лицевая часть кассеты выполнена в виде точно обработанного направляющего

вкладыша 4 из нержавеющей немагнитной стали, соединенного с корпусом винтами 15. Вкладыш содержит подпружиненные направляющие ролики 5 и 11, которые прижимают ленту 2 в нерабочем состоянии кассеты к внутренней стенке. Во вкладыше выполнены окна 21 и 23 под блок магнитных головок 9 и вакуумный ведущий вал 12, а в стенке вкладыша прорези 18 и 22 под буртики направляющих роликов 5 и 11, окна 19 и 20 для фотодатчика 6 и 7 начала — конца ленты, ее обрыва, а также точные отверстия 17 и 24 для установочных ловителей 14 блока МТЛ. Внутри вкладыша против отверстий 19 и 20 установлены отражательные рефлекторы 8 фотодатчика. Лицевая часть Г вкладыша точно прилегает к установочной части блока МТЛ. Кассета вдвигается в прямоугольное окно блока МТЛ в направлении, показанном стрелкой К, ловители 14 входят в отверстия 17 и 24, отверстие 16 полости А тормозного пневматического устройства Д соединяется с отсасывающим клапаном А1 блока МТЛ. Направляющие ролики 5 и 11 упорами 10 отодвигаются и отпускают ленту от стенки вкладыша, блок головок 9 входит в механический контакт с магнитной лентой, а участок ее Б плотно прижимается к поверхности ведущего вала 12, глубоко его обхватывая (угол обхвата около 150°). Большой диаметр ведущего вала увеличивает площадь контакта с лентой и, таким образом, позволяет снизить до минимума давление на поверхности ленты. Кроме того, увеличивается аэродинамическое сопротивление утечки в области контакта с лентой благодаря большой длине кольцевых проточек на поверхности вала. Когда механизм переключается в положение «Стоп», на ведущий вал подается небольшое положительное давление, которое исключает прилипание ленты. Натяжение ленты перед блоком головок создается вакуумным прижимом — р к тормозному устройству полости А. Натяжение ленты в момент пуска достигает 13,5Н, а при установившемся движении не превышает 2,2Н. При переходе на режим «Стоп» в полость А подается более пониженное разрежение по сравнению с рабочим, что обеспечивает минимальное время торможения ленты. Обхват лентой блока головок 9 регулируется с помощью прижимного устройства ПУ, выполненного из нержавеющей стали и смонтированного в кассете. Прижимное устройство имеет два выступа, которые фиксируют угол обхвата, кроме того, они сводят до минимума амплитуду колебаний ленты у поверхности головки. В прижимное устройство встроены ферритовый экран над рабочей поверхностью головки. Постепенно расширяющееся устье Е кассеты, образованное шарикоподшипником 13 и криволинейной поверхностью корпуса, обеспечивает хорошее продвижение магнитной ленты в рабочую полость кассеты. Прилипание ленты к стенкам устья за счет ее электризации сводится до минимума, так как стенки образованы рядами стеклянных бусинок,

которые уменьшают площадь контакта и коэффициент трения. Кроме того, все детали из электропроводящих материалов, которые находятся в контакте с лентой, тщательно заземляют. Поверхность ведущего вала выполняют обрешиненной, поэтому для исключения

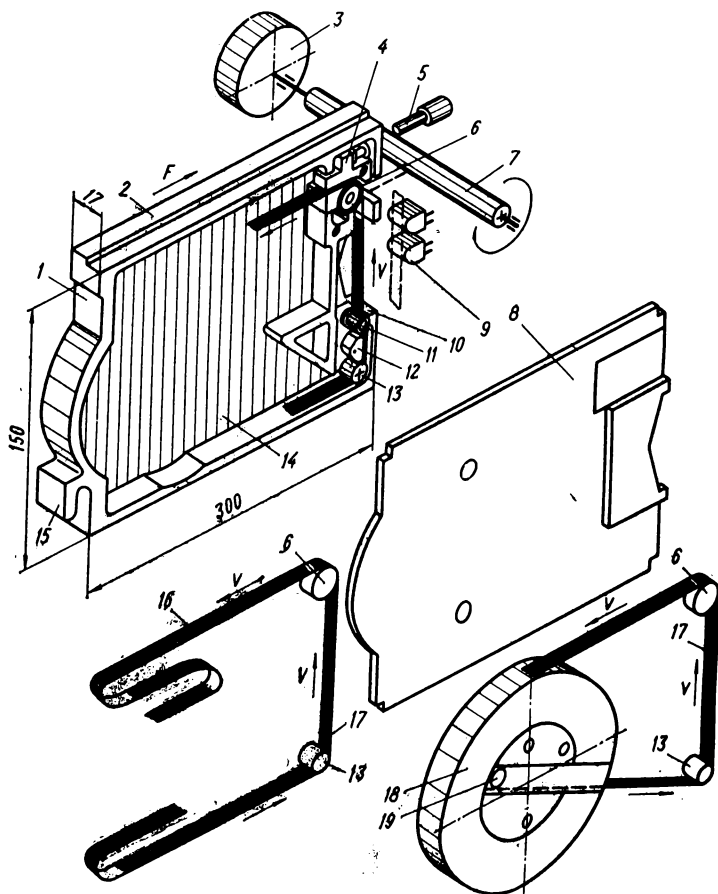


Рис. 247. Конструкция кольцевой кассеты для ненапряженных петель или кольцевого рулона.

захвата ленты валом возле него установлен отсекаль *O*. Длина кольца ленты шириной 25,4 мм в кассете достигает 61 м, скорость движения 305 см/с, полное время разгона не превышает 4 с, а остановки. — 2,5 с. Масса кассеты 1,6 кг, срок службы одного кольца

10 000 прогонов, максимальная продолжительность непрерывной работы кассеты не менее 500 ч.

В кассете (рис. 247) кольцевая магнитная лента может размещаться в полости 14 корпуса 1 в виде ненапряженных петель 16 или кольцевого одношпульного рулона 18 с внутренним выходным устьем 19. Прямолинейный участок ленты 17, выходящий наружу кассеты из выреза 10 корпуса, взаимодействует с магнитными головками 9, размещенными в блоке МТЛ. Этот участок в нерабочем состоянии покоится на направляющих роликах 13 и 11, прижимном ролике 6, который укреплен на подпружиненном рычаге 4. Корпус кассеты имеет сбоку направляющий выступ 2, а сзади — фигурный хвостовик 15 для установки в блок МТЛ. После зарядки кассеты новым кольцом корпус закрывается полупрозрачной крышкой 8. При установке кассеты в блок МТЛ по стрелке *F* рычаг 4 прижимного ролика подходит к толкателю 5 электромагнита, а лента 17 — к магнитным головкам 9. Удлиненный ведущий вал 7, вращаемый двигателем 3, может транспортировать со скоростью 4,76 см/с до 10 лент в отдельных кассетах блока МТЛ. Натяжение ленты перед блоком головок обеспечивается фрикционным тормозом 12, размещенным в корпусе кассеты. Описанная кассета с взаимозаменяемым кольцевым носителем (ненапряженными петлями или кольцевым рулоном) применена в бортовой системе САМ-2 фирмы United Control для гражданской авиации [165, 166]. Ненапряженное кольцо имеет длину ленты около 43 м, а кольцевой рулон — свыше 170 м со специальной графитной смазкой. Достоинством описанной кассеты являются ее универсальность, т. е. работа с двумя видами кольцевых накопителей, простота и жесткость конструкции, отсутствие электрических соединений с МТЛ, возможность установки и независимой работы одновременно 10 и более кассет на одном МТЛ с длинным ведущим валом.

В описанных конструкциях, применяемых для прямых трактов рабочих зон *МЛ*, кассеты с ненапряженным кольцом органически вписывались в форму всего тракта, поэтому не нужна ручная дозаправка ленты. Кроме того, приводной элемент (элементы) ленты, например, ведущий вал, прижимной ролик и входное устье рабочей полости самой кассеты, размещены в непосредственной близости. Лента после контакта с ведущим валом здесь же поступает во входное устье и рабочую полость кассеты. В МТЛ с петлевым трактом рабочей зоны невозможно разместить входное устье кассеты с ненапряженным кольцом магнитной ленты непосредственно возле ведущего вала. Поэтому для кассет этих МТЛ характерно наличие дополнительного привода ленты во входное устье. Этот привод может осуществляться от элементов, размещенных на самой кассете, например роликов, или расположенных вне ее, например двигателей.

Кроме того, для этих кассет необходима небольшая ручная дозавправка ленты в тракт рабочей зоны блока МТЛ, так как автоматическая неоправданно усложнила бы конструкцию кассеты и МТЛ. Такие кассеты применяют также для МТЛ с вынесенным (далеко расположенным от кассет) прямым замкнутым или разомкнутым трактом рабочей зоны.

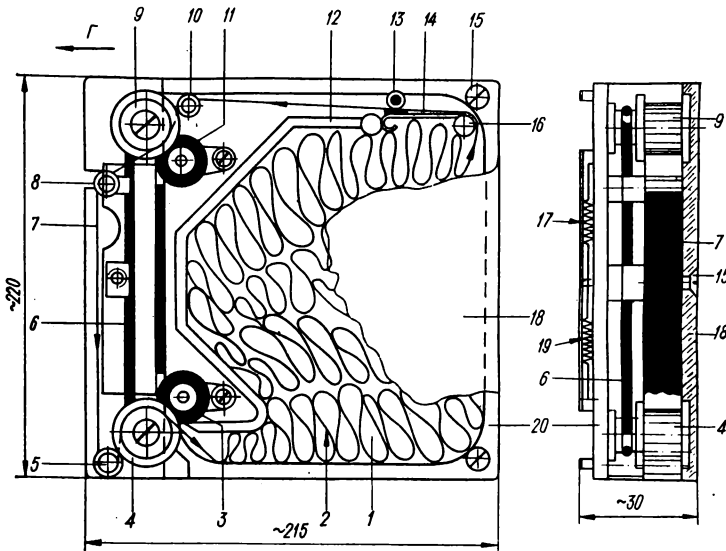


Рис. 248. Конструкция кольцевой кассеты с приводом вспомогательного вала от вытягиваемого участка ленты.

Кольцевая кассета (рис. 248) МТЛ с вынесенным замкнутым трактом рабочей зоны фирмы Philips модели ANALOG-7 и ANALOG-14 [38] состоит из прямоугольного корпуса 20, в рабочей полости 1 которого размещены петли 2 ненапряженной магнитной ленты. Сверху корпус кассеты при помощи винтов 15 закрывается крышкой 18 из оргстекла. В начале входного криволинейного устья установлены обрезиненный ролик 3 и направляющий 4, который глубоко обхватывается лентой после стойки 5. Направляющий ролик 4 соединен круглым резиновым ремнем 6 с другим направляющим роликом 9, к которому лента прижимается роликом 11. Диаметры шкивных проточек направляющих роликов выбраны так, что при вращении лентой 7, заправляемой вручную в рабочую зону МТЛ ролика 9, окружная скорость ролика 4 на 5—10% выше. Это обеспечивает надежную подмотку ленты после ведущего вала рабо-

чей зоны и вталкивание ее в устье кассеты. Подтормаживание ленты перед входом в рабочую зону МТЛ обеспечивается фрикционным подпружиненным рычагом 14 и фторопластовым роликом 13. Рычаг крепят на стойке 16. Обрезиненные ролики 3 и 11 прижаты к направляющим роликам, выполняющим функции вспомогательных валов, пружинами 19 и 17, размещенными под корпусом кассеты. Кассета описанной конструкции рассчитана на работу с кольцом ленты шири-

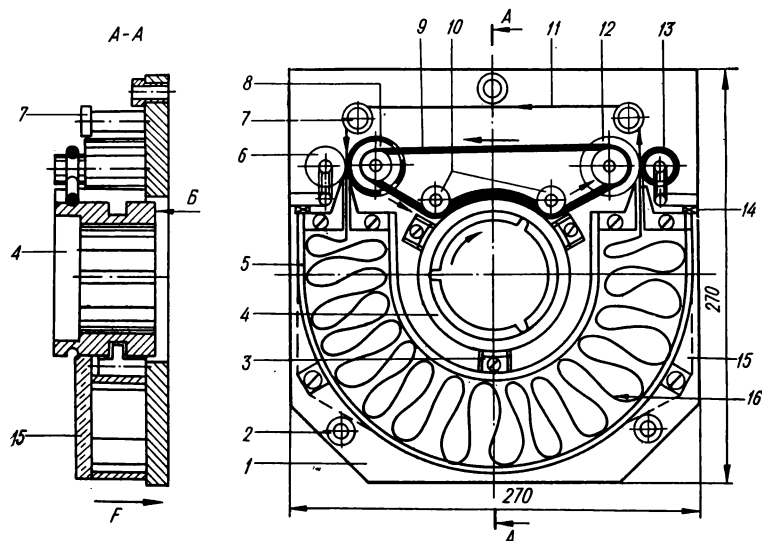
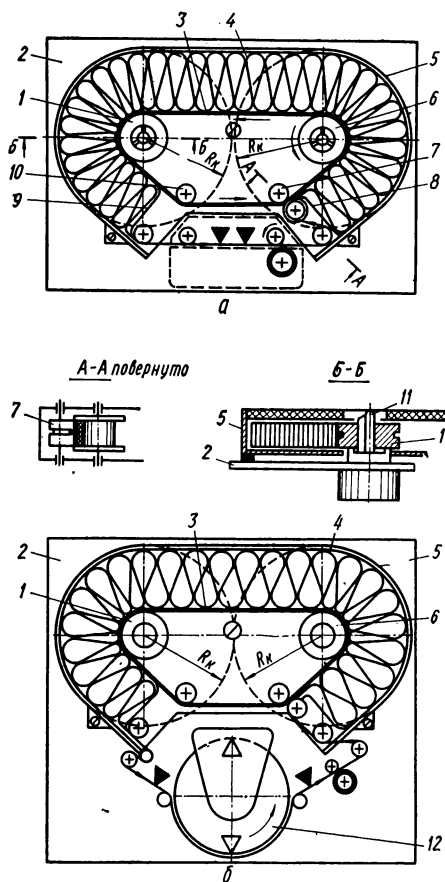


Рис. 249. Конструкция кольцевой кассеты с приводом ленты от приемного или подающего узла МТЛ.

риной 25,4 мм длиной от 2 до 15 м на скоростях движения: 76,2 38,1; 9,53 и 2,38 см/с. К недостаткам следует отнести дополнительные нагрузки на магнитную ленту, которая обеспечивает привод вспомогательного вала (направляющего ролика) входного устья кассеты. Эти нагрузки особенно возрастают на высоких скоростях движения ленты.

В кольцевой кассете для ненапряженной магнитной ленты 16 (рис. 249) используют для привода вспомогательного обрезиненного вала 8 входного устья вращение сердечника 4, размещаемого поверхностью Б на шпинделе двигателя приемного или подающего узла совмещенного МТЛ [57]. Сердечник установлен на ограничителях 3 свободно с зазорами на несущей плите 1, которую легко через ловители 2 крепят на плите МТЛ. Сердечник через резиновый ремень 9 вращает вспомогательные валы 8 и 12. Диаметры шкивных проточ-



чек этих валов имеют такие же соотношения, как и в предыдущей конструкции кассеты. К валам прижаты пружинами 14 ролики 6 и 13, обеспечивающие необходимый frictionный контакт с ними. Угол обхвата сердечника ремнем 9 обеспечивается двумя направляющими роликами 10. Рабочая полость кассеты образована двумя серповидными стенками 5, а сверху она прикрывается прозрачной крышкой 15 из оргстекла. Участок 11 магнитной ленты вручную дозавлекается в рабочую зону МТЛ с замкнутым петлевым трактом. Описанная кассета вмещает кольцо ленты шириной 25,4 мм и длиной от 1,5 до 25 м и хорошо работает на скоростях движения от 4,76 до 304,8 см/с. На МТЛ кассета устанавливается по стрелке *F*.

Рис. 250. Кольцевая кассета «Викторит» с движущейся внутренней стенкой.

В кассете «Викторит» для кольцевой ленты (рис. 250) используют для привода вталкивающего вспомогательного вала 7 вращающий момент приемного узла МТЛ. На шпинделе 11 приемного и подающего узла установлены сердечники 1 и 6. Сердечники, вспомогательный вал и направляющий ролик 10 обхвачены одним плоским резиновым ремнем 3, который образует внутреннюю подвижную стенку полости кассеты. Это позволяет увеличить объем петлевой ленты 4 и повысить равномерность ее продвижения внутри полости. Снаружи рабочая полость кассеты ограничена, как и в предыдущей кассете, стенкой 5. Входное и выходное устья кассеты образуются торцевыми стенками 8 и 9 соответственно. Кассета может устанавливаться на плиту 2 МТЛ бытового звукозаписывающего

магнитофона без ручной дозавправки ленты (рис. 250, а) или видеомагнитофона с ручной дозавправкой тракта видеоблока 12 (рис. 250, б). Размеры кассеты при этом не превышают площади снятых катушек радиуса  $R_k$  [76].

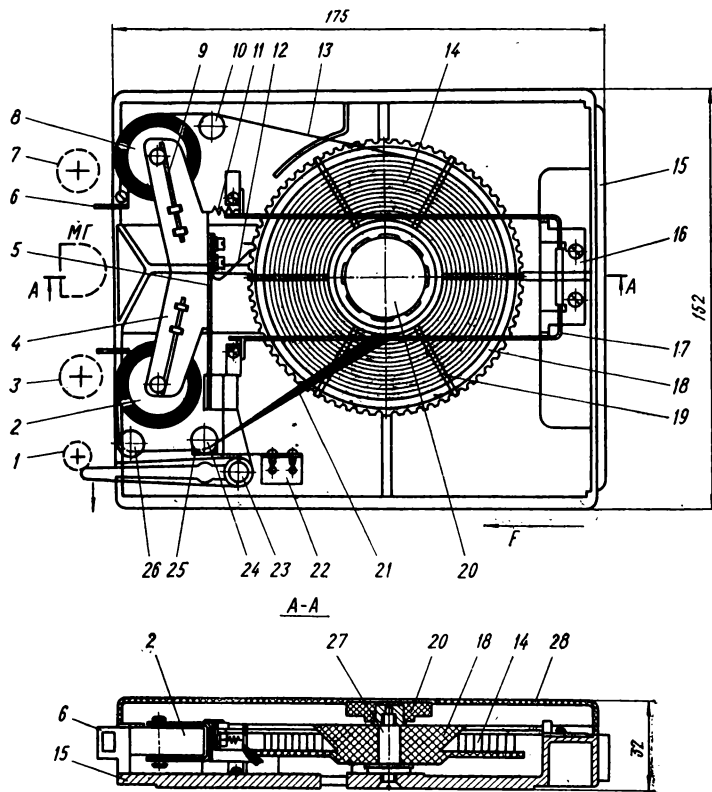


Рис. 251. Кольцевая кассета с накопителем типа «рыхлый» рулон.

Значительно большей емкостью ленты при меньших размерах обладают одношпульные кольцевые кассеты (рис. 251), где кольцевой «рыхлый» рулон 14 носителя размещается на сердечнике 18. Сердечник состоит из центральной обратноконусной части и дисковой с зубцами по периферии. Для уменьшения трения рулон соприкасается не по всей торцевой поверхности диска, а по образующим шести радиально размещенных штифтов 19. Фторопластовый сердечник вращается на стальной оси 27, укрепленной в корпусе 15 кассеты. В нерабочем состоянии диск сердечника фиксируется



зубом 12, который расположен на пластинчатом рычаге 5 прижимных роликов 2 и 8. Фиксация предохраняет рулон от самопроизвольного разматывания. Рычаг 5 подтянут в этом положении пружиной 11. Проволочная рамка 17 фиксирует рулон от выпадения с сердечника 18, который на оси 27 фиксируется от перемещений гайкой 20. В кассете установлены также направляющие стойки 10, 24 и 26, тормозная фетровая подушка 25 и конструкционные кронштейны 16 и 22. Рычаг прижимных роликов установлен на оси 23, а его удлиненная часть выступает из кассеты. Для уменьшения сползания ленты

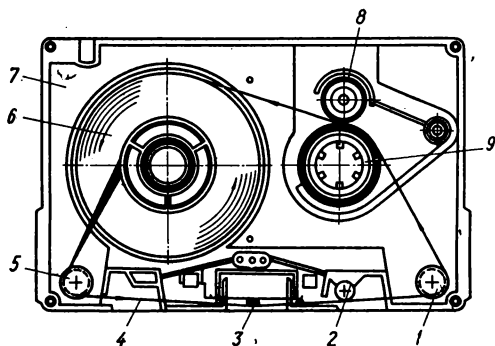


Рис. 252. Кольцевая кассета, взаимозаменяемая с рулонной двухшпульной.

в нерабочем положении с прижимного ролика 8 между ними установлены пластинчатые рамки 6. Сверху кассета закрывается прозрачной крышкой 28 из полистирола. При включении электромагнита его штырь 1 поворачивает рычаг и прижимные ролики входят в контакт с ведущими валами 3 и 7. Сердечник 18 растормаживается, и лента входит в контакт с блоком магнитных головок МГ. Кассета, вмещающая

кольцо магнитной ленты 6,25 мм длиной до 170 м (со специальной смазкой), использована для аппаратуры ДР-3 фирмы ТЕАС [161].

В корпус 7 двухшпульной кассеты С-30 (С-60, С-90, С-120), являющейся типовой по международному стандарту, разработчики фирмы Sony [118] установили на месте подающего плотного рулона кольцевой «рыхлый» 6 с сердечником (рис. 252). На месте приемного рулона установлен обрезиненный сердечник 9, к которому лента 4 шириной 3,8 мм прижимается подпружиненным роликом 8. Лента к головкам прижимается фетровой подушкой 3 и транспортируется ведущим валом, входящим свободно в отверстие 2. Направление ленты в кассете обеспечивается роликами 1 и 5. Лента вытягивается с внутреннего слоя кольцевого рулона 6 и подается после подматывания обрезиненным сердечником 9 на наружную часть этого же рулона. Дополнительное подматывание ленты сердечником 9 обеспечивает более равномерное движение ее в кольцевом рулоне и после него в рабочей зоне МТЛ. Описанная кольцевая кассета может успешно работать на любом МТЛ, предназначенном для двухшпульных типовых кассет.

## 2. РУЛОННЫЕ КАССЕТЫ С ПЛОТНОЙ НАМОТКОЙ ЛЕНТЫ

**Одношпульные кассеты.** Кассеты с разомкнутым отрезком магнитной ленты обычно работают в устройствах долговременной памяти, где характерно движение ленты с подающего устройства на приемное и наоборот. Магнитная лента в этих кассетах размещается в виде одного, двух или более рулонов с плотной намоткой витков на цилиндрическое тело — сердечник или катушку. В некоторых конструкциях многошпульных кассет лента может подаваться с одношпульного плотного рулона в ненапряженный карман.

Наиболее простую конструкцию имеют одношпульные кассеты (рис. 253, а, б), где магнитная лента в виде плотного рулона 3 размещается на сердечнике 7 или катушке 8 в отдельном пластмассовом корпусе 5. Сверху корпус прикрывается прозрачной или полупрозрачной крышкой 6 из полистирола. В корпусе, а иногда и в крышке, против центрального отверстия сердечника (катушки) выполнено отверстие несколько большего диаметра для свободного соединения со шпинделем

наматывающих устройств МТЛ. Наружные витки намотки рулона длиной 1—2 м представляют собой отрезок жесткой толщиной 0,13—0,2 мм перфорированной ленты (с магнитным покрытием или без него). Этот заправочный конец (ракорд) приклеен к тонкой магнитной ленте. Если в кассете применяется перфорированная магнитная лента (рис. 253, а), например для вычислитель-

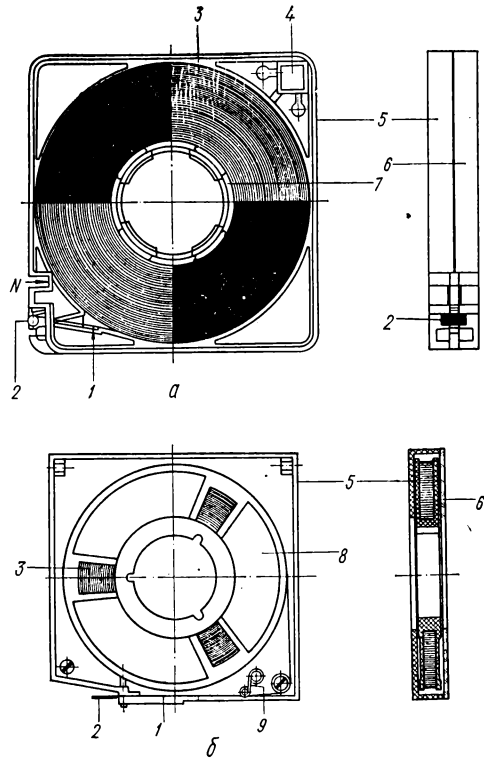


Рис. 253. Одношпульные рулонные кассеты с прямоугольным корпусом и перфорированной (а) и неперфорированной (б) магнитной лентой.

ных машин, то ее конец и служит заправочным ракордом. Конец ракорда обычно имеет утолщение в виде пластмассовой втулки 2 (рис. 253, а) или склеенных плоских отрезков ленты (рис. 253, б). Втулка не позволяет ракорду полностью сматываться во внутрь кассеты. В корпусе кассеты выполнено выходное устье, ширина которого немного больше толщины наматываемой части ракорда, что исключает прохождение утолщенного конца ракорда в кассету. Внутри кассеты могут быть расположены тормозные устройства 9, которые предохраняют от произвольного разматывания ленты с рулона в нерабочем положении (хранение, транспортирование). При установке кассеты в МТЛ эти тормозные устройства обычно штырем отводятся, освобождая ленту для нормального прохождения. Для однозначной установки кассеты на МТЛ в корпусе выполнено окно 4 и паз N.

В общем виде после установки и фиксации на МТЛ одношпульных кассет механизм захвата соединяется с концом ракорда. Ракорд продвигается по тракту МТЛ вспомогательными валами, обрезиненными роликами и захватывается специальным устройством и наматывается на приемную катушку, постоянно расположенную в аппарате. После оптической сигнализации прохождения ракорда (просветленный без магнитного покрытия участок и фотодатчик) катушки останавливаются, и МТЛ готов к работе. После оптической сигнализации окончания рабочего объема кассеты (полный приемный рулон) лента ускоренно перематывается обратно в кассету до полной остановки. После извлечения этой кассеты из МТЛ аппарат готов к установке новой кассеты.

Конструкцию кассеты, показанную на рис. 253, а, применяют в МТЛ вычислительных машин IBM в модели 50 фирмы Mepogex [131], а на рис. 253, б — в аппаратах Analog-7 и Analog-14 фирмы Philips [138]. В обеих описанных конструкциях кассеты имеют прямоугольную форму.

Для МТЛ бытовых видеомагнитофонов в модели Instavideo фирмы AMPEX разработаны одношпульные кассеты круглой формы (рис. 254). Кассета состоит из обычной катушки 3 (тип 1) с рулоном магнитной ленты 2, установленной в круглый пластмассовый корпус 28. По наружной цилиндрической поверхности корпуса выполнено выходное окно. В гнездо 1 блока МТЛ кассета устанавливается сверху и соединяется со шпинделем 27. При включении механизма заправки ленты катушка 3 с жестким перфорированным рекордом начинает вращаться по стрелке K, приводимая валом 23 через обрезиненный ролик 25, который электромагнитом по стрелке N входит в зацепление с наружной частью рулона максимального диаметра (обозначено штриховой линией). При этом подпружиненный флажок 26, упираемый в рулон, отводит жесткий перфорированный

ракорд и отбрасывает его в щель на прижатые подпружиненные ролик 24 и вал 23. Далее жесткий ракорд мимо стирающей головки ГС, направляющих 22 и 21 входит в щель между барабаном 19 видеоблока с головками ВГ1 и ВГ2 и пластинчатой направляющей 20. Видеоголовки размещаются на диске 18. После направляющего барабана видеоблока ракорд мимо ролика 17, конусной направляю-

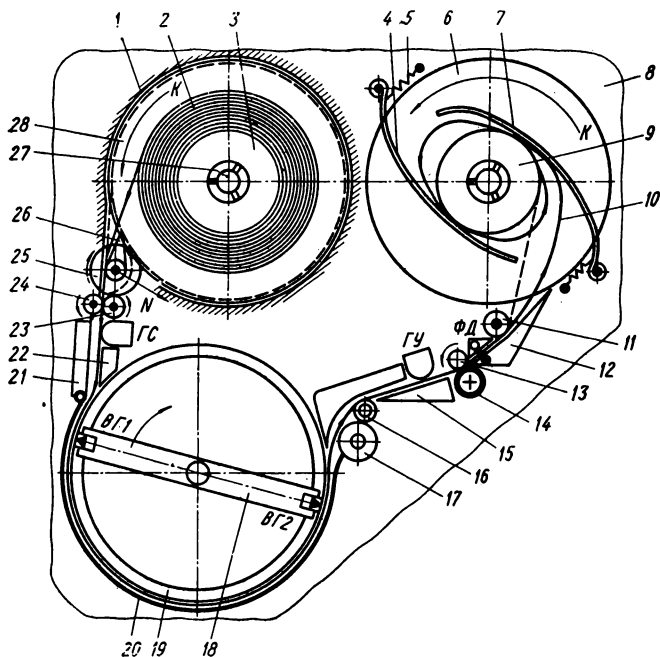


Рис. 254. Схема тракта ленты для круглой одношпульной кассеты.

щей стойки 16, отражателей 15 и универсальной головки ГУ, ведущего вала 13, прижимного ролика 14, направляющих 11 и 12 поступает на постоянно установленную в МТЛ 8 приемную катушку 6. Катушка в щеках не имеет отверстий и вращается по стрелке К (против часовой), а к ее сердечнику 9 прижаты две криволинейных плоских пружины 4 и 7. Пружины поджаты к сердечнику цилиндрическими пружинами 5. Жесткий перфорированный ракорд 10 проходит между сердечником и плоскими пружинами и захватывается зубом (или несколькими) сердечника. При этом ракорд дальше плотно наматывается на сердечник, пока фотодатчик ФД не просветит от-

мытый участок тонкой видеоленты. Ролик 25 отходит от рулона 2 и прижимной ролик 14 подводится к ведущему валу 13 электромагнитом. Видеолента натягивается и начинает транспортироваться с постоянной линейной скоростью, взаимодействуя с видеоголовками, головками звука ГС, ГУ и другими элементами тракта МТЛ.

В конце рулона фотодатчик также срабатывает на просветленный участок видеоленты, которая сразу же после него ускоренно перематывается на подающую катушку 3 кассеты.

К достоинствам одношпульных кассет следует отнести меньшие габаритные размеры и массу, простоту конструкции и максимальное использование объема корпуса кассеты, к недостатку — невозможность снятия кассеты в любое время без ускоренной перед этим перемотки ленты назад в кассету на подающий рулон.

Профиль зубьев самозаряжающихся приемных катушек для АМЗ с одношпульными кассетами изображен на рис. 255, а [125]. Профиль зуба 4 обеспечивает хороший захват перфорированного ракорда ленты 1 во время рабочего хода РХ и предупреждает расщепление перфораций начального участка с зубьями во время рывка, вызываемого резким замедлением вращения приемной катушки после

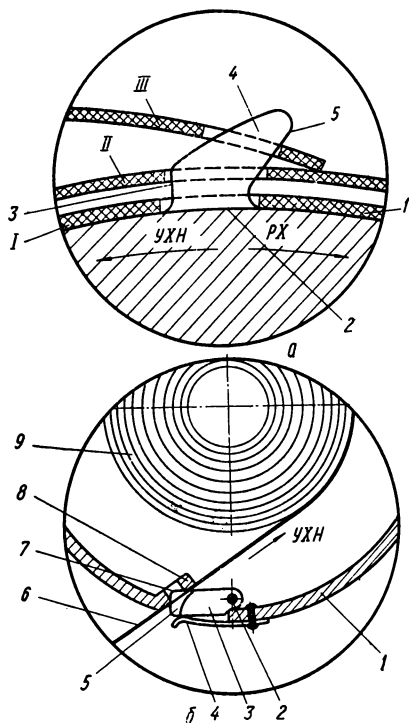


Рис. 255. Профиль зуба (а) и механизм захвата перфорированных ракордов магнитной ленты одношпульных кассет (б).

зацепления первой перфорации с одним из зубьев. Зуб имеет утолщение в средней части и срезанную под прямым углом к окружности основания 2 заднюю сторону 3. Высота среза составляет 25—75% от общей высоты зуба. При подъеме ракорда 1 из положения I в положение II (вследствие рывка) длина профиля зуба оказывается больше высоты перфорации за счет наклонной передней кромки 5 зуба, что не дает возможности ракорду соскочить с зуба. При ускоренной перемотке назад УХН ракорд выходит в положение III и происходит легкое расщепление зуба с перфорацией. Механизм одно-

шпульной кассеты, предотвращающий наматывание конца ракорда, который должен выступать из устья после перемотки, показан на рис. 255, б. Конец ракорда 6 после ускоренной перемотки (стрелка УХН) в рулон 9 зажимается между отогнутой стенкой 8 корпуса 1 кассеты и криволинейным тормозным башмачком 5, покрытым фрикционным материалом. Башмачок выполнен на рычаге 3, конец которого 7 западает в специальную просечку на ракорде (ниже перфорационных окон) и отверстие стенки 8 под действием пружины 4. Натяжение ленты в сторону намотки на рулон заклинивает ракорд, не нарушая краев просечки за счет давления башмачка. При вытягивании ракорда из кассеты рычаг 3 поворачивается относительно оси 2 и его конец 7 опирается на поверхность ленты таким образом, что между стенкой 8 и башмачком 5 образуется щель, через которую свободно проходит лента.

**Двухшпульные двойные кассеты** являются более сложными, но оперативными в работе. Они состоят из двух рулонов с магнитной лентой, размещаемых на катушках или сердечниках. Двухшпульные кассеты по длине полости и межцентровому расстоянию рулонов различают на двойные, полуторные и одинарные. В двойных кассетах теоретическая длина полости корпуса равна двум максимальным диаметрам намотки рулонов, а межцентровое расстояние рулонов — максимальному диаметру намотки ленты в рулоне. В полуторных кассетах теоретическая длина полости корпуса составляет полтора максимальных диаметра намотки рулона, при этом межцентровое расстояние рулонов равно (чуть более) по величине среднему диаметру намотки ленты в рулон. В одинарных кассетах теоретическая длина полости корпуса равна диаметру максимальной намотки рулона, а межцентровое расстояние рулонов — нулю. Это кассеты с соосным расположением рулонов (друг над другом). Двухшпульные кассеты различают также по расположению рулонов с лентой в плоскости (плоские, соосные и бипланарные), по положению рулонов внутри корпуса (перемещаемые или фиксированные), по размещению механизма накопления (наматывания) ленты (внутри или вне кассеты).

По конструктивному исполнению кассеты бывают модульные и корпусные. Модульные кассеты состоят из двух отдельных независимых одношпульных кассет, соединенных между собой несколькими конструктивными элементами (планками и винтами). Общей внутренней полости эти кассеты не имеют. В корпусных кассетах имеется один общий корпус. Эта кассета не может быть разделена на две отдельные. Внутренняя полость может быть общей (плоское расположение рулонов) или раздельной (соосное расположение рулонов).

Простейшая двухшпульная двойная рулонная модульная кассета (рис. 256) смонтирована из двух одношпульных 5 и 1, корпусы

11 и 17 которых имеют с трех сторон фигурные трапецевидно-прямоугольные пазы 6. В этом случае две одношпульных кассеты (модули) между собой соединяются призматическим бруском 3 и специальной планкой 4, зуб которой также входит в пазы кассет.

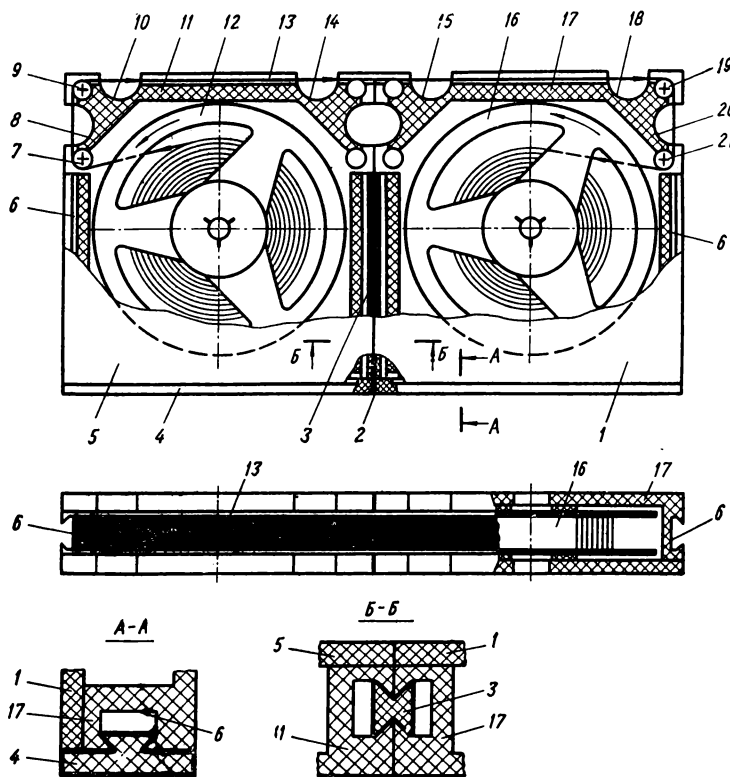


Рис. 256. Двухшпульная двойная рулонная модульная кассета.

Между собой брусок и планка соединены винтом 2. Магнитная лента 13 через направляющие ролики 7, 9, 19 и 21 соединяет катушки 12 и 16 одношпульных кассет. В корпусах выполнены открываемые наружу полости 8, 10, 14, 15, 18 и 20, предназначенные для контакта ленты с ведущими валами, прижимными роликами и магнитными головками. Против центральных отверстий катушек, как и в предыдущих кассетах, выполнены отверстия для соединения со шпинделями наматывающих устройств блока МТЛ.

Двухшпульная двойная корпусная кассета фирмы Matsushita (рис. 257) состоит из общего пластмассового корпуса 4, где установлены две стандартные катушки 5 и 13 с видеолентой 8. В корпусе установлены направляющие ролики 6, 7, 11 и 12 и выполнены откры-

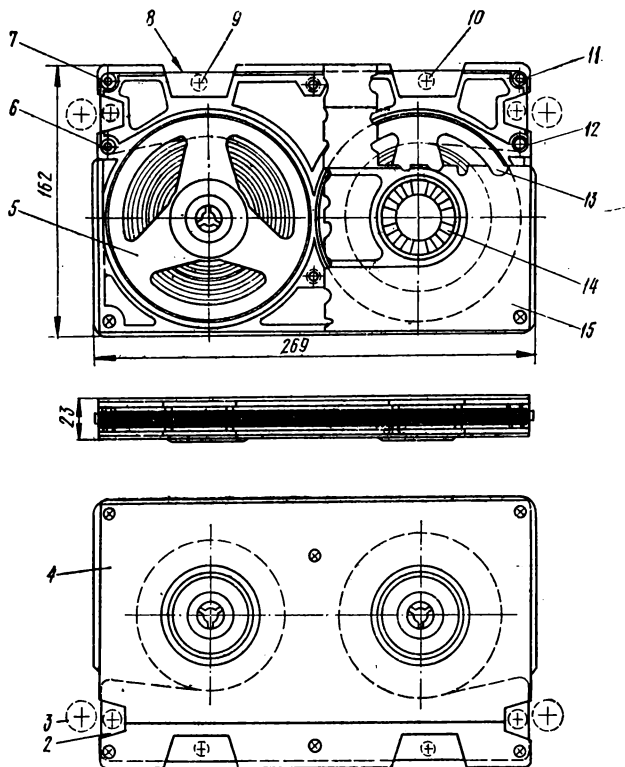


Рис 257. Двухшпульная двойная корпусная кассета фирмы Matsushita.

ваемые наружу трапецевидные пазы для ведущих валов 9 и 10, прижимных роликов (обозначены штриховой линией). В крышке 15 кассеты установлены «плавающие» диски 14, цилиндрическая часть которых со шпонкой немного заходит сверху в центральные отверстия катушек. Торцевая часть дисков выполнена волнистой, обеспечивающей при необходимости удобную ручную подмотку ненатянутой ленты на катушки.

На видеоманитофон 1 (рис. 258) описанная кассета устанавливается в наклоненный на угол  $\alpha$  лифт 4 (по стрелке А). Затем лифт



поворачивается, опускаясь по стрелке *Б* до горизонтального положения. Это положение фиксируется упорами *6*. Катушки *14* и *15* кассеты сочленяются при этом со шпинделями *5* приемного и подающего узлов МТЛ. Включается механизм заправки, и конусные направляющие стойки *10* и *11*, двигаясь прямолинейно по направлению стрелки *В*, вытягивают видеоленту из кассеты, заводя ее вокруг направляющего барабана видеоблока *2* на угол  $180^\circ$ .

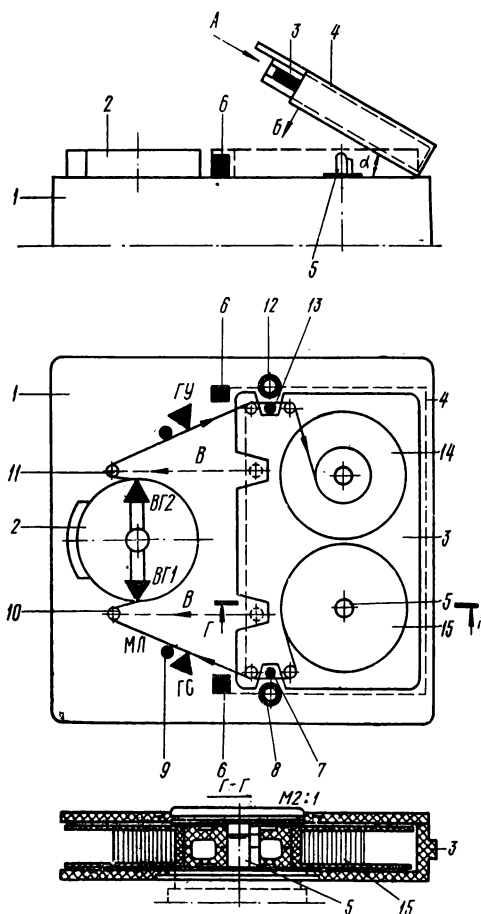


Рис. 258. Схема установки и заправки видеоленты в МТЛ бытового видеоманитофона.

На участках между конусными и угловыми направляющими роликами кассеты видеолента после заправки входит в контакт с неподвижными головками стирания *ГС*, универсальной *ГУ* и направляющими стойками *9*. После этого ведущие валы *7* и *13* при включении прижимных роликов *8* и *12* осуществляют транспортирование ленты в обозначенном направлении. Ускоренные перемотки вперед или назад осуществляются при введении конусных стоек *10* и *11* обратно в полость кассеты (обозначено штриховой линией). Видеолента при этом не изнашивает элементов тракта МТЛ и не изнашивается сама. Кассета может быть извлечена из лифта только в том состоянии,

в котором она была в него вставлена при любом соотношении емкости катушек.

Двухшпульные полуторные кассеты для МТЛ вычислительной техники применяют в аппаратуре «Y-Series» (рис. 259). Для уменьшения длины использовано сочетание типовой стандартной подаю-

шей катушки 10 и уменьшенной по наружному диаметру приемной катушки 6. Корпус 9 почти вплотную подходит к полной верхней и пустой нижней катушкам. В нижней торцевой стенке корпуса выполнен вырез 13, в который по мере намотки ленты *МЛ* в аппарате

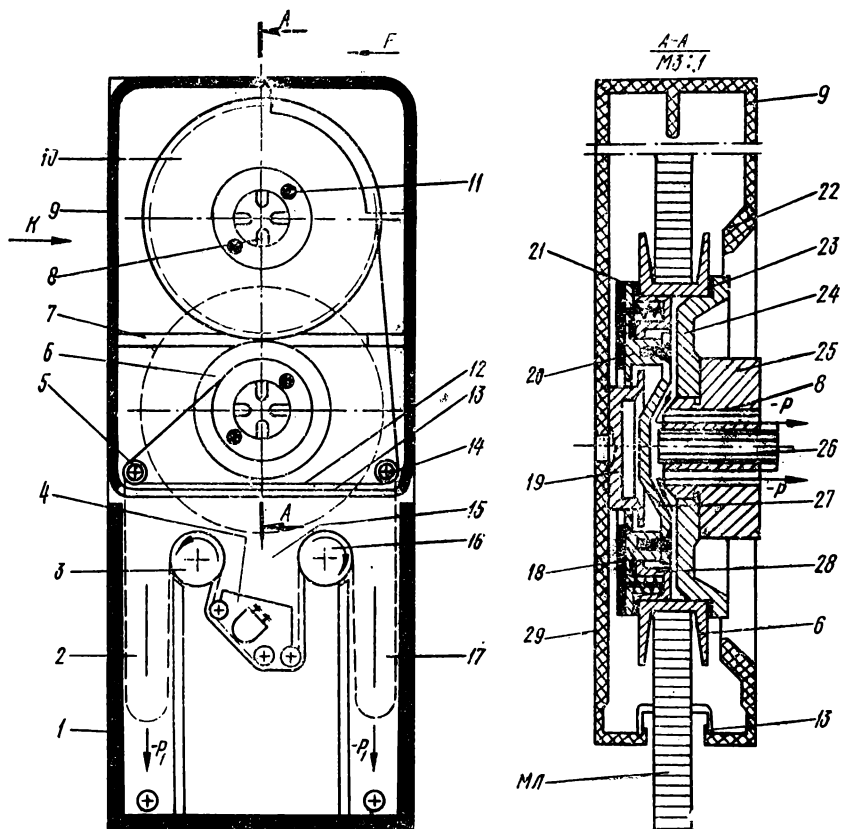


Рис. 259. Двухшпульная полуторная комбинированная кассета аппаратуры У-серии.

выходит приемный рулон (обозначен штриховой линией). Таким образом, корпус этой полуторной кассеты значительно короче, чем кассеты без выреза в торцевой стенке. Возле нижней стенки установлены два направляющих ролика 5 и 14. Сверху кассета прикрывается крышкой 29 с вырезом в нижней торцевой стенке. Каждая катушка типа 2 кассеты размещается на «плавающем» фланце 20,

который свободно размещается на полых полуосях 19 с буртиком в крышке 29. Фланец состоит из металлического корпуса, на одной торцевой стороне которого укреплено фрикционное кольцо 18, а на другой — тарельчатая крышка 27. В дисковой части фланца укреплены пальцы с пружинами сжатия, которые упираются в подвижное кольцо 28 с резиновым уплотнением 21. В кассете, находящейся вне аппарата, пружины сжатия разжимаются. Фрикционное кольцо 18 упирается в крышку 29, а сама катушка 6, размещаемая кольцом 21, — щекой в торец 22 корпуса 9. Таким образом, в нерабочем состоянии предупреждается самопроизвольное разматывание ленты в кассете. Кассета вставляется в окно МТЛ 1 по направлению стрелки *F*. Против центральных отверстий катушек подходят подкатушники 24, имеющие резиновые уплотнения в виде кольца 23. Подкатушники размещаются на сердечниках 25, которые жестко укреплены на валах 26 подматывающих электродвигателей. Сердечники имеют продольные отверстия 8 по окружности. Подкатушник 24 отводит катушку 6 от поверхности 22 корпуса кассеты, а затем включается вакуумный отсос —  $p$ , который подтягивает тарельчатую крышку 27 и вместе с ней весь фланец 20. При этом фрикционное кольцо 18 отходит от крышки 29, не препятствуя свободному вращению катушки 6 (аналогично и для катушки 10). Магнитная лента загружается в тракт МТЛ втягиванием вакуумным отсосом —  $p_1$  в два промежуточных накопителя 2 и 17, катушки 6 и 10 при этом немного сами разматывают ленту для облегчения загрузки. Лента также входит в полость 15, глубоко обхватывая ведущие валы 3 и 16, которые имеют положительный поддув в режиме автоматической заправки. Затем в полость 15 входит блок магнитных головок 4, перемещаемый по каретке. Далее МТЛ работает по описанным ранее кинематическим схемам. Кассета извлекается из МТЛ только после обратной перемотки ленты на приемную катушку (как в одношпульных кассетах), иначе полный приемный рулон ленты *МЛ* не позволит ей выйти из окна аппарата. Кроме того, возможно повреждение магнитной ленты [129].

К достоинству рассмотренных кассет относится совместимость их с катушечными накопителями, т. е. возможность простого извлечения из кассеты катушек и установка их на приемные и подающие узлы МТЛ обычной (не кассетной) АМЗ. Кроме того, по эксплуатационным исследованиям, качество намотки ленты в кассетах с катушками значительно выше, чем в кассетах с сердечниками. К недостаткам кассет относятся значительные габаритные размеры и большая масса.

Двухшпульная полуторная стандартная компактная (Compact) кассета типа С-30, С-60, С-90 и С-120 бытовых магнитофонов фирмы Philips показана на рис. 260. В пластмассовом корпусе 4 установ-

лены два сердечника 2 и 6 с рулонами ленты 3 и 5, намотанной рабочим слоем наружу. С передней стороны в корпусе кассеты выполнены три окошечка (выреза): центральное 14 (для подвода универсальной магнитной головки) и боковые 12 и 16 (для прижимного ролика). Против центрального окошечка в кассете за магнитной лентой МЛ расположен экран, предназначенный для защиты магнитной головки от помех. Перед экраном находится плоская пружина 100.

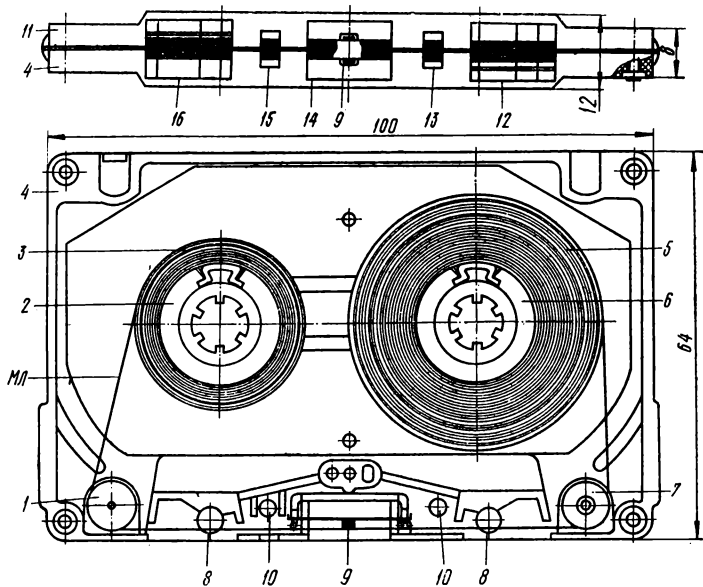


Рис. 260. Двухшпульная полуторная стандартная компактная кассета бытовых магнитофонов.

жина с наклеенной фетровой подушкой 9 для прижима ленты к магнитной головке в МТЛ. В корпусе выполнены отверстия 8, 10 для установки ведущих валов и фиксаторов положения кассеты на МТЛ. В корпусе выполнены два окошечка 13 и 15 для датчиков начала — конца ленты. Корпус 4 и верхняя крышка 11 между собой скреплены пятью винтами. В корпусе имеются отверстия для установки на направляющие штыри МТЛ. При движении лента проходит по направляющим роликам 1 и 7, размещенным внутри корпуса кассеты. Для наблюдения за лентой в кассете предусмотрено сверху против сердечников прозрачное продолговатое окно, край которого снабжен шкалой для определения количества ленты на рулонах. На рулонах размещается лента шириной 3,81 мм и толщиной 18 мкм

(С-60), 12 мкм (С-90) и 9 мкм (С-120). Компактные двухшпульные полупортные кассеты типа С по качеству воспроизведения могут лишь конкурировать с катушечными магнитофонами среднего класса. Лента в этих кассетах наматывается намного беспорядочнее, чем в катушечных устройствах. Причинами этого могут быть некачественное изготовление кассеты (наклонно установленные оси направляющих роликов, сильно деформированные части корпуса), применение растянутой магнитной ленты, плохое вращение сердечников. Это ведет к повреждению краев ленты, что вызывает выпадения

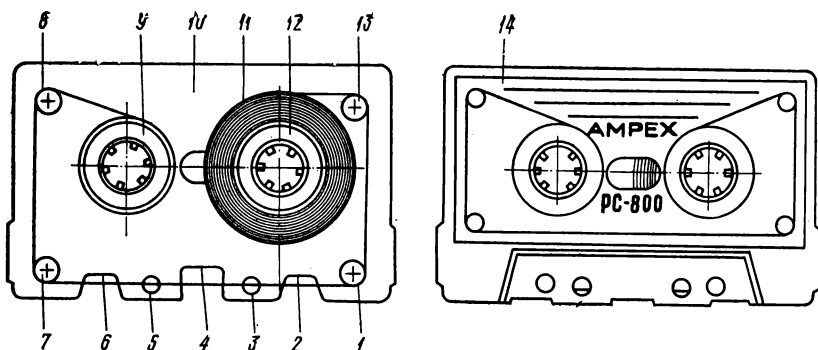


Рис. 261. Усовершенствованная двухшпульная полупортная кассета PC-800.

и колебания уровня воспроизведения. Беспорядочная намотка также ведет к увеличению момента трения рулонов о стенки корпуса и может вообще вызвать остановку движения ленты.

Для улучшения качества воспроизведения и намотки ленты в корпусе 10 кассеты (рис. 261) установлены два дополнительных направляющих ролика 8 и 13, размещенных на противоположной стороне от основных направляющих роликов 1 и 7 [106]. Все направляющие ролики прецизионные. Кроме того, сердечники 9 и 12 имеют сплошную наружную цилиндрическую поверхность вместо прерывистой, радиальное биение ее относительно внутреннего посадочного диаметра не превышает 0,05 мм. В корпусе выполнены три окошка: центральное 4 для универсальной головки и два боковых 6 и 2 для ведущих валов и прижимных роликов. Эта кассета хорошо работает при скоростях движения ленты до 1 м/с и применяется в МТЛ вычислительной техники.

Для улучшения качества воспроизведения и намотки ленты в компактных кассетах типа С фирмы BASF [110] применены два дополнительных поворотных направляющих рычага 2 и 12 (рис. 262). Рычаги размещены на осях 13 между сбегающей с ролика 1 или

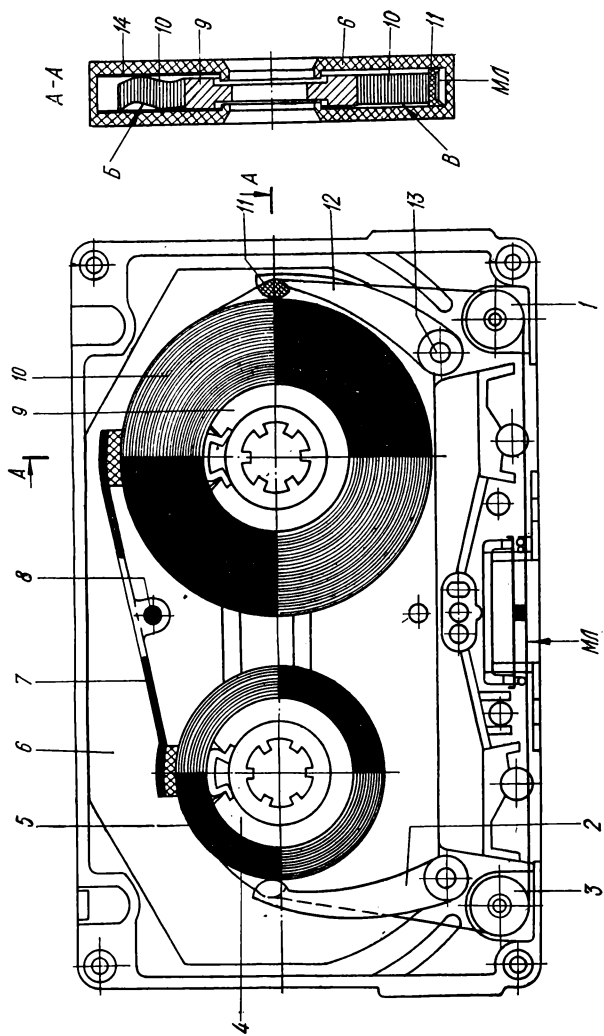


Рис. 262. Усовершенствованная двухшпульная полуторная кассета фирмы BASF.

набегающей на ролик 3 лентой и ленточной намоткой на рулоны 5 и 10, которая выполняется через направляющие салазки 11. Салазки выполнены на вершине рычагов, которые всегда прижаты

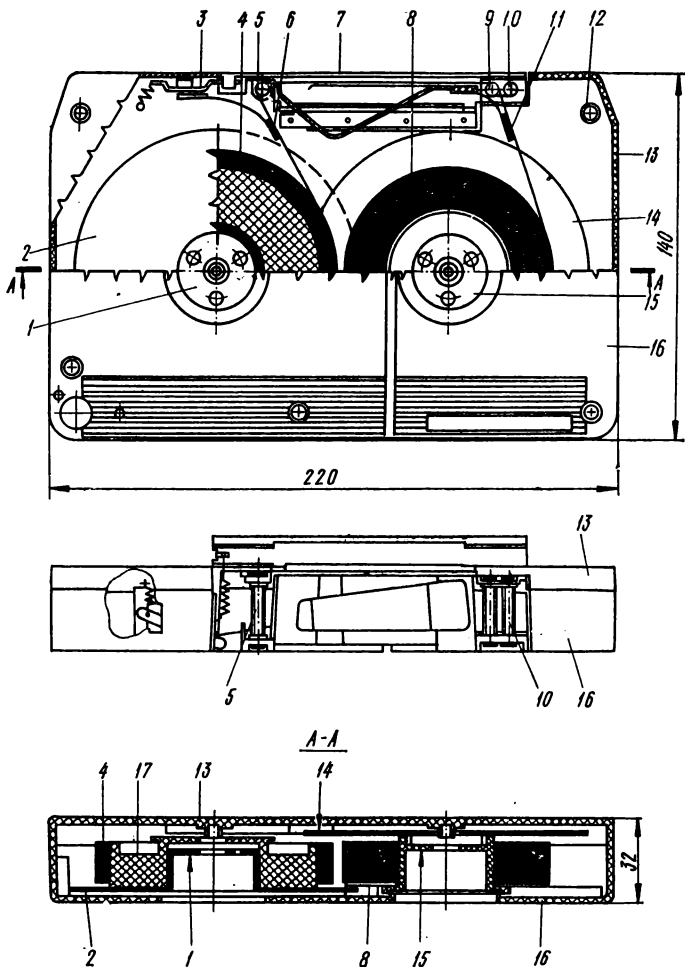


Рис. 263. Двухшпульная полуторная видеокассета фирмы Sony.

к своим рулонам натянутой лентой. При этом образуется точная и гладкая намотка ленты на сердечники 4 и 9. Расстояние между направляющими салазками равно ширине ленты, что не позволяет ей отклоняться при движении и намотке на рулоны вверх или вниз

беспорядочно. Намотка рулона *10* может производиться с применением или направляющего рычага (рулон *В*), или только фторопластовых прокладок *14* (рулон *Б*). В кассетах С-120 лента имеет большой момент инерции и поэтому при резкой остановке после ускоренной перемотки или при изменении направления движения начинает проскальзывать на рулоне. Вследствие этого на рулоне могут образовываться «пузыри» (волнистости). Кассета становится непригодной к работе. Во избежание этого пружину *7* на верхнем штыре *8* устанавливают так, что она определенным предварительным давлением через фетровые подушки воздействует на оба рулона *5* и *10*.

Более сложную конструкцию имеют двухшпульные полупортные видеокассеты (рис. 263), где в пластмассовом корпусе *16* также размещены подающий *8* и приемный *4* рулоны магнитной видеоленты шириной 19,05 мм. Сложные сердечники состоят из дисков *14* и *2*, на которые наклеены втулки *17* с посадочными поверхностями *15* и *1*. Диски размещены так, что один заходит под соседний рулон ленты снизу, другой — сверху, тем самым видеолента всегда в средней части имеет ограничение от смещения. Сверху видеокассета закрывается крышкой *13*. На подающем рулоне *8* видеолента намотана рабочим слоем наружу, а на приемном — вовнутрь. В передней части видеокассеты выполнен вырез под заправочный ролик. Вырез в нерабочем состоянии закрыт крышечкой *7*, предохраняющей размещенный здесь участок видеоленты, а в рабочем — крышечка *7* приподнимается. Крышка соединена шарнирно с подпружиненным рычажком *3*. В передней части расположены три направляющих ролика *5*, *9* и *10*, а также подпружиненные фетровые подушки *6* и *11*.

Рассмотрим механизм заправки видеоленты в блоке МТЛ (рис. 264). Видеокассета *19* вставляется в специальный лифт, который подает ее вперед и опускает сердечники рулонов на шпиндели левого приемного и правого подающего узлов МТЛ. Предохранительная крышка при этом поворачивается на угол около  $100^\circ$  и открывает путь заправочному ролику *4* к видеоленте *1*. Ролик установлен на сложных по конфигурации шарнирных рычагах *3*, которые при повороте на угол  $\gamma$  (рис. 264, *а*) обеспечивают вытягивание петли ленты (обозначена штриховой линией). В этом положении ролик *4* фиксируется. Швеллерообразного сечения обод *8* начинает вращаться по часовой стрелке от приводного обрезиненного ролика *5*. Обод имеет три роликовых опоры *6*, *11* и *20* и установлен наклонно в двух плоскостях. На торцевой верхней части обода размещены высокие конусные и цилиндрические стойки *9*, *10*, *13* и *15*, направляющие короткая стойка *17* и ролик *18*, рычаг с прижимным роликом *16*. В центре размещен видеоблок *7* с видеоголовками *ВГ1* и *ВГ2*,



установленными в верхнем направляющем вращающемся барабане (нижний неподвижен). Возле видеоблока, который размещен перпендикулярно плите МТЛ, установлен наклонно ведущий вал 14, универсальная головка ГУ и направляющая стойка 12. Кроме того,

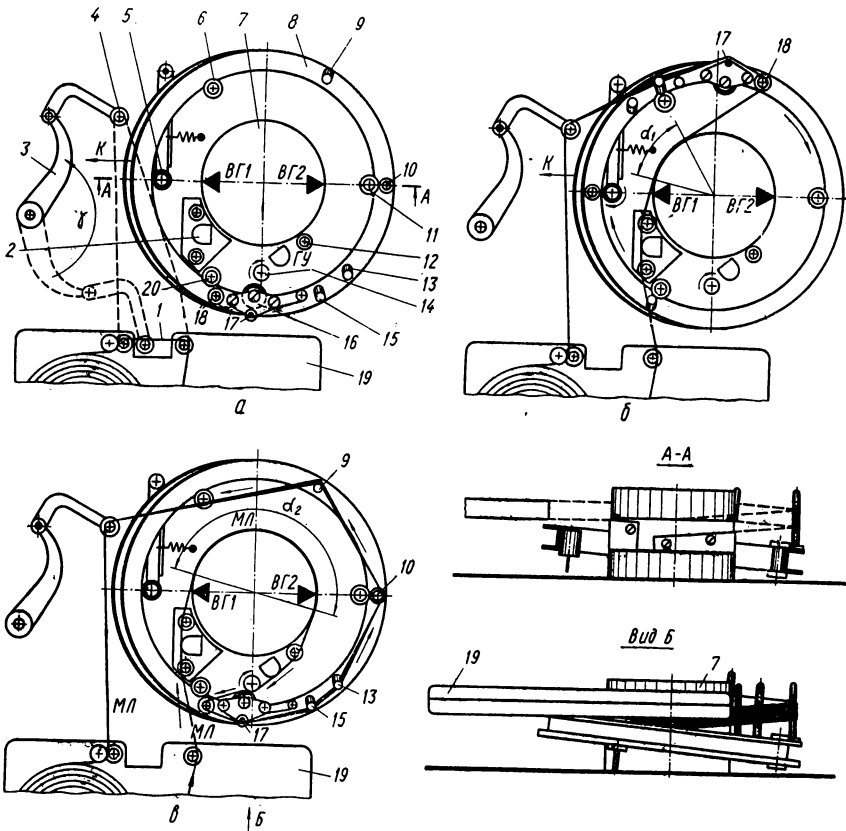


Рис. 264. Схема заправки видеоленты вокруг видеоблока двухголовочного видеомагнитофона.

возле видеоблока установлены на пластине головка стирания 2 с направляющими стойками. Вращаясь, обод 8 заводит петлю видеоленты уже вокруг видеоблока на угол  $\alpha_1$ , и лента обхватывает направляющие ролик 18 и стойку 17 (рис. 264, б). Продолжая вращаться, обод все глубже заводит ленту вокруг видеоблока. Сделав один полный оборот, обод полностью вводит ленту в контакт с видео-

головками  $BГ1$  и  $BГ2$  ( $\alpha_2 = 180^\circ$ ) барабана видеоблока (рис. 264, *в*). Прижимной ролик  $16$  при этом входит в контакт с ведущим валом и магнитная видеолента начинает транспортироваться с постоянной линейной скоростью, разматываясь с правого подающего и наматываясь на левый рулон. Направляющие стойки  $15$ ,  $18$ ,  $10$  и  $9$  обеспечивают бездеформационный переход видеоленты с нижнего уровня видеоблока на верхний, одинаковый с уровнем видеокассеты. При ускоренных перемотках видеолента вновь возвращается на кассету и перематывается внутри себя.

Схема заправки видеоленты вокруг видеоблока 2 одноголовочных ВМФ показана на рис. 265. Видеолента  $МЛ$  заводится вокруг видеоблока на углы  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  и  $360^\circ$  (рис. 265, *б*, *в*, *г*), образуя полный винтовой виток на его поверхности. Отличается эта конструкция от предыдущей использованием кольцевого диска 3 вместо обода. Диск установлен концентрически относительно видеоблока и перпендикулярно оси его вращения, а в предыдущей схеме — наклонно. Для одноголовочных видеомагнитофонов с большим углом обхвата видеоблока более предпочтительны соосные кассеты 8, так как лента после видеоблока располагается на разных уровнях с шагом  $S$ . За пределами диска установлены на разных уровнях головки стирания  $ГС$  и универсальная  $ГУ$ , с которыми видеолента имеет контакт только после полной заправки видеоблока. Видеолента в кассете размещена на соосных рулонах (рис. 265, *а*).

**Двухшпульные кассеты с соосным расположением рулонов** ленты (один над другим с общей геометрической осью) применяют в МТЛ аппаратуры магнитной записи с жесткими требованиями по габаритным размерам и компоновке блоков. Для нормального бездеформационного соединения соосных рулонов обычно применяют роликовые переходы ленты с одного уровня на другой. Для взаимодействия с магнитными головками обычно используют прямолинейный участок ленты, которым может быть и участок перехода ленты с одного уровня на другой, например, в МТЛ видеомагнитофонов.

Простейшая соосная модульная кассета (рис. 266) может быть смонтирована из двух ранее описанных одношпульных кассет, где корпус  $18$  верхней кассеты установлен над корпусом  $6$  нижней кассеты [69]. С трех сторон корпуса имеют трапециевидно-прямоугольные открытые наружу пазы  $1$ . Слева и справа кассеты между собой соединены планками  $2$  и  $9$  с двумя выступами типа «ласточкин хвост», а с нижней стороны планкой  $13$  с дополнительным наклонным пазом  $14$  и обводными роликами  $11$  и  $15$ . Паз  $14$  прикрывается планкой  $21$ . Кассеты снизу и сверху прикрыты прозрачными крышками  $20$ . Магнитная лента  $МЛ$  с нижней подающей катушки  $5$  по направляющим роликам  $3$ ,  $4$ ,  $7$  и  $8$  попадает в прикрытый паз  $1$  с правой

стороны соосной кассеты. Преломляясь в плоскости, лента участком 10 поступает на наклонные ролики 11 и 15, после чего, вновь преломляясь в плоскости, участком 16 поступает на направляющий

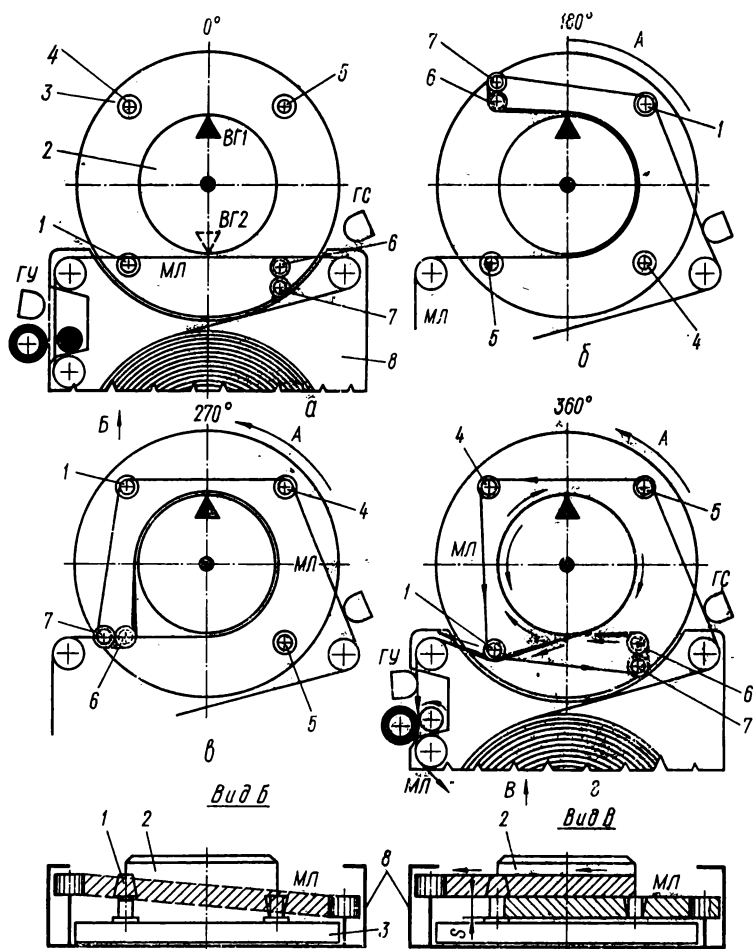


Рис. 265. Схема заправки видеоленты вокруг видеоблока одноголовочного видеомagnetofона.

ролик 17 (рис. 266, б). После ролика 17 лента поступает на верхнюю приемную катушку 19. Для взаимодействия с ведущими валами (обозначены затемненными кружочками) и прижимными роликами

(обозначены штриховыми линиями) используется прямолинейный участок ленты *МЛ* нижней кассеты.

Соосная кассета для аппарата многоканальной записи Р1-200 фирмы Р1 показана на рис. 267. Корпус кассеты состоит из двух коробчатых половин 2 и 13, выполненных из алюминиевого сплава литьем под давлением, в которых размещены подающая 3 и прием-

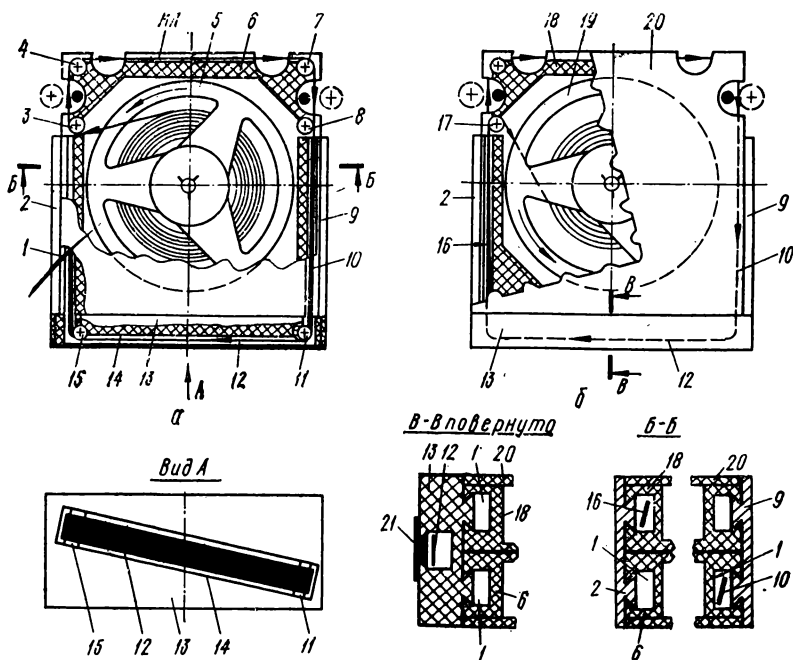


Рис. 266. Модульная соосная кассета:

а — вскрыта нижняя катушка; б — вскрыта верхняя катушка.

ная 15 катушки типа 2 № 27. Катушки установлены на подкатушниках 4 и 14, которые размещены на шарикоподшипниках 21 и 20 (отечественный аналог  $35 \times 47 \times 4$ ), которые в свою очередь, расположены на полых втулках 19 и 18 соответственно. Втулки укреплены жестко в коробчатых половинах корпуса. Зажимы катушек имеют вынесенные во внутрь втулки 19 корончатые концентрические пояски 22 и 23, соединяемые в МТЛ с концентрическими шпинделями наматывающих устройств (двигателей). Внутри нижней половины 13 корпуса выполнено окно 9 для обеспечения контакта наклонного участка ленты 10 с элементами рабочей зоны МТЛ (ведущий вал и магнитные головки обозначены штриховыми линиями).

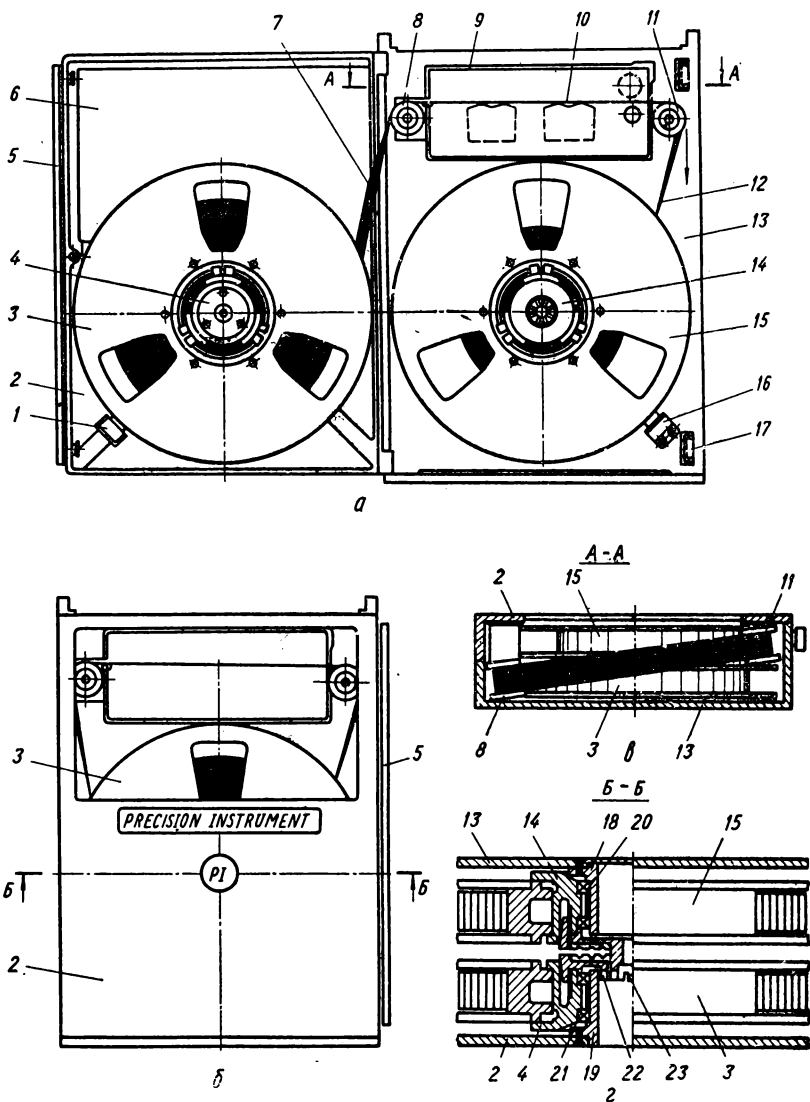


Рис. 267. Корпусная соосная кассета типа «раскрытая книга» фирмы PI.

По обеим сторонам окна размещены наклонные направляющие ролики 11 и 8 первый из них установлен на уровне приемной 15, второй — на уровне подающей катушки 3. Магнитная лента на обе катушки после направляющих роликов поступает участками 12 и 7, преломляясь в плоскости. Нижняя и верхняя катушки имеют тормозные устройства 16 и 1, предотвращающие самопроизвольное разматывание рулонов ленты в нерабочем состоянии. При установке соосной кассеты на МТЛ эти тормозные устройства растормаживаются. Обе половины корпуса соединены между собой шарнирно и при закрывании фиксируются замком 17. При снятии катушек с кассеты их можно устанавливать на типовых катушечных магнитофонах. Описанная кассета работает на скоростях движения магнитной ленты 25,4 мм от 4,76 до 152,4 см/с.

Корпусная соосная кассета для бортовых многоканальных магнитных самописцев аналоговой и цифровой записи в модели СС 1200-1 фирмы Fell Avionics [119] показана на рис. 268. Приемная 6 и подающая 5 катушки расположены по разные стороны от несущей плиты 7, которая имеет лицевую панель 8 с ручкой 9. С противоположной лицевой панели стороны размещены на несущей плите прижимной ролик 15 и направляющая стойка 16, стойка 17 перехода ленты 4 с одной стороны плиты на другую. С другой стороны плиты установлена вторая стойка 3 перехода ленты на подающую катушку 5. Приемная катушка через подшипниковый узел имеет выход на противоположную сторону к подающей в виде цилиндрического обода 10. Подающая катушка внутри своего зажима имеет фрикционный тормоз, обеспечивающий натяжение магнитной ленты при ее движении. При установке соосной кассеты в окно блока МТЛ обод 10 фрикционно соединяется с валом 2 наматывающего двигателя 1, а лента 4 входит в контакт с блоком магнитных головок 12 и прижимной ролик 15 — в контакт с ведущим валом 14, размещенными на МТЛ. Описанная соосная кассета работает в аппаратуре только в режимах записи и ускоренного хода вперед, в ней применены катушки типа 2 № 18 для магнитной ленты шириной 25,4 мм.

Компактная соосная кассета для бытовых цветной записи видеоманитофонов N-1500 [140] фирмы Philips показана на рис. 269. Кассета состоит из двух половин 4 и 8 пластмассового корпуса, в котором установлены нижняя подающая катушка 2 с рулоном ленты и верхний сердечник 3 с нижней щекой. Щеки сердечника и нижняя подающей катушки имеют зубцы по наружному ободу, в которые в нерабочем состоянии входят зубья храповичка, препятствующие перемещению рулонов относительно друг друга. Внутренние отверстия катушки и сердечника содержат ромбовидные зубья 20, расположенные вдоль оси вращения. Для центровки сердечника в верхней половине корпуса выполнен кольцевой выступ 19. В кор-

после кассеты свободно установлены фторопластовые ролики 10 и 12: один — на уровне нижнего подающего рулона, другой — на уровне верхнего приемного рулона. Оси вращения роликов и соосных рулонов параллельны друг другу. Ролики в верх-

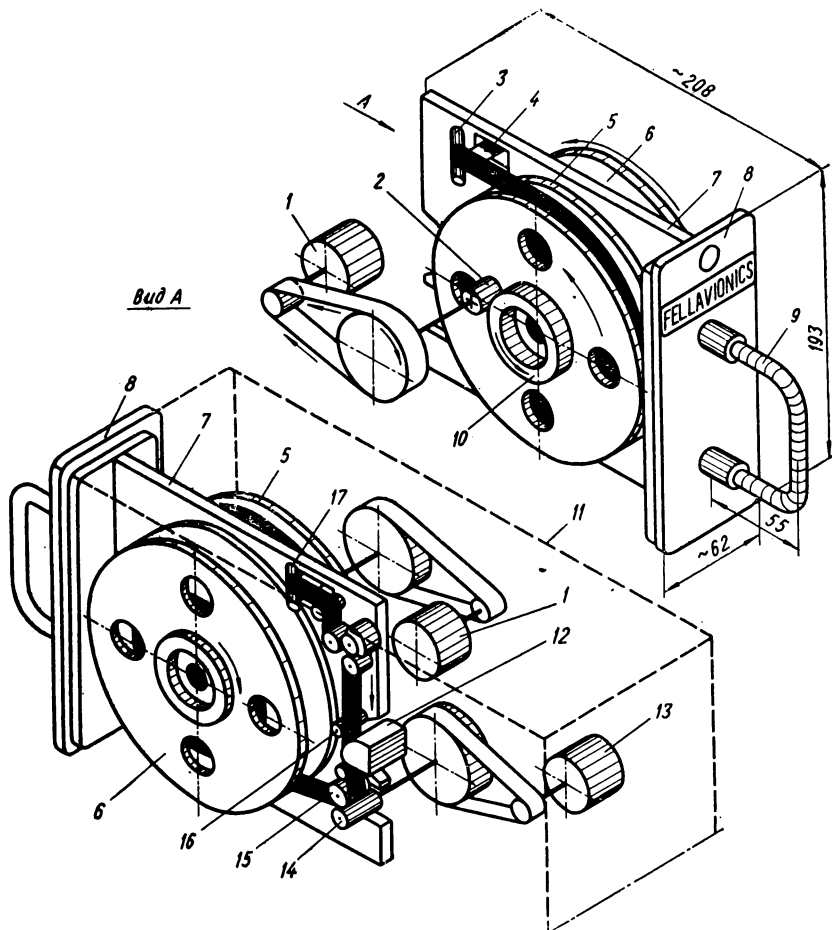


Рис. 268. Корпусная соосная кассета фирмы Fell Avionics.

ней части имеют заформованный стальной шарик 15 и точное центральное отверстие 16. Для удобства попадания отверстий роликов на стальные оси плиты МТЛ, на которых они вращаются, нижние части роликов и корпуса имеют заходный конус 17. Ролики

в кассете центрируются свободно специальными кольцевыми выступами 14. Наклонный участок 11 видеоленты размещается на роликах 10 и 12 и выходит свободно в полость выреза 9 корпуса кассеты.

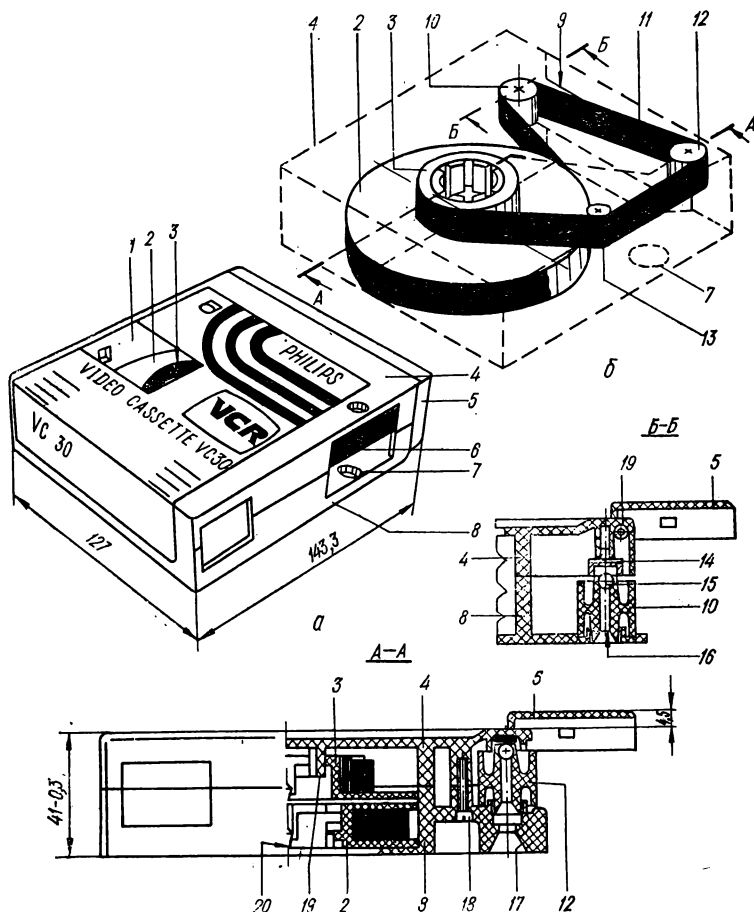


Рис. 269. Соосная видеокассета фирмы Philips:  
 а — внешний вид; б — тракт видеоленты

Для предохранения этого участка в нерабочем состоянии кассеты вырез корпуса прикрывается крышкой 5, поворачивающейся на оси 19 на угол более 90° при установке на блок МТЛ. В корпусе установлена еще одна направляющая стойка 13. С правой стороны кор-



пуса кассеты имеется окошко для прижимного ролика и универсальной магнитной головки МТЛ. Здесь же выполнено отверстие 7 под ведущий вал. Участок видеоленты 6 предназначен для взаимодействия ее с ведущим валом и универсальной головкой. На верхнем

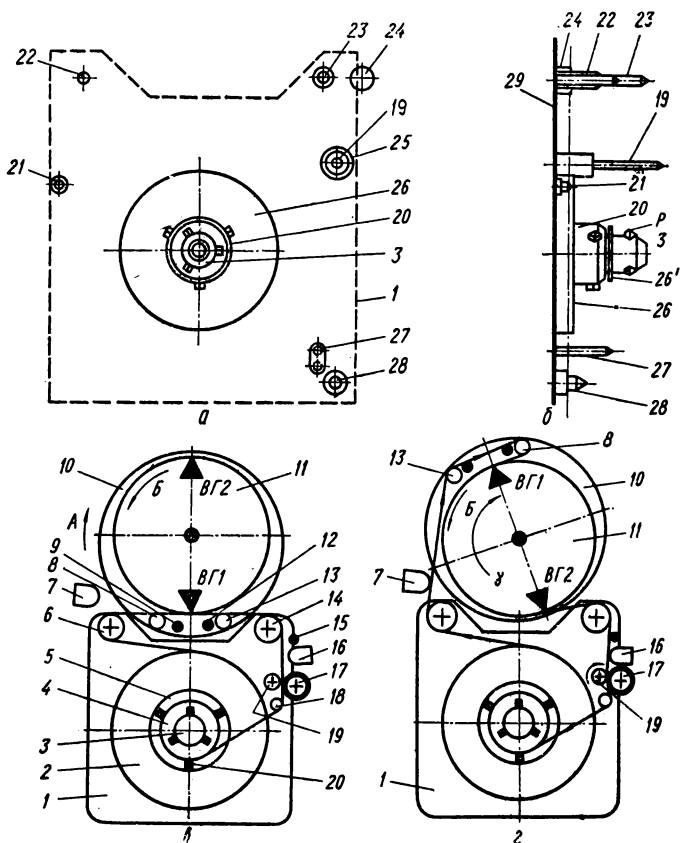


Рис. 270. Схемы установки и заправки видеоленты в тракт МТЛ видеомэагнитофона.

рулоне видеолента намотана рабочим слоем наружу, а на нижнем — во внутрь.

Устанавливается описанная кассета следующим образом. На несущей плите МТЛ (рис. 270, а, б) против центрального отверстия соосной кассеты 1 размещены два концентрических разного диаметра шпинделя 20 и 3, независимо вращающиеся относительно

друг друга. На цилиндрической поверхности шпинделей выполнены по три ромбовидных зубца  $P$ . Шпинделя имеют торцевые опорные кольцевые поверхности  $26$  и  $26'$  для нижней катушки и верхнего сердечника кассеты. На несущей плите установлены также стальные оси  $22$  (короткая) и  $23$  (длинная) для фиксации положения и свободного вращения направляющих роликов  $6$  и  $14$  кассеты. Кроме того, на плите установлены фиксаторы  $28$ ,  $24$  и  $21$  для фиксации положения корпуса и подвижный штырь  $27$  отвода храповика фиксации катушки и сердечника соосной кассеты. В зоне пространства, занимаемого кассетой, в отверстии ее  $25$  размещен ведущий вал  $19$ . В зоне выреза кассеты (рис. 270, в) между роликами  $6$  и  $14$  размещается поворотная платформа  $10$  с конусными стойками  $8$  и  $13$ , цилиндрическими штырями  $9$  и  $12$ . На видеоблоке  $11$  в верхнем вращающемся барабане размещены видеоголовки  $BГ1$  и  $BГ2$ . При установке кассеты на МТЛ наклонный участок видеоленты располагается между барабаном видеоблока  $11$  и стойками  $8$  и  $13$  платформы. При повороте платформы и барабанов видеоблока на угол  $\gamma > 180^\circ$  (рис. 270, з) видеолента обхватывает видеоблок на  $180^\circ$  и входит в контакт с головкой стирания  $7$ . В правое окно корпуса кассеты входит рычаг с прижимным роликом  $17$ , универсальной головкой  $16$  и направляющей стойкой  $15$ . При вращении ведущего вала  $19$  видеолента транспортируется по обозначенному стрелками тракту кассеты и видеоблока. При ускоренных перемотках лента возвращается в исходное состояние (рис. 270, в). Емкость соосной кассеты VC-30 500 м и VC-45 750 м с видеолентой толщиной 20,5 мкм при ширине 12,7 мм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов В. А., Вичес А. И., Гитлиц М. В. Точная магнитная запись. М., «Энергия», 1973. 280 с. с ил.
2. Александров М. П. Тормозные устройства в машиностроении. М., «Машиностроение», 1965. 676 с. с ил.
3. Атей С. Устройства записи на магнитную ленту (Пер. с англ. под ред. В. Г. Королькова). М., «Энергия», 1969. 200 с. с ил.
4. Барбанель С. Р., Проворнов С. М., Соломоник А. В. Кинопроекционная и звуковоспроизводящая аппаратура. М., «Искусство», 1964. 367 с. с ил.
5. Барбанель С. Р., Соломоник А. В. Новые механизмы кинопроекционной аппаратуры. М., «Искусство», 1967. 205 с. с ил.
6. Брюль и Кьер. Дания. Портативные измерительные магнитофоны серии 7000 и 7001. 1965. 4 с. с ил.
7. Брюль и Кьер. Дания. Портативные измерительные магнитофоны серии 7003 и 7004. 1974. 122 с. с ил.
8. Бургов В. А. Основы кинотелевизионной техники. М., «Искусство», 1964. 613 с. с ил.
9. Варанаускас П. А., Рагульскис К. М. Лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР, № 240298. — «Бюл. изобрет.», 1969, № 2.
10. Ведущий узел лентопротяжного механизма магнитофона. Авт. свидет. СССР, № 354463. — «Бюл. изобрет.», 1972, № 30. Авт.: В. И. Переверзев, Л. В. Гусев, И. М. Анисимов, Т. Б. Гусева.

11. **Видеограммы на магнитной ленте для международного обмена программами черно-белого телевидения.** Бухарест, октябрь, 1967. Рекомендация № 60. ТК ОИРТ. Докл. ТК-XIX-25.
12. **Винкель Ф.** Техника магнитной записи (Пер. с нем. под ред. М. А. Розенблата). М., «Изд-во иностр. лит.», 1962. 514 с. с ил.
13. **Гловацкий Е. К., Кукула В. П., Травников Е. Н.** Некоторые предпосылки к классификации лентопротяжных механизмов аппаратуры магнитной записи.— «Выпуск радиоэлектроники. Сер. общетехн.» М., 1968, № 16, с. 76—83.
14. **Голдовский Е. М.** Основы кинотехники. М., «Искусство», 1965. 635 с. с ил.
15. **Детали машин.** Москва—Киев., «Машгиз», 1962. 601 с. с ил. Авт.: В. А. Добровольский, К. Н. Заблонский, С. П. Мак, А. С. Радчик, Л. Б. Эрлих.
16. **Дорошенко В. И., Муравьев Г. Г.** К вопросу о лентопротяжных механизмах с пружинным замыканием катушек. «Выпуск радиоэлектроники. Сер. общетехн.» М., 1968, № 16 с. 60—75.
17. **Запись и воспроизведение информации.** Термины и определения. ГОСТ 13699—74. Взамен ГОСТ 13699—68. Введен 1/VII 1975.
18. **Коган Б. М., Адасько В. И., Пуре Р. Р.** Запоминающие устройства большой емкости. М., «Энергия», 1968. 319 с. с ил.
19. **Карл Цейс Иена. ГДР.** Устройство магнитной записи вычислительной машины ZMB-51 и ZMB-101. 1970. 8 с. с ил.
20. **Ковалевский Б. М., Травников Е. Н., Онашко А. Г.** Лентопротяжный механизм для кольцевой ленты. Авт. свидет. СССР, № 282697.— «Бюл. изобрет.», 1970, № 30.
21. **Ковалевский Б. М., Травников Е. Н., Писаренко В. И.** Устройство транспортирования магнитной ленты. Авт. свидет. СССР, № 394844.— «Бюл. изобрет.», 1973, № 34.
22. **Козырев А. В., Фабрик М. А.** Конструирование любительских магнитофонов. М., «ДОСААФ», 1973. 239 с. с ил.
23. **Колищук В. Т., Травников Е. Н.** Конструирование и расчет магнитофонов. Киев, «Техніка», 1965. 390 с. с ил.
24. **Курбатов Н. В., Яновский Е. Б.** Узлы и детали магнитофонов. М., «Энергия», 1965. 104 с. с ил.
25. **Лентопротяжный механизм.** 1969. 4 с. (МРП СССР. Информ. листок № 019574).
26. **Лентопротяжный механизм.** Авт. свидет. СССР, № 364022.— «Бюл. изобрет.» 1973, № 4. Авт.: Травников Е. Н. и др.
27. **Лентопротяжный механизм видеомагнитофона.** Авт. свидет. СССР, № 301737.— «Бюл. изобрет.», 1971, № 14. Авт.: Травников Е. Н. и др.
28. **ЛОМО (Ленинградское оптико-механическое объединение).** СССР. Профессиональный студийный видеомагнитофон «Электрон-2». 1970. 4 с. с ил.
29. **Малогобаритный видеомагнитофон ЛОМО типа ВК-1/2.**— «Техника-кино и телевидения», 1972, № 1, с. 38—45. Авт.: Шульман М. Г. и др.
30. **Мелик-Степанян А. М.** Лентопротяжные механизмы с упругосвязанными бобинами.— «Техника кино и телевидения», 1969, № 11, с. 27—32.
31. **Мелик-Степанян А. М.** Механизмы транспортирования носителей сигналов с упругосвязанными катушками.— «Техника кино и телевидения», 1971, № 7, с. 20—23.
32. **Мелик-Степанян А. М.** Механизмы транспортирования неперфорированной ленты. Л., Изд-во Ленингр. ин-та киноинж., 1974. 60 с. с ил.
33. **Мелик-Степанян А. М., Проворнов С. М.** Детали и механизмы киноаппаратуры. М., «Искусство», 1959. 432 с. с ил.
34. **Михневич А. В.** Лентопротяжные механизмы. М., «Энергия», 1971. 88 с. с ил.

35. **Новый** лентопротяжный механизм.— «Бюл. иностр. информ. ТАСС», 1972, № 3, с. 57—58.
36. **Орлов П. И.** Основы конструирования. М., «Машиностроение», 1968. 568 с. с ил.
37. **Пахомов Ю. Д.** Зарубежные магнитофоны. М.—Л., Госэнергоиздат, 1961. 167 с. с ил.
38. **Пахомов Ю. Д.** Специализированные магнитофоны. М., «Энергия», 1972. 72 с. с ил.
39. **Первицкий Ю. Д.** Расчет и конструирование точных механизмов. М. — Л., «Машиностроение», 1965. 548 с. с ил.
40. **Писаренко В. И., Травников Е. Н., Ковалевский Б. М.** Реверсивный ведущий узел. Авт. свидет. СССР, № 390571.— «Бюл. изобрет.», 1973, № 30.
41. **Прецизионное** устройство транспортирования магнитной ленты. 1971, 4 с. (МРП СССР. Информ. листок № 022591).
42. **Приемный** и подающий узел старт-стопного лентопротяжного механизма. 1970. 4 с. (МРП СССР. Информ. листок № 021158).
43. **Приемно-подающий** соосный узел малогабаритного лентопротяжного механизма. 1967. 4 с. (МРП СССР. Информ. листок № 015534).
44. **Раковский В. В.** Измерения в аппаратуре записи звука кинофильмов. М., «Искусство», 1962. 403 с. с ил.
45. **Расчетные** табличные зависимости времени работы лентопротяжных механизмов. 1971. 4 с. (МРП СССР. Информ. листок № 022590).
46. **Руденко Т. Е., Травников Е. Н., Кабабчан А. Н.** Реверсивный лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР. № 298945.— «Бюл. изобрет.», 1971, № 11.
47. **Смирнов Ю. Л.** Лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР, № 146996.— «Бюл. изобрет.», 1962, № 9.
48. **Спильник А. А., Травников Е. Н.** Ведущие узлы лентопротяжных механизмов аппаратуры магнитной записи.— «Обзор состояния отдельных вопросов радиоэлектроники». 1967, вып. 18. 87 с. с ил.
49. **Спильник А. А., Травников Е. Н.** Кинематические схемы лентопротяжных механизмов аппаратуры магнитной записи.— «Обзор состояния отдельных вопросов радиоэлектроники». 1967, вып. 45. 124 с. с ил.
50. **Спильник А. А., Травников Е. Н., Осмоловский В. М.** Механический фильтр для лентопротяжного механизма. Авт. свидет. СССР, № 236799.— «Бюл. изобрет.», 1969. № 7.
51. **Тельнов Н. И.** Современные методы и аппаратура магнитной записи изображений.— «Техника кино и телевидения», 1968, № 9, с. 72—82.
52. **Техника** магнитной видеозаписи. М., «Энергия», 1970. 328 с. с ил. Авт.: А. В. Гончаров, В. И. Лазарев, В. И. Пархоменко, А. Б. Штейн.
53. **Травников Е. Н., Кисленко А. Я.** Ведущий узел лентопротяжного механизма. Авт. свидет. СССР, № 187349.— «Бюл. изобрет.», 1966, № 20.
54. **Травников Е. Н., Ковалевский Б. М., Кукла В. П.** Лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР, № 369620.— «Бюл. изобрет.», 1973, № 10.
55. **Травников Е. Н., Ковалевский Б. М.** Лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР, № 324648.— «Бюл. изобрет.», 1972, № 2.
56. **Травников Е. Н., Ковалевский Б. М., Писаренко В. И.** Реверсивный лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР, № 337811.— «Бюл. изобрет.», 1972, № 15.
57. **Травников Е. Н., Ковалевский Б. М.** Устройство транспортирования магнитной ленты. Авт. Свидет. СССР, № 438041 — «Бюл. изобрет.», 1974, № 28.
58. **Травников Е. Н., Кукла В. П., Гловацкий Е. К.** Устройство транспортирования магнитной ленты. Авт. свидет. СССР. № 244633.— «Бюл. изобрет.», 1969, № 18.

59. Травников Е. Н., Писаренко В. И., Кукла В. П. Лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР, № 294168.— «Бюл. изобрет.», 1971, № 6.
60. Травников Е. Н., Спильник А. А., Шайтан Л. Н. Устройство для перемещения магнитной ленты. Авт. свидет. СССР, № 354462.— «Бюл. изобрет.», 1972, № 30.
61. Травников Е. Н., Тищенко В. П. Лентопротяжный механизм для кольца магнитной ленты. Авт. свидет. СССР, № 196389.— «Бюл. изобрет.», 1967, № 11.
62. Травников Е. Н., Травников А. Н. Кассета для магнитной ленты. Авт. свидет. СССР, № 337810.— «Бюл. изобрет.», 1972, № 15.
63. Травников Е. Н., Травников А. Н. Лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР, № 343297.— «Бюл. изобрет.», 1972, № 20.
64. Травников Е. Н., Травников А. Н. Устройство транспортирования магнитной ленты. Авт. свидет. СССР, № 369618.— «Бюл. изобрет.», 1973, № 10.
65. Травников Е. Н., Травников А. Н., Шиян В. М. Лентопротяжный механизм видеомагнитофона. Авт. свидет. СССР, № 279097.— «Бюл. изобрет.», 1970, № 26.
66. Травников Е. Н., Травников А. Н., Шиян В. М. Лентопротяжный рулонный механизм. Авт. свидет. СССР, № 286278.— «Бюл. изобрет.», 1970, № 34.
67. Травников Е. Н. Универсальная кассета «Викторит». Авт. свидет. СССР, № 487415.— «Бюл. изобрет.», 1975, № 37.
68. Травников Е. Н. Универсальный лентопротяжный механизм видеомагнитофона. Авт. свидет. СССР, № 338913.— «Бюл. изобрет.», 1972, № 16.
69. Травников Е. Н. Универсальная соосная кассета. Авт. свидет. СССР, № 429462.— «Бюл. изобрет.», 1974, № 19.
70. Травников Е. Н., Шахбазян С. В. Устройство для намотки ленты. Авт. свидет. СССР, № 369088.— «Бюл. изобрет.», 1973, № 10.
71. Травников Е. Н., Шиян В. М. Лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР, № 282693.— «Бюл. изобрет.», 1970, № 30.
72. Травников Е. Н., Шиян В. М. Лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР, № 313220.— «Бюл. изобрет.», 1971, № 26.
73. Травников Е. Н., Шиян В. М., Русаков В. В. Кольцевой лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР, № 315207.— «Бюл. изобрет.», 1971, № 28.
74. Травников Е. Н., Шиян В. М., Русаков В. В. Устройство транспортирования магнитной ленты. Авт. свидет. СССР, № 402934.— «Бюл. изобрет.», 1973, № 42.
75. Травников Е. Н., Шиян В. М., Тищенко В. П. Устройство для транспортирования магнитной перфоленты. Авт. свидет. СССР, № 260920.— «Бюл. изобрет.», 1970, № 4.
76. Травников Е. Н., Шиян В. М., Травников А. Н. Устройство для транспортирования магнитной ленты. Авт. свидет. СССР, № 278154.— «Бюл. изобрет.», 1970, № 25.
77. Травников Е. Н., Шиян В. М., Травников А. Н. Устройство для протягивания магнитной ленты. Авт. свидет. СССР, № 290314.— «Бюл. изобрет.», 1971, № 2.
78. Травников Е. Н., Шиян В. М., Травников А. Н. Устройство для транспортирования магнитной ленты. Авт. свидет. СССР, № 295134.— «Бюл. изобрет.», 1971, № 7.
79. Травников Е. Н. Экономичный лентопротяжный механизм. Авт. свидет. СССР, № 483701.— «Бюл. изобрет.», 1975, № 33.
80. Травников Е. Н. Экономичная приставка лентопротяжного механизма. Авт. свидет. СССР, № 442511.— «Бюл. изобрет.», 1974, № 33.
81. Травников Е. Н. Экспериментальная приставка для перезаписи музыкальных программ на базе магнитофона «Днепр-10». Проспект экспоната на XX выставке творчества радиолюбителей в г. Москве, 1960.

82. **Устройство** для транспортирования магнитной ленты. Авт. свидет. СССР, № 278155.— «Бюл. изобрет.», 1970, № 25. Авт.: Спильник А. А. и др.
83. **Хогленд А. С.** Цифровая магнитная запись (Пер. с англ. под ред. О. П. Васильева) М., «Советское радио», 1967. 280 с. с ил.
84. **Шмырев В. И.** Кинофильм и кинопроекционная аппаратура. М., «Искусство», 1964. 536 с. с ил.
85. **Электронимпекс.** Венгрия. Магнитофон «Супер-М20». 1967. 30 с. с ил.
86. **Электронимпекс.** Венгрия. Аппарат многоканальной записи HR-40. 1962. 4 с. с ил.
87. **Электронимпекс.** Венгрия. Студийный магнитофон ШТМ-200. 1967. 6 с. с ил.
88. **АКАИ Corporation.** Япония. Видеомагнитофон с встроенным стереомагнитофоном X-500 VT [б. г.]. 17 с. с ил. На англ. яз.
89. **АКАИ Corporation.** Япония. Видеомагнитофон VT-700. [б. г.]. 6 с. с ил. На англ. яз.
90. **АКАИ Corporation.** Япония. Стереомагнитофон M-11D с реверсивным движением ленты. [б. г.]. 4 с. с ил. На англ. яз.
91. **АКАИ Corporation.** Япония. Стереомагнитофон X-2000SD. [б. г.]. 2 с. с ил. На англ. яз.
92. **AMPEX Corporation.** США. Бортовое запоминающее устройство АТМ-13. 1965. 4 с. с ил. На англ. яз.
93. **AMPEX Corporation.** США. Видеомагнитофон для записи радиолокационных сигналов VR-660. 1969. 4 с. с ил. На англ. яз.
94. **AMPEX Corporation.** США. Кассетный рекламный видеомагнитофон АСR-25. 1972. 8 с. с ил. На англ. яз.
95. **AMPEX Corporation.** США. Кольцевое устройство аналоговой записи VB-400. 1969. 4 с. с ил. На англ. яз.
96. **AMPEX Corporation.** США. Портативный магнитофон FR-1300. 1964. 4 с. с ил. На англ. яз.
97. **AMPEX Corporation.** США. Портативный репортерский видеомагнитофон VR-3000. 1969. 4 с. с ил. На англ. яз.
98. **AMPEX Corporation.** США. Портативное устройство PR-500. 1969. 6 с. с ил. На англ. яз.
99. **AMPEX Corporation.** США. Профессиональный видеомагнитофон VR-1200B. 1965. 4 с. с ил. На англ. яз.
100. **AMPEX Corporation.** США. Профессиональный видеомагнитофон VR-2000 B. 1967. 8 с. с ил. На англ. яз.
101. **AMPEX Corporation.** США. Профессиональный видеомагнитофон III поколения AVR-1. 1973. 8 с. с ил. На англ. яз.
102. **AMPEX Corporation.** США. Полупрофессиональный одноголовочный видеомагнитофон VR-7900. 1973. 6 с. с ил. На англ. яз.
103. **AMPEX Corporation.** США. Самолетные портативные записывающие аппараты широкополосной записи AR-1600 и AR-1700. 1970. 6 с. с ил. На англ. яз.
104. **AMPEX Corporation.** США. Самолетный портативный регистратор AR-200. 1960. 4 с. с ил. На англ. яз.
105. **AMPEX Corporation.** США. Студийный магнитофон на 24 канала MM1100. 1973. 8 с. с ил. На англ. яз.
106. **AMPEX Corporation.** США. Усовершенствованная кассета PC-800. 1972. 4 с. с ил. На англ. яз.
107. **AMPEX Corporation.** США. Устройство широкополосной аналоговой записи FR-1600. 1969. 4 с. с ил. На англ. яз.
108. **AMPEX Corporation.** США. Устройство широкополосной аналоговой записи PR-2200A. 1974. 10 с. с ил. На англ. яз.
109. **AMPEX Corporation.** США. Устройство широкополосной аналоговой и цифровой записи FR-2000. 1970. 8 с. с ил. На англ. яз.

110. **BASF Corporation**. ФРГ. Новая усовершенствованная кассета. 1973. 4 с. с ил. На нем. яз.
111. **Bosch Fernseh** ФРГ. Профессиональный видеомагнитофон III поколения BCM-40E. 1973. 12 с. с ил. На нем. яз.
112. **Common Robert**. Tri capstan driv web tensi oner. Пат. США кл. 226—195, № 3421674 от 26. 5. 1967.
113. **CEC** (Coc Electric Comrani), филиал в Чикаго Data-stor. США. Аппараты магнитной записи моделей 750—7700, MR-43, 750-8000, 750-7300, 33600. 1961. 65 с. На англ. яз.
114. **Das elektronisch gesteuerte Basis — Laufwerk** (Информационное сообщение фирмы Philips о новых магнитофонах).— «Funk-Technik», № 19, 1973, 723—726 с. с ил. На нем. яз.
115. **Diamond Power**. США. Полупрофессиональный видеомагнитофон DP-2 и DP-3. 1970. 4 с. с ил. На англ. яз.
116. **EMI Electronics LTD**. Англия. Аппарат многоканальной записи TD-4. 1961. 12 с. с ил. На англ. яз.
117. **Epsilon LTD**. Англия. Долговременное запоминающее устройство вычислительной машины MR-1600. 1965. 40 с. с ил. На англ. яз.
118. **Esachi Hanjiro**, Machida Tetsuo. Кольцевая рулонная кассета. Заявитель Sony Corporations. (Япония), Пат. Швейцарии № 503344 от 17/VII 1969.
119. **Fell Avionics**. США. Аппаратура магнитной записи CC-1200. 1965. 6 с. с ил. На англ. яз.
120. **Genisco Corporation**. США. Аппаратура магнитной записи самолетных самописцев 10-286A и 10-276A. 1964. 4 с. с ил. На англ. яз.
121. **Grundig**. ФРГ. Полупрофессиональный видеомагнитофон ВК-200. 1970. 8 с. с ил. На нем. яз.
122. **Grundlagen der magnetischen Signalspeicherung**. В 4-х ч. Под ред. Х. Фельца. Ч. 2, 4. Берлин. «Академия», 1968—1970. На нем. яз.
123. **IVC** (International Video Corporations). США. Видеомагнитофоны моделей IVC-601, IVC-801, IVC-871 и IVC-900. 1969. 16 с. с ил. На англ. яз.
124. **IVC**. США. Профессиональный видеомагнитофон IVC-9000. 1974. 6 с. с ил. На англ. яз.
125. **Iorgesen L. V.** Кассета для киноленты. Пат. США, № 3582014 от 1/VI, 1970.
126. **Leach Corporation**. США. Аппарат магнитной записи MT-3200. 1966. 4 с. с ил. На англ. яз.
127. **Leach Corporation**. США. Бортовое запоминающее устройство серии 2000. 1966. 4 с. с ил. На англ. яз.
128. **Lowe Opta**. ФРГ. Полупрофессиональный видеомагнитофон «Optacord-600». 1969. 4 с. с ил. На нем. яз.
129. **Margaret A. Maas**. Vacuum Frees Friction-Frozen Reel Rotation. Desing News. 1970. V. 25, № 4, p. 34—35.
130. **Memorex Corporation**. США. Вычислительная машина «Quantum CX». 1970. 12 с. с ил. На англ. яз.
131. **Memorex Corporation**. США. Одношпульная кассета MT/ST, MT/SC, 50. 1970. 4 с. с ил. На англ. яз.
132. **Mincor Ticor Corporation**. США. Аппарат магнитной записи с дифференциальным ведущим валом. 1967. 4 с. с ил. На англ. яз.
133. **Monsellato Aldo**. Лентопротяжный механизм. Пат. Италии № 610117 от 4/VI 1959.
134. **National Matsusita**. Япония. Стереомангнитофон с реверсивным рабочим ходом модели RS-790S. 1970. 22 с. с ил. На англ. яз.
135. **Newell Chester**. Лентопротяжный механизм. Пат. США. кл. 242-192, № 3526371 от 29/IV 1968.

136. **Newell Industries.** США. Аппарат цифровой записи модели ADR-2015. 1973. 4 с. с ил. На англ. яз.
137. **Newell Industries.** США. Аппарат широкополосной аналоговой записи AV-15000. 1970. 4 с. с ил. На англ. яз.
138. **Philips.** Голландия. Аппаратура Analog 7 (14). [б. г.], 35 с. с ил. На англ. яз.
139. **Philips.** Голландия. Бытовой видеомагнитофон LDL-1000. 1969. 4 с. с ил. На нем. яз.
140. **Philips.** Голландия. Бытовой кассетный видеомагнитофон N- 1500. 1971. 8 с. с ил. На нем. яз.
141. **Philips.** Голландия. Кольцевой накопитель Метолоор [б. г.], 4 с. с ил. На нем. яз.
142. **PI (Precision Instrument) Company.** США. Малогабаритный магнитофон PI-300. 1965. 12 с. с ил. На англ. яз.
143. **PI Company.** США. Малогабаритный магнитофон PS-303M. 1966. 4 с. с ил. На англ. яз.
144. **PI Company.** США. Портативный регистратор PI-200. 1960. 6 с. с ил. На англ. яз.
145. **PI Company.** США. Портативный регистратор со сменной кассетой PS-207. 1963. 8 с. с ил. На нем. яз.
146. **RCA (Radio Corporations of Amerika).** Профессиональный видеомагнитофон TR-5. 1966. 6 с. с ил. На англ. яз.
147. **Ralf Parsons Electronics Company.** США. Самолетный магнитофон AIR-2460. 1967. 6 с. с ил. На англ. яз.
148. **Schlumberger.** Франция. Магнитофон DS-160. [б. г.] 4 с. с ил. На англ. яз.
149. **Schlumberger.** Франция. Малогабаритный магнитофон MP 5419-5421. 1974. 8 с. с ил. На франц. яз.
150. **Schlumberger.** Франция. Многоканальное записывающее устройство ML-1600. 4 с. с ил. На англ. яз.
151. **Schlumberger.** Франция. Самолетный регистратор ME-4023. 1969. 4 с. с ил. На англ. яз.
152. **Schlumberger.** Франция. Самолетный самописец ME-1097. 1969. 4 с. с ил. На англ. яз.
153. **Sfilm Corporation.** Франция. Магнитофон AD-1010. 1965. 4 с. с ил. На англ. яз.
154. **Siemens Halske.** ФРГ. Аппаратура звукозаписи кино 16 M/R. 1966. 40 с. с ил. На нем. яз.
155. **Sondscriber Monitor.** США. Аппаратура звукозаписи поперечно-строчным способом S-124. 1963. 8 с. с ил. На нем. яз.
156. **Sony Corporation.** Япония. Видеомагнитофон AV-5100. 1970. 4. с. с ил. На англ. яз.
157. **Sony Corporation.** Япония. Видеомагнитофон для цветной записи изображений EV-310 CE. 1969. 4 с. с ил. На англ. яз.
158. **Sony Corporation.** Япония. Полупрофессиональный видеомагнитофон PV-100. 1964. 6 с. с ил. На англ. яз.
159. **Sony Corporation.** Япония. Портативный видеомагнитофон AV-3400. 1966. 10 с. с ил. На англ. яз.
160. **Stellavox.** Швейцария. Приставка к профессиональному магнитофону SP-7. 1973. 2 с. с ил. На нем. яз.



## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
Глава I. Принцип действия и основные параметры механизмов транспортирования магнитной ленты . . . . .	5
1. Принцип действия и классификация механизмов транспортирования магнитной ленты . . . . .	5
2. Способы магнитной записи . . . . .	10
3. Основные параметры механизмов транспортирования магнитной ленты . . . . .	14
Глава II. Расчет механизмов транспортирования ленты . . . . .	31
1. Общий и упрощенный методы расчета механизмов транспортирования ленты . . . . .	31
2. Расчет элементов основных узлов МТЛ . . . . .	45
Глава III. Кинематические схемы механизмов транспортирования ленты . . . . .	53
1. Механизмы транспортирования ленты с кольцевыми накопителями . . . . .	53
2. Механизмы транспортирования ленты с рулонными плоскоразмещенными накопителями . . . . .	65
3. Механизмы транспортирования ленты с пространственным размещением рулонов . . . . .	82
Глава IV. Кинематические схемы рабочих зон . . . . .	102
1. Взаимодействие ленты с магнитными головками и конструктивными элементами . . . . .	102
2. Формообразование трактов ленты в рабочих зонах . . . . .	141
3. Распространенные по видам записи тракты ленты рабочих зон . . . . .	153
Глава V. Конструктивное исполнение блоков и узлов рабочих зон . . . . .	196
1. Блоки рабочих зон . . . . .	196
2. Ведущие узлы прямого привода . . . . .	206
3. Ведущие узлы косвенного привода . . . . .	218
4. Ведущие узлы комбинированного привода . . . . .	248
5. Узлы и детали устройств транспортирования ленты . . . . .	250
6. Конструкции несущих элементов рабочих зон . . . . .	296
Глава VI. Стабилизация движения магнитной ленты . . . . .	304
1. Механическая стабилизация скорости . . . . .	304
2. Электромеханическая стабилизация скорости . . . . .	326
Глава VII. Блоки вращающихся видеоголовок . . . . .	337
1. Видеоблоки наклонно-строчной записи . . . . .	337
2. Видеоблоки поперечно-строчной записи . . . . .	356
Глава VIII. Накопительные устройства магнитной ленты . . . . .	361
1. Способы накопления, размещения и хранения магнитной ленты . . . . .	361
2. Активные приемные и подающие узлы . . . . .	383
3. Пассивные приемные и подающие узлы . . . . .	401
4. Тормозные устройства . . . . .	412
Глава IX. Кассеты для магнитной ленты . . . . .	421
1. Кольцевые кассеты . . . . .	421
2. Рулонные кассеты с плотной намоткой ленты . . . . .	433
Литература . . . . .	457

1руб. 53коп.

