

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ КАССЕТНЫХ ДЕК

*Изложенная версия событий
отражает личное мнение автора и
никак не связана с упомянутыми здесь
компаниями и торговыми марками.*

За последнее время у меня накопился большой объем разрозненной информации по кассетным декам. Многие из этих материалов сегодня доступны в первоисточниках, но по отдельности они не позволяют представить весь процесс развития данной техники. Только поняв на каком этапе появилась та или иная модель можно объективно оценить ее возможности и место в истории. С этой целью и была написана предлагаемая статья.

1. СТАНОВЛЕНИЕ (1963-1972)

Как известно, формат компакт-кассеты был предложен компанией *Philips* в **1963** году в качестве удобного носителя для повседневного использования. Первым серийным магнитофоном, предназначенным для работы с компакт-кассетой становится *Philips FL3300*. Его частотный диапазон составлял от 120 до 6000 Гц. В то время такие магнитофоны имели портативную конструкцию, батарейное питание, а также встроенные усилитель мощности и динамик.



*Рис. 1 – Philips FL3300.
Первый кассетный магнитофон.*

Но одновременно на рынке появляется еще несколько форматов кассет, обеспечивавших более высокое качество записи. И чтобы удержать свои позиции компакт-кассете необходимо было утвердиться на рынке и повысить качество звучания.

Путем к успеху стало соглашение о сотрудничестве между разработчиком формата – голландской компанией *Philips* и японским производителем электроники – фирмой *Sony*, а также отказ первой от авторских отчислений.

В **1966** году фирма *Sony* выпускает свой первый кассетный магнитофон *TC-100*, в котором использовались кнопки управления лентопротяжным механизмом в стиле клавиш пианино. Такие кнопки впоследствии станут классическими и будут использоваться многими производителями.



*Рис. 2 – Sony TC-100. Первый магнитофон
с классическими клавишами.*

В том же году компания *Matsushita* начинает OEM-производство магнитофонов *Philips* под маркой *National EL-3301T*.

В **1967** году, в результате переговоров с компанией *Philips*, формат компакт-кассеты фактически становится открытым. В Японии к производству кассетных магнитофонов присоединяются компании *Aiwa*, *Hitachi*, *Sanyo* и *Victor*.

В том же году компания *Philips* выпускает первый стереофонический кассетный магнитофон *FL3312*. С незначительными изменениями эта модель будет выпускаться под маркой *Ampex Micro 85*.

Одновременно происходят качественные изменения в технологии производства магнитной ленты. К изготовлению компакт-кассет, кроме фирмы *BASF*, которая изначально занималась их производством, присоединяются компании *Agfa*, *Hitachi/Maxell*, *Sony* и *TDK*. Появляются магнитные ленты *Low noise* с пониженным уровнем шума, а также компакт-кассеты с продолжительностью записи 120 минут. В результате данный формат набирает популярность и обходит своих конкурентов.



Рис. 3 – Philips FL3312. Первый стереофонический магнитофон.



Рис. 4 – Диктофон Sony TC-50.

В **1968** г. компания *Sony* выпускает легендарный профессиональный диктофон *TC-50*, удачно сочетавший компактные размеры, качество записи и надежность. В это время переносные устройства набирают популярность (см. Приложение 3). А этим диктофоном можно было управлять одной рукой. Серийные образцы данной модели без каких-либо доработок были включены в экипировку астронавтов космического корабля *Аполлон-7*. Позднее этот диктофон будет считаться прототипом кассетных плееров *Walkman*.

Одновременно выходит модель *Sony TC-125*, которую можно считать первой стереофонической кассетной декой. В ней отсутствовал встроенный усилитель мощности, использовалась автоматическая регулировка уровня записи, а также был установлен фильтр для снижения шума магнитной ленты. В то время кассетные деки имели горизонтальную компоновку корпуса, имитирующую привычные формы проигрывателя виниловых пластинок. Дорогие модели оснащались прозрачной крышкой для защиты от пыли.

В том же году компания *TDK* выпускает кассеты *Super Dynamic* с заявленным диапазоном частот 30-20000 Гц. Магнитные частицы в рабочем слое этой ленты имели меньшие размеры и более однородную поверхность. Это позволило увеличить количество частиц на единицу объема и соответственно повысить остаточную намагниченность ленты. В следующем году



Рис. 5 – TDK Super Dynamic.

появляются кассеты *TDK Extra Dynamic (The Audiophile Tape)* с заявленным диапазоном частот 20-23000 Гц.

В **1969** году компания *Harman/Kardon* выпускает кассетную деку *CAD-4* с классическими стрелочными индикаторами и ручной регулировкой уровня записи.

В том же году компания *Philips* выпускает первый кассетный магнитофон *N2401* с чейнджером *N6711* для непрерывного воспроизведения 6 компакт-кассет. Чейнджер также позволял автоматически переворачивать кассеты для выполнения функции *реверса*.



Рис. 6 – BASF Chromdioxid. Первая кассета типа II.

Но, несмотря на полученные результаты, разработчик компакт-кассеты продолжал относиться к данному формату как к недорогому носителю, не претендующему на высокое качество звучания. В результате дальнейшее развитие кассетных дек будет связано с другими производителями.

В **1970** г. компания *BASF* покупает лицензию у фирмы *Dupont* на новое химическое соединение и предлагает магнитные ленты на основе диоксида хрома (CrO_2 , тип II). В дальнейшем фирма *Sony* покупает у компании *BASF* лицензию на производство таких лент и получает исключительное право их распространения на территории Японии.

Магнитные ленты нового типа имели большую перегрузочную способность на высоких частотах, что позволило снизить предыскажения в канале записи с принятых ранее 120 мкс до 70 мкс. Это позволило снизить уровень шума магнитофонов на средних и высоких частотах.

Однако использование новых магнитных лент на основе диоксида хрома вызывало повышенный износ пермалловых головок, которые в то время использовались большинством производителей. В результате дорогие модели кассетных дек начинают оснащаться ферритовыми магнитными головками, ранее разработанными для катушечных магнитофонов.



Рис. 7 – Ферритовая головка TEAC HD.

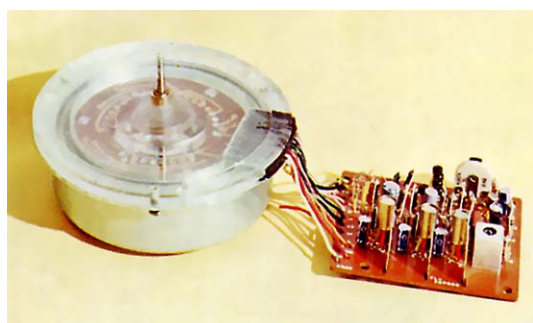


Рис. 8 – Первый двигатель тонвала с прямым приводом (Technics).

В том же году компания *Technics* выпускает первую кассетную деку

RS-275U с прямым приводом тонвала. Это позволило избавиться от использования пассива и повысить стабильность движения магнитной ленты. Ранее такой двигатель был разработан специалистами компании *Matsushita* для использования в проигрывателях винила.

Одновременно была представлена бытовая версия компандерного шумоподавителя, получившая название *Dolby B* и позволившая увеличить отношение сигнал/шум на 10 дБ в диапазоне высоких частот.

Одновременно была представлена бытовая версия компандерного шумоподавителя, получившая



Рис. 9 – harman/kardon CAD5. Первая кассетная дека с Dolby B.

После этого появляются сразу две кассетные деки *Advent 200* и *harman/kardon CAD5* в которых была использована система *Dolby B*, а также имелась возможность записи на магнитные ленты с рабочим слоем CrO_2 . Производство обеих моделей размещается в Японии на заводе фирмы *Nakamichi*.

В конце **1970** года начинаются продажи компакт-кассет, предварительно записанных с использованием новой системы шумопонижения *Dolby B*.

В **1971** г. компания *Sony* получает патент на лентопротяжный механизм с двумя тонвалами и закрытым трактом движения ленты в компакт-кассете, а также представляет первую кассетную деку *TC-160*, оснащенную таким механизмом. Затем появляется модель *Sony TC-165* – первая кассетная дека с закрытым трактом и механизмом автореверса.

В **1972** г. компания *Tandberg* представляет кассетную деку *TCD300*, впервые оснащенную трехмоторным лентопротяжным механизмом. Ранее такая конструкция хорошо зарекомендовала себя в катушечных магнитофонах.

Одновременно компания *Akai* выпускает кассетную деку *GXC-65D*, оснащенную механизмом *Invert-o-Matic* с переворачиванием корпуса кассеты для выполнения функции автореверса. В этой модели также используется система *ADR (Automatic Distortion Reduction)*, которая предотвращает перегрузку магнитной ленты, ограничивая ток записи на высоких частотах. В дальнейшем эта система будет применяться во многих кассетных деках фирмы *Akai*.

С начала производства кассетных деков компания *Akai* использовала в них собственные головки *GX*, ранее разработанные для видеомэгнитофонов. В этих головках использовался сердечник из феррита, залитый специальным стеклом. Такие головки имели минимальный износ и долго сохраняли идеальную рабочую поверхность.

В том же году фирма *Philips* разрабатывает динамическую систему понижения шума *DNL (Dynamic Noise Limiter)*, работающую только в режиме воспроизведения и выпускает ее в виде отдельного блока *N6720* для подключения к магнитофону. Данная система могла использоваться с ранее выполненными записями и применялась в кассетных деках различных производителей. Однако она вносила заметные искажения в полезный сигнал и перестала использоваться после широкого распространения компандерных систем шумоподавления.

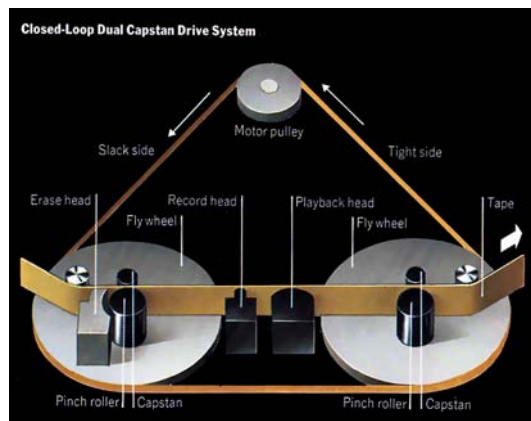


Рис. 10 – Первый лентопротяжный механизм с двумя тонвалами и закрытым трактом (*Sony*).

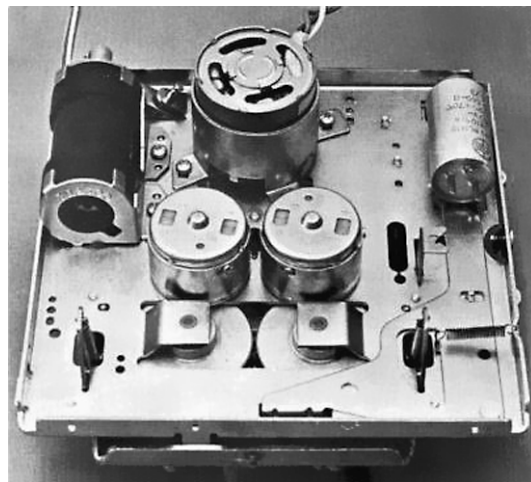


Рис. 11 – Первый лентопротяжный механизм с тремя моторами (*Tandberg*).



Рис. 12 – Кассетная дека *Akai GXC-65D* с механизмом *Invert-o-Matic*.

2. РАЗВИТИЕ (1973-1977)

В этот период кассетные деки становятся равноправным компонентом Hi-Fi системы. При этом лучшие модели приобретают вертикальную компоновку корпуса, чтобы даже внешне напоминать катушечный магнитофон, который в то время считался эталоном качественного источника звука.

В **1973** году компания *Nakamichi*, до этого занимавшаяся OEM-производством магнитофонов, выходит на рынок под собственным именем. В кассетной деке *Nakamichi 1000* впервые используются три дискретные головки с возможностью калибровки азимута головки записи. Эта модель становится самой дорогой на рынке и задает новые стандарты качества записи на компакт-кассету.

В том же году компания *Sony* самостоятельно разрабатывает двухслойную магнитную ленту (*FeCr*, тип III), объединившую достоинства лент первых двух типов. Позднее производством двухслойных лент будет также заниматься компания *BASF*.

Одновременно компания *Sony* представляет первую кассетную деку *TC-177SD*, совместимую с магнитными лентами *FeCr*. Эта дека также была оснащена сквозным каналом с тремя дискретными головками, однако возможность калибровки азимута головки записи в ней появится только после модернизации, проведенной в **1975** году.

В том же году появляется кассетная дека *Lo-D D-4500*, выпущенная аудио-подразделением компании *Hitachi* и также оснащенная тремя головками. Но, в отличие от своих конкурентов, она будет продаваться только на внутреннем рынке Японии. В этой модели впервые головки записи и воспроизведения были собраны в единый блок. Данное решение обеспечивает большую долговременную стабильность конструкции, но предъявляет повышенные требования к культуре производства. В дальнейшем такая комбинированная головка получит название «сэндвич» и будет использоваться большинством производителей.

Одновременно компания *Technics* выпускает кассетную деку *RS-279US*, оснащенную тремя дискретными головками и прямым приводом тонвала. Однако небольшая третья головка в этой модели использовалась только для мониторинга в режиме записи. При этом сигнал мониторинга не обрабатывался системой *Dolby*. В режиме воспроизведения сигнал поступал с большой универсальной головки. Таким образом, эта модель не может считаться полноценной трехголовочной кассетной декой. В дальнейшем такие вспомогательные головки будут использоваться для калибровки в двухголовочных деках, а также для автоматического поиска фонограмм.

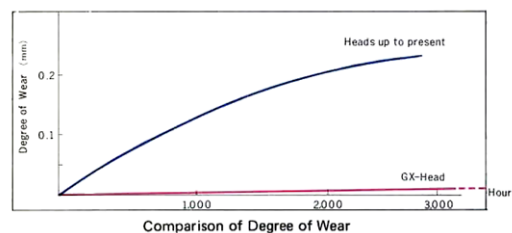


Рис. 13 – Сравнение износа обычных магнитных головок и Akai GX.

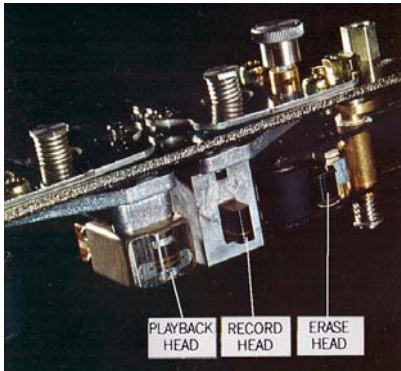
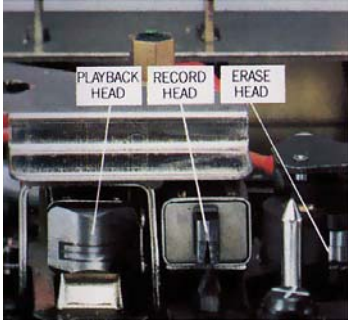


Рис. 14 – Sony Ferri Chrome. Первая кассета с двухслойной лентой (тип III).



Рис. 15 – Maxell UD XL II. Первая кассета типа II на основе кобальта (Epataxial)

Таблица 1. Первые кассетные деки с тремя головками (1973)

<i>Nakamichi</i> <i>1000</i>		
<i>Sony</i> <i>TC-177SD</i>		
<i>Lo-D</i> <i>D-4500</i>		
<i>Technics</i> <i>RS-279US</i>		

Сразу после появления на рынке, система шумопонижения *Dolby B* набирает популярность и большинство производителей кассетных деки приобретают лицензию на ее установку в свои новые модели. Однако компания *JVC* разрабатывает свою собственную систему – *ANRS* (*Automatic Noise Reduction System*), аналогичную по характеристикам *Dolby B*. В **1973** году появляется кассетная дека *JVC CD-1668*, впервые оснащенная этой системой.

В это время происходит массовый переход от верхней загрузки кассеты, принятой при горизонтальной компоновке корпуса, к фронтальной загрузке, удобной для размещения кассетной деки в стойку с аппаратурой. Также начинается широкое применение электронного управления лентопротяжным механизмом, что позволяет защитить его от ошибочных действий пользователя, обеспечивает возможность автоматизации работы и дистанционного управления.



Рис. 16 – Магнитная головка Crystalloy (Nakamichi).

В **1974** году компания *Nakamichi* разрабатывает магнитные головки из нового материала, названного *кристаллический пермаллой (кристаллой)*. Первой кассетной декой, оснащенной такой головкой, становится *Nakamichi 500*. Кристаллой оказался удачным компромиссом между качеством звучания, характерным для мягких пермалловых головок и износостойкостью ферритовых головок, которыми до этого времени оснащались практически все дорогие модели кассетных дек. Характерная проточка предназначалась для сохранения геометрии рабочей поверхности по мере износа такой головки.



Рис. 17 – Штифт натяжения с направляющей ленты (Hitachi D-3500).

В том же году компания *Hitachi* выпускает упрощенную модель с тремя головками *D-3500*, в которой впервые вместо второго тонвала применялся специальный штифт для натяжения ленты. Данная модель стоила в два раза дешевле предыдущей и продавалась уже по всему миру. В дальнейшем похожая конструкция натяжения ленты (закрытый тракт с одним тонвалом) будет широко использоваться другими производителями.

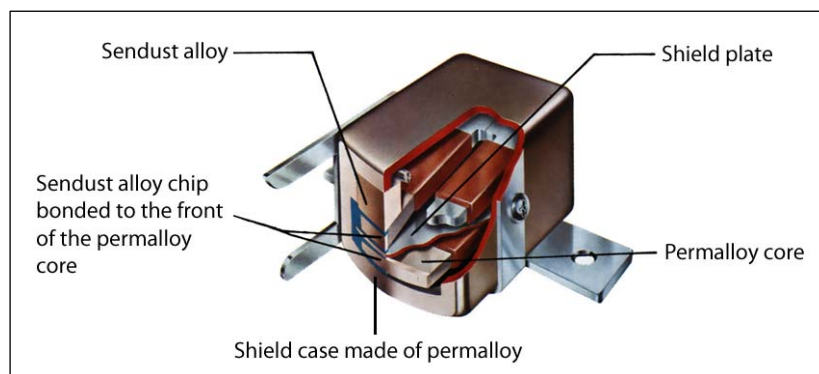


Рис. 18 – Сендастовая магнитная головка (JVC SA).

В **1975** году компания *JVC* выпускает первую кассетную деку *CD-1669-2* с комбинированными *сендастовыми* головками, ранее разработанными для применения в профессиональной аппаратуре. При этом сердечник головки был изготовлен из пермаллоя, а наконечники из сендаста. В дальнейшем использование сендаста (85% железа, 9,5% кремния и 5,5% алюминия) получит широкое применение.



Рис. 19 – Akai GXC-570D.

В том же году появляется кассетная дека *Akai GXC-570D*, имеющая трехмоторный лентопротяжный механизм, вертикальную компоновку корпуса и регулировку скорости перемотки магнитной ленты.

Одновременно компания *TDK* разрабатывает новое покрытие для магнитных лент *Super Avilyn (SA)* на основе железа, легированного кобальтом. По основным характеристикам такие ленты получились аналогичными диоксиду хрома. В результате *TDK* обходит лицензионные ограничения фирмы *Sony* на производство ленты *Tape-II*. В дальнейшем компакткассеты с такой лентой получают широкое распространение и будут производиться многими японскими компаниями.



Рис. 20 – TEAC A-860.

В **1976** году выходит кассетная дека *TEAC A-860*, имеющая трехмоторный лентопротяжный механизм с прямым приводом подкассетников и вертикальную компоновку корпуса. Данная модель впервые оснащена встроенным компандером *dbx II* и имеет возможность регулировки уровня предыскажений в усилителях записи и воспроизведения. Кроме этого в ней был установлен микрофонный микшер с возможностью панорамирования сигнала.

В то время запись с микрофона в домашних условиях набирает популярность и многие модели кассетных деков оснащаются встроенными микрофонными усилителями и микшерными панелями. Позднее, в **1980-х** годах, микрофонные входы исчезнут с передних панелей большинства кассетных деков.

Одновременно компания *Clarion* разрабатывает первую двухкассетную деку *MD-8080A*. В отличие от появившихся ранее чейнджеров, эта конструкция окажется удачной и в дальнейшем получит широкое распространение.

В **1977** году выходит единственная двухблочная кассетная дека *Technics RS-9900US*. Лентопротяжный механизм этой модели был выделен в отдельный блок, по аналогии с двухблочными катушечными магнитофонами.



Рис. 21 – Technics RS-9900US.

В том же году компания *Pioneer* выходит на рынок кассетных деков с тремя головками с моделью *CT-F1000*. В ней использовался двухмоторный лентопротяжный механизм с закрытым трактом и тремя головками собственного производства.

Одновременно компания *Aurex* выпускает портативную кассетную деку *PC-4280* с тремя головками и лентопротяжным механизмом со стабилизирующим роликом. Предполагалось, что такой ролик обеспечивает необходимое натяжение ленты и снижает паразитную амплитудную модуляцию. Компания *Sony* также использовала это простое решение в своей кассетной деке *TC-K80*. Однако эффективность стабилизирующего ролика оказалась недостаточной и уже в обновленной модели *TC-K80II* разработчики отказались от этой идеи. Позднее похожая конструкция, названная *Dyna-Scrape Filter*, применялась в кассетных деках *Sansui*. Только вместо ролика в ней использовался вращающийся вал.



Рис. 22 – Стабилизирующий ролик (Sony TC-K80).

Таблица 2. Топ-модели кассетных дек с двумя головками

	
<i>Aurex PC-6030 (1975)</i>	<i>Denon DR-750 (1977)</i>
	
<i>Sansui SC-5100 (1977)</i>	<i>Sony TC-K7 (1977)</i>
	
<i>Victor KD-95 (1977)</i>	<i>Yamaha TC-1000 (1978)</i>

В это время разрабатывается несколько кассетных дек класса премиум с двумя магнитными головками. Среди них можно выделить *Denon DR-750*, *JVC KD-95*, *Sansui SC5100*, *Sony TC-K7*, *Toshiba PC-6030* и *Yamaha TC-1000*. При этом конструкторы намерено отказывались от использования трех головок в ограниченном пространстве компакт-кассеты. Применение одной универсальной головки позволяет использовать магнитную головку большего размера. Такая головка имеет большую и симметричную поверхность облегания магнитной лентой, что улучшает АЧХ канала воспроизведения на низких частотах и снижает паразитную амплитудную модуляцию. Также при этом исключается проблема совмещения азимутов головок записи и воспроизведения.

Несмотря на применение одной универсальной магнитной головки в указанных моделях используются отдельные усилители записи и воспроизведения, что позволяет упростить схемы коммутации сигнала и использовать наиболее рациональные схемные решения.

Позднее кассетные деки с тремя головками и сквозным каналом вытеснили модели с двумя головками в этом сегменте рынка. Но идея размещения большой головки воспроизведения сохранилась в кассетных деках *Tandberg* и некоторых других производителей, использующих размещение головки записи в отдельном окне компакт-кассеты (см. Приложение 1). Такое решение возможно, поскольку для головок записи и стирания поверхность облегания магнитной лентой не имеет решающего значения.

3. КЛАССИКА (1978-1983)

Данный период становится наиболее благоприятным для развития кассетных деков. С одной стороны это обусловлено начинающимся снижением спроса на катушечные магнитофоны и остановкой проекта *Elcaset* (см. Приложение 4). С другой стороны попытки создания цифровых носителей еще не привели к созданию нового конкурентоспособного формата. В это время усилия большинства производителей сосредотачиваются на компакт-кассете. Таким образом, на развитие данного формата направляются значительные инвестиции, что приводит к созданию множества новых технических решений и качественным изменениям на рынке кассетных деков.



Рис. 23 – Luxman 5K50.

В **1978** году на рынок кассетных деков класса премиум выходит компания *Luxman*, представив модель *5K50*. Данная кассетная дека имела множество инновационных технических решений и производилась на заводе компании *Alpine*.

Для этой модели были разработаны специальные

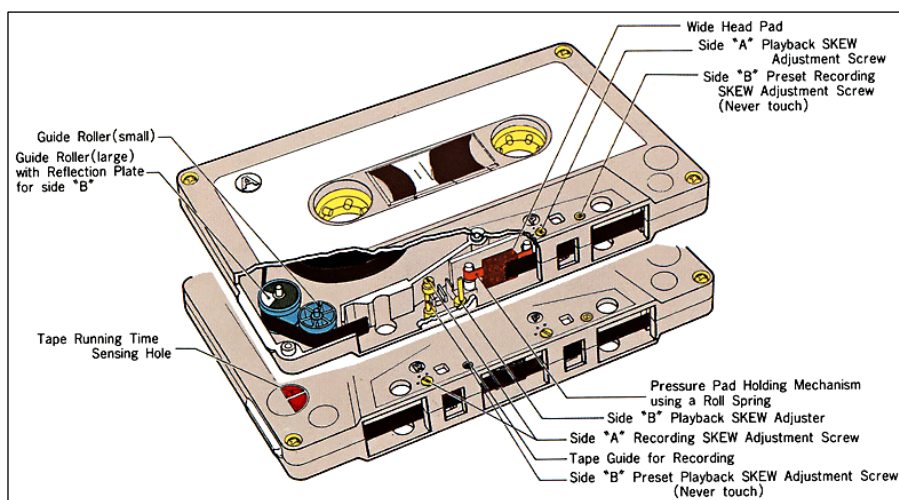


Рис. 24 – Luxman XM. Компакт-кассета с регулировкой азимута.

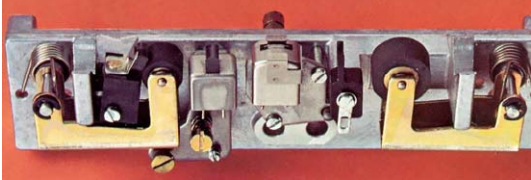
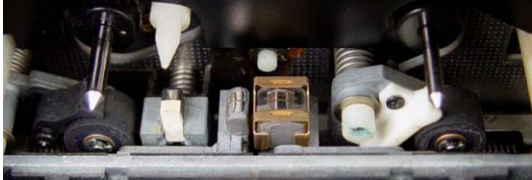
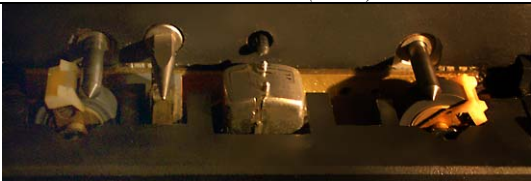
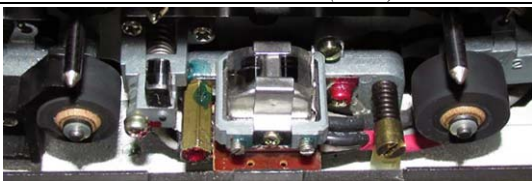
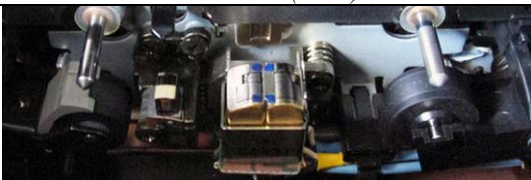
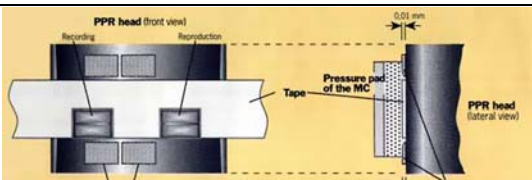
компакт-кассеты *Luxman XM*, которые позволяли регулировать азимут и имели специальный датчик, используемый для работы счетчика ленты в режиме реального времени.

Одновременно компания *3M* разработала магнитную ленту *Metafine* с напылением металлических частиц (*Metal*, тип IV). Новинка позволила значительно расширить диапазон записываемых частот, но потребовала модернизации существующих кассетных деков и разработки новых магнитных головок. В результате производители начинают отказываться от использования ферритовых головок, поскольку они не могли обеспечить качественную запись на ленту типа IV. На рынке быстро появляются доработанные модели кассетных деков, совместимые с лентой типа *Metal* и имеющие букву *M* в своем названии. После этой модернизации кассетные деки приближаются к пику своего развития.



Рис. 25 – Scotch Metafine. Первая кассета типа IV.

В том же году компания *Nakamichi* выпускает кассетную деку *580M*, в которой использовался отвод лентоприжима, позволяющий снизить модуляционный шум и износ головок. В дальнейшем это решение будет использовано во всех моделях *Nakamichi*, а также в некоторых кассетных деках *Alpine* и *Luxman*. Ранее прижим ленты к магнитным головкам только за счет натяжения ленты был известен в катушечных магнитофонах. В кассетных деках эта конструкция впервые была использована в модели *Lenco C2003* в **1976** году. Позднее похожее решение в виде наклеек на магнитной головке применялось в кассетных деках фирмы *Sony* класса премиум, а также в кассетной деке *Pioneer CT-93*.

Таблица 3. Конструкции отвода лентоприжима	
	
<i>Lenco C2003 (1976)</i>	<i>Nakamichi 580M (1978)</i>
	
<i>Vilma 102 (1982)</i>	<i>Luxman K-05 (1983)</i>
	
<i>Sony TC-K555ESA (1991)</i>	

Модель 580 относилась уже ко второму поколению кассетных дек *Nakamichi*, в которых применялся новый лентопротяжный механизм (*Silent Mechanism*), значительно меньшей массы и размеров. Переключение режимов в нем производилось с помощью программного барабана, вместо используемых ранее электромагнитов. Это обеспечивало быструю, точную, но при этом тихую и плавную работу всего механизма. Переключение режимов работы выполнялось с помощью микропроцессорного управления.

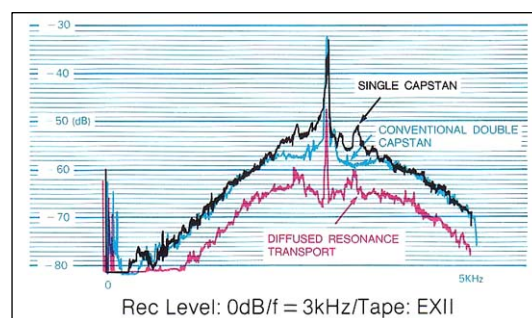


Рис. 26 – Шум модуляции (*Nakamichi Diffused Resonance Transport*).

Также во всех моделях второго поколения кассетных дек *Nakamichi* использовался двухвальный механизм с «размытыми» резонансами (*Diffused Resonance Mechanism*). Такой механизм имеет асимметричную конструкцию, т.е. тонвалы разного диаметра, которые вращаются с различной скоростью, и, соответственно, имеют различные резонансные частоты. Это обеспечивает размытие спектральной плотности энергии детонации и уменьшение ее абсолютных значений. В дальнейшем похожие асимметричные механизмы будут использоваться в кассетных деках *Akai* и *Sony*.



Рис. 27 – TEAC C-1mkII.



Рис. 28 – Сменная карта калибровки TEAC CX-8.

Одновременно компания *TEAC* представляет кассетную деку *C-1*, в которой впервые использовалась система сменных карт для калибровки усилителя записи. Эта система была заимствована из профессиональной техники и позднее использовалась в других кассетных деках данной фирмы. Также эта модель имела трехмоторный лентопротяжный механизм с прямым приводом подкассетников.

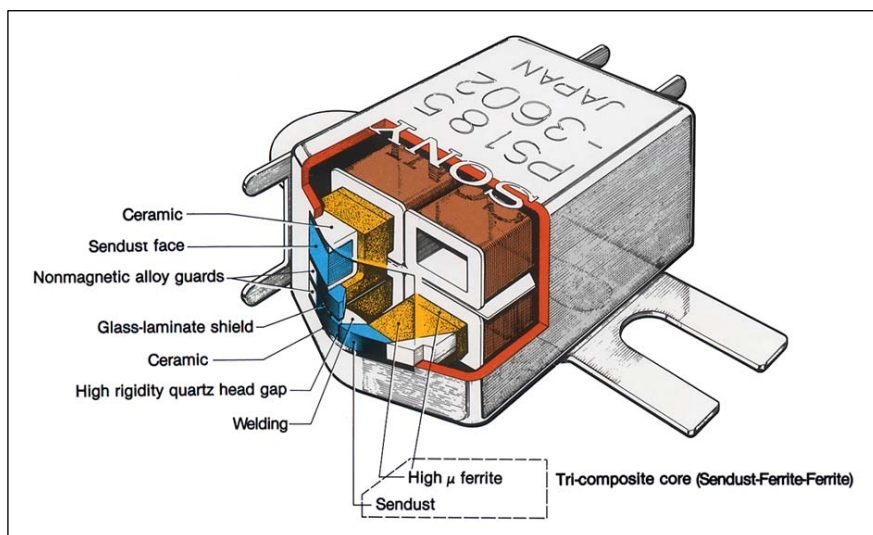


Рис. 29 – Магнитная головка Sony S&F.

В том же году сразу три компании выпускают кассетные деки с кварцевой стабилизацией скорости движения ленты: *Luxman 5K50*, *Sony TC-K80* и *Technics RS-M85*. В дальнейшем эту технологию будут использовать и другие производители, что решит вопрос совместимости записей с течением времени.

Одновременно начинает использоваться система автоматического поиска фонограмм по паузам. Изначально эта функция разрабатывалась в рамках проекта *Elcaset*, но в **1978** году на рынок выходит кассетная дека *Sony TC-K80*, в которой впервые была применена данная система. Позднее эта функция будет широко использоваться в различных моделях.

В модели *TC-K80* компания *Sony* впервые использует новые комбинированные магнитные головки *S&F* с сердечником из феррита и наконечниками из сендаста. Головки такой конструкции считаются одними из лучших и будут использованы во многих кассетных деках. Также они будут выбраны для установки в модели *Revox B710* и *Studer A710*.



Рис. 30 – Optonica RT-6905.

Некоторые производители для поиска фрагментов записи применяли специальную магнитную головку. Наиболее сложный механизм был реализован в кассетной деке *Optonica RT-6905*, которая имела отдельный блок таймера, программирования и автоматического управления. Однако такие устройства оказались слишком дорогими, сложными и избыточными для большинства пользователей.

Также в **1978** году компания *Tandberg* представляет кассетную деку *TCD340A*, оснащенную системой *Actilinear*, которая снижает искажения в выходных каскадах усилителя записи и увеличивает его перегрузочную способность на 20 дБ. Этот результат достигается благодаря специальному каскаду в усилителе записи, в котором ток записи смешивается с током подмагничивания. В дальнейшем данная система будет использоваться во всех кассетных деках компании *Tandberg*.

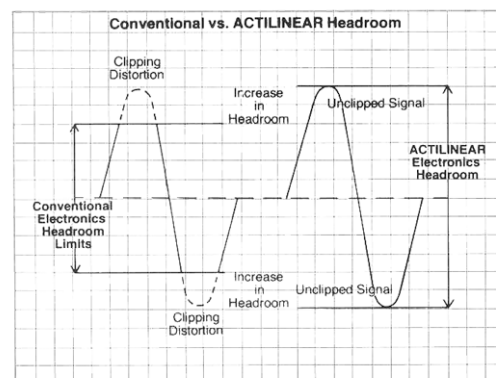


Рис. 31 – Действие системы Actilinear (Tandberg).

В том же году фирма *BIC* выпускает первую кассетную деку *T-3* с возможностью записи на удвоенной скорости ленты. Увеличение скорости позволяет значительно улучшить многие технические характеристики. Например, коэффициент детонации уменьшается в два раза. В следующие несколько лет еще три компании (*Dual*, *Marantz* и *TEAC*) начинают выпуск кассетных дек с удвоенной скоростью ленты. Однако из-за несовместимости таких записей с другими моделями, повышенного расхода магнитной ленты и увеличения паразитной амплитудной модуляции сигнала в дальнейшем от использования данной функции они отказались.

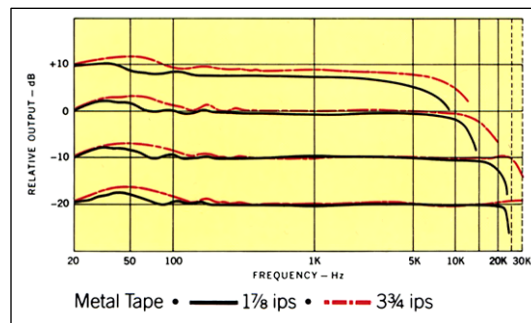


Рис. 32 – Эффект от удвоения скорости ленты (*BIC T-3*).

В ответ на это компания *Nakamichi* утверждает, что стандартной скорости ленты вполне достаточно и в **1979** году выпускает модель *680ZX*, которая имела возможность работать на скорости в два раза ниже стандартной. Данная функция предлагалась для экономии расхода ленты при записи программ с ограниченным диапазоном частот. Но даже на пониженной скорости эта кассетная дека обеспечивала диапазон частот от 10 до 15000 Гц. Также эта кассетная дека впервые имела функцию автоматической установки азимута головки записи. Весь процесс установки занимает 2-3 секунды.

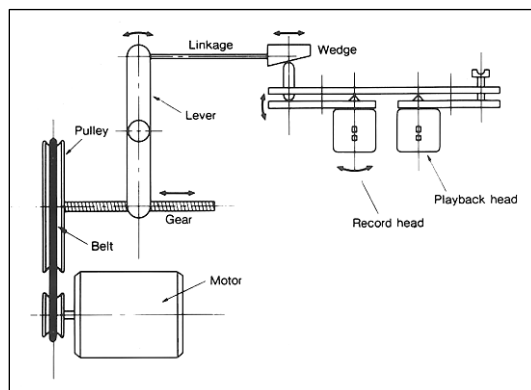
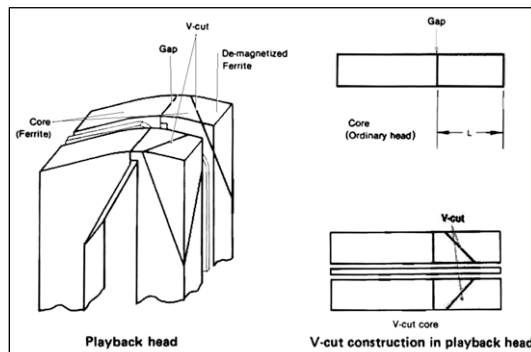


Рис. 33 – Механизм автоматической установки азимута (*Nakamichi 680ZX*).

Также в **1978** году компания *Sony* выпускает кассетную деку *TC-K88*, впервые оснащенную лентопротяжным механизмом с тремя двигателями прямого привода. При этом привод тонвала имел кварцевую стабилизацию частоты вращения. Все это было реализовано очень компактно и одновременно надежно. Данная модель продавалась в рамках серии *Esprit*, что накладывало серьезные ограничения на высоту корпуса. В результате был разработан уникальный механизм с горизонтальной загрузкой кассеты, который выдвигался из корпуса на специальном лотке. Горизонтальное положение катушек с лентой позволяло дополнительно снизить коэффициент детонации.



В это время разрабатываются головки воспроизведения с магнитопроводами специальной формы (*Aiwa V-cut* и *JVC X-cut*), позволяющие снизить эффект «змейки» на низких частотах. Компании *Hitachi*, *Nakamichi* и *Sony* в этих же целях разрабатывают головки с гиперболической формой рабочей поверхности, улучшающей ее контакт с лентой.

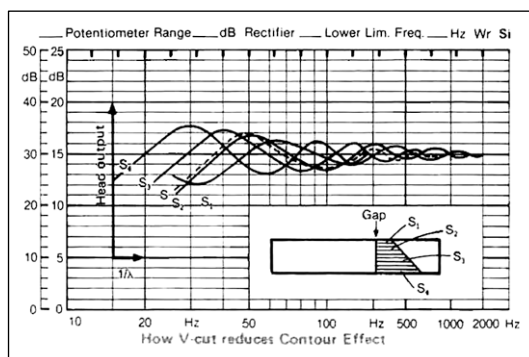


Рис. 34 – Магнитопровод головки воспроизведения *Aiwa V-cut* и схема компенсации эффекта «змейки».

Одновременно компания *Tandberg* разрабатывает систему *DynEQ*, в которой был использован новый подход к записи высокочастотных составляющих сигнала при низкой скорости ленты. При этом для предотвращения перегрузки ленты на высоких частотах происходит динамическое снижение уровня предыскажений в усилителе записи. Впервые система *DynEQ* была установлена в кассетной деке *TCD440A* и в дальнейшем использовалась во многих моделях фирмы. По утверждению компании *Tandberg* данная система вносила меньшие интермодуляционные искажения, чем появившаяся одновременно с ней система *Dolby HX*.

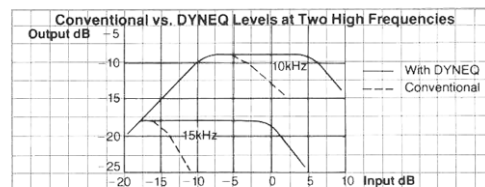


Рис. 35 – Действие системы *DynEQ* (*Tandberg*).

Таблица 4. Первые кассетные деки с автоматической калибровкой канала записи (1979)	
	
<i>JVC KD-A8</i>	<i>Hitachi D-5500</i>
	
<i>Onkyo TA-2080</i>	<i>Pioneer CT-A1</i>

В это время появляются кассетные деки, *Aiwa AD-6900mkII* и *Hitachi D-5500* штатно оснащенные беспроводными пультами дистанционного управления. До этого пульты управления были проводными и предлагались в качестве опции.

Также в **1979** году появляются сразу три кассетные деки с микропроцессорной калибровкой канала записи под любой тип ленты: *JVC KD-A8*, *Hitachi D-5500* и *Pioneer CT-A1* (на экспорт продавалась под маркой *Phase Linear 7000II*). При этом выполнялась автоматическая установка чувствительности, уровня предыскажений и тока подмагничивания. Также выпускаются более простые модели, в которых автоматически устанавливался только ток подмагничивания: *TEAC A-430* и *Onkyo TA-2080*.

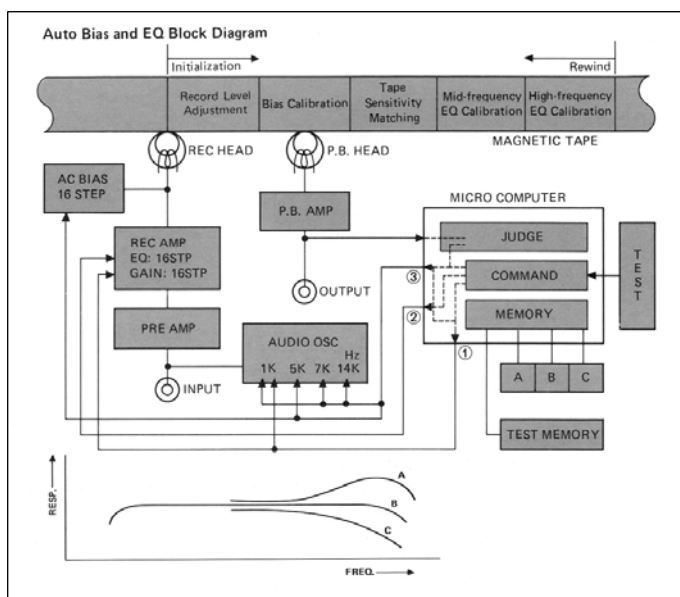


Рис. 36 – Схема автоматической калибровки (*Hitachi*).

Однако на практике идеальный результат автоматической калибровки получался далеко не всегда. В итоге на качественных моделях кассетных дек появляется возможность ручной корректировки результатов работы автоматического калибратора. Ряд производителей вообще не используют автоматическую калибровку в кассетных деках премиум сегмента, обоснованно считая, что идеальный вариант может быть получен только вручную. Другие компании выпускают сразу две топовые кассетные дека – с автоматической и ручной калибровкой, предлагая покупателю самостоятельно выбрать наиболее подходящий вариант.

Но наиболее целесообразно использовать функцию автоматической калибровки в кассетных деках с двумя головками, поскольку при отсутствии сквозного канала реализовать ручную калибровку в них весьма затруднительно.

Одновременно начинается широкое применение микропроцессорного управления лентопротяжным механизмом, что позволило автоматизировать многие функции, а также реализовать возможность поиска фонограмм по паузам. Также начинается переход от механических счетчиков расхода ленты к электронным. С появлением микропроцессоров такие счетчики могут работать в режиме реального времени.

В том же году компания *Hitachi* начинает использовать покрытие из титана на рабочей поверхности своих магнитных головок. Титановое покрытие защищало магнитный зазор от повреждений и выкрашивания. Кроме этого такие головки имели специальную конструкцию и обеспечивали минимальное расстояние между рабочими зазорами головок записи и воспроизведения в 1,4 мм. Впервые эти головки были установлены в кассетной деке *D-5500*. Позднее появляются головки *Hitasenrite*, ставшие вершиной их модельного ряда и сочетавшие в одном блоке сендастовую головку записи и ферритовую головку воспроизведения. Рабочая поверхность таких головок также была покрыта титаном.

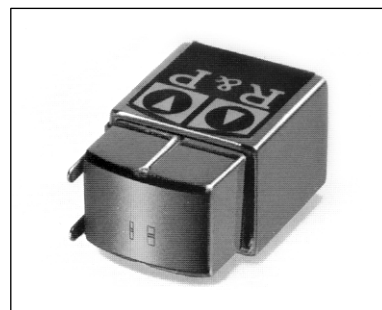


Рис. 37 – Магнитная головка с титановым покрытием (Hitachi).

Одновременно появляется кассетная дека *Pioneer CT-F1250*, в которой были собраны все достижения компании на тот период времени. Данная модель продавалась только на экспорт, поскольку на внутреннем рынке Японии верхней моделью фирмы *Pioneer* была кассетная дека *CT-A1*.

В том же году появляется кассетная дека *Eumig FL-1000up* в которой использовался уникальный лентопротяжный механизм с оптоэлектронным контролем скорости вращения тонвала и обгонными муфтами. Данные решения были заимствованы из области производства кинокамер, которым также занималась данная компания.

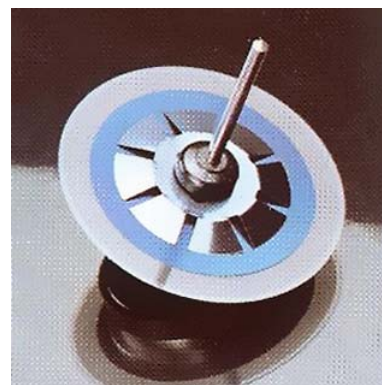


Рис. 38 – Тонвал с оптоэлектронным контролем (Eumig).

Одновременно компания *Hitachi* разрабатывает головку воспроизведения на основе эффекта Холла и устанавливает ее в кассетную деку *D-7500*. Данная технология позволяла снизить уровень шума при воспроизведении, но требовала особых условий эксплуатации. В результате такие головки часто выходили из строя и в дальнейшем были сняты с производства.

Таблица 5. Сравнение компандерных систем шумопонижения					
Название системы	Разработчик	Год	Эффект шумопонижения	Передаточная характеристика	Количество полос обработки
Dolby A (Professional)	Dolby Lab. (Великобритания)	1966	15 дБ (>9 кГц) 10 дБ (1 кГц)	переменная	4 (частоты раздела: 80 Гц, 3 кГц, 9 кГц)
Dolby B		1968	10 дБ (>5 кГц) 5 дБ (1 кГц)	переменная	1 (скользящая полоса)
Dolby C		1981	20 дБ (>1 кГц) 15 дБ (500 Гц)	переменная	1 (скользящая полоса)
Dolby SR (Professional)		1986	27 дБ (>800 Гц) 19 дБ (500 Гц)	переменная	2 (скользящая полоса)
Dolby S		1990	24 дБ (>2 кГц) 10 дБ (100 Гц)	переменная	2 (скользящая полоса)
dbx I (Professional)	dbx (США)	1973	>30 дБ	линейная (1:2)	Широкополосная
dbx II		1976	>30 дБ	линейная (1:2)	Широкополосная
ANRS	JVC (Япония)	1972	10 дБ (>5 кГц) 5 дБ (1 кГц)	переменная	1 (скользящая полоса)
Super ANRS		1975	10 дБ (>5 кГц) 5 дБ (1 кГц)	переменная	2 (скользящая полоса)
ADRES	Toshiba (Япония)	1978	30 дБ (10 кГц) 20 дБ (1 кГц) 17 дБ (100 Гц)	переменная (1:1.5)	Широкополосная
Super D	Sanyo (Япония)	1979	35-40 дБ	линейная (1:2)	2 (частота раздела 4,8 кГц)
Lo-D Compander	Hitachi / NHK (Япония)	1979	>20 дБ	линейная (1:1.5)	Широкополосная
Telcom C4 (Professional)	Telefunken (Германия)	1976	25-30 дБ	линейная (1:1.5)	4 (частоты раздела: 215 Гц, 1,45 кГц, 4,8 кГц)
High-Com		1978	15-20 дБ	переменная (1:2)	Широкополосная
High-Com II	Telefunken (Германия) / Nakamichi (Япония)	1979	20-25 дБ	переменная (1:2)	2 (частота раздела 4,8 кГц)

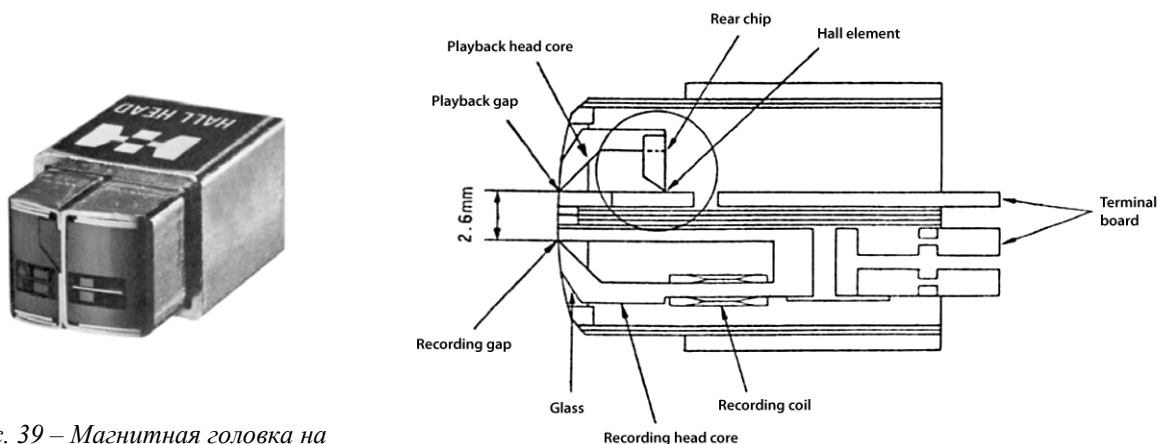


Рис. 39 – Магнитная головка на основе эффекта Холла (*Hitachi*).

В 1979 году компания *Akai* разрабатывает головки *Super GX* с улучшенными характеристиками магнитного потока и возможностью записи на ленту типа *Metal*. Для кассетных деков с двумя головками разработаны головки *Super GX* с двумя зазорами, каждый из которых оптимизирован для записи или воспроизведения. При использовании таких головок единственным преимуществом моделей с тремя головками остается только возможность мониторинга при записи.

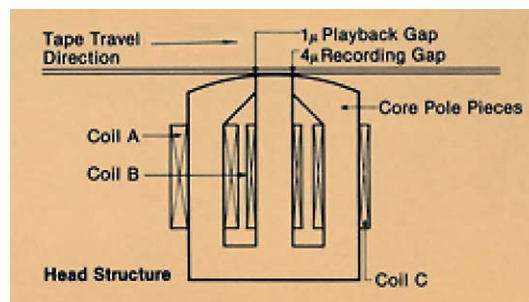
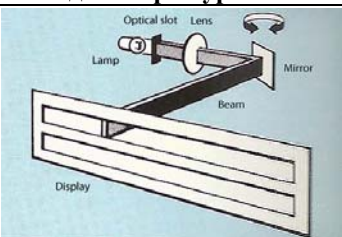
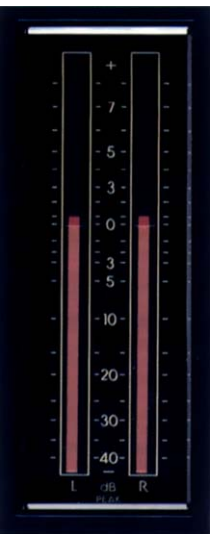
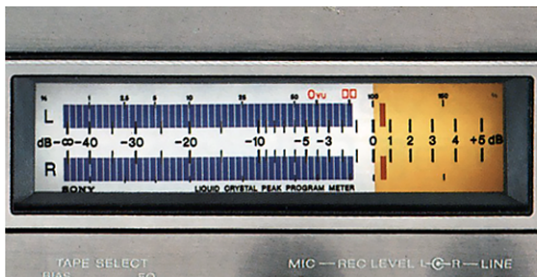
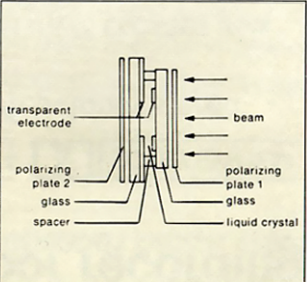


Рис. 40 – Магнитная головка *Twin Field Super GX (Akai)*.

Во второй половине **1970-х** годов становится понятно, что, несмотря на совершенствование магнитных носителей, получить от компакт-кассеты приемлемое отношение сигнал/шум без использования компандерных систем шумопонижения невозможно. Предложенная компанией *Philips* система динамического ограничения шума *DNL* не смогла обеспечить качественного звучания. Существовавшая в то время компандерная система *Dolby B* имела заметные недостатки и требовала серьезных лицензионных отчислений от производителей кассетных деков.

На этом фоне начинаются разработки альтернативных систем шумопонижения, среди которых можно выделить: *ADRES*, *ANRS*, *dbx* и *High-Com* (см. табл. 5). Из них только система шумопонижения *ANRS* была совместима с *Dolby B*, но основывалась на оригинальных разработках компании *JVC*. Все остальные системы были несовместимы между собой и производились как встроенными в кассетные деки, так и в виде отдельных внешних блоков, позволявших использовать их с любой аппаратурой.

В этот период времени внешний вид кассетных деков значительно изменяется. Возрастает количество органов управления. Механические тумблеры заменяются на электронные кнопки, появляются дополнительные регуляторы. Но наиболее значительные изменения связаны с заменой стрелочных индикаторов уровня сигнала на светодиодные, а затем – на люминесцентные.

Таблица 6. Новые типы индикаторов уровня сигнала		
 Двухстрелочные (<i>Aiwa</i>)	 Зеркальные (<i>Alpine, Sony</i>)	 Газоразрядные (<i>Toshiba</i>)
 Жидкокристаллические (<i>Sony</i>)		

В связи с усложнением электроники и широким применением новых компандерных шумоподавителей, требования к измерителям уровня сигнала возрастают. Стрелочные индикаторы показывают средний уровень сигнала и обладают большой инерционностью, поэтому в начале **1970-х** годов в дополнение к ним появляются светодиодные индикаторы пикового значения. Некоторые

производители вместо этого применяют переключатель среднего/пикового значения для стрелочных индикаторов. Компания *Aiwa* в лучших моделях кассетных деков использует индикаторы с двумя стрелками (одна показывает средний уровень, вторая – пиковый). Но затем светодиодные индикаторы практически полностью вытесняют стрелочные. При этом точность их измерения напрямую связана с количеством светодиодов в линейке.

Также в конце **1970-х** годов производители начинают эксперименты с применением новых типов индикаторов (см. табл. 6). Так появляются кассетные деки *Sony* с жидкокристаллическими индикаторами, *Toshiba* с плазменными индикаторами и *Alpine* с зеркальными индикаторами. Но в итоге их всех вытесняют люминесцентные индикаторы, оказавшиеся наиболее технологичными и удобными.

В **1979** году была представлена система динамического подмагничивания *Dolby HX*, позволяющая расширить диапазон записываемых частот. В **1980** году появляется кассетная дека *Harman/Kardon HK705*, в которой впервые применяется эта система. Однако данная система вносила искажения в записываемый сигнал, при этом ее реальная эффективность оказалась ниже заявленной.

Одновременно компания *TDK* выпускает кассеты *MA-R*, де-факто ставшие стандартом профессионального качества. Корпус кассеты был основан на рамке из алюминиевого сплава. Магнитная лента создана на металлических частицах *FINAVINX*. Вес *TDK MA-R* в два раза превышал вес обычной компакт-кассеты.

В это же время проводятся эксперименты с контролем натяжения ленты за счет регулировки подтормаживающего усилия на подающем подкассетнике. Это решение было заимствовано из катушечных магнитофонов и впервые использовано в **1979** году в кассетной деке *TEAC C-3*. Система получила название *Mechanical Tension Servo System*. При слабом натяжении ленты механический датчик, через систему рычагов, подтормаживал подающий подкассетник; при сильном натяжении – наоборот ослаблял. Но, в отличие от катушечного магнитофона, место в компакт-кассете для размещения датчика натяжения сильно ограничено. В результате ход датчика получился небольшим, а вся конструкция слишком требовательной к настройке.

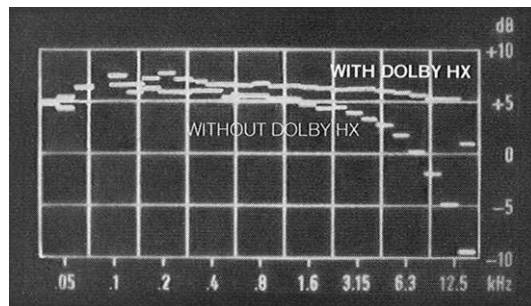


Рис. 41 – Действие системы Dolby HX.



Рис. 42 – TDK MA-R.

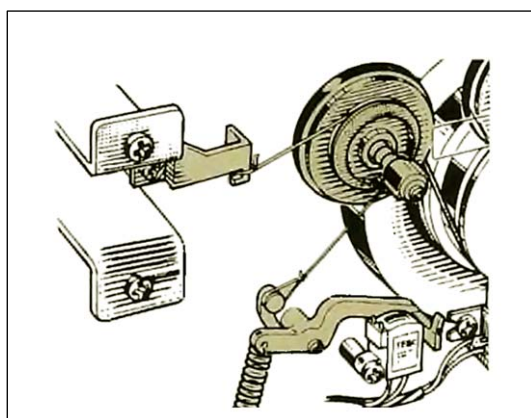


Рис. 43 – Mechanical Tension Servo System (TEAC).

Позднее похожие системы использовались и другими производителями: *Constant Tension System* (Kenwood, 1980), *Tension Servo Mechanism* (Sansui, 1981), *Tension Stabilizing Loop* (JVC, 1982). Однако все они были попыткой отказаться от более дорогого механизма с двумя тонвалами, но оказались менее эффективны и широкого распространения не получили.

В **1980** году вносятся изменения в стандарты *IEC*, окончательно утвердившие сложившуюся классификацию магнитных лент (см. табл. 12) и позволившие оснастить кассетные деки системой их автоматического распознавания. После этого практически все производители отказались от ручного выбора типа ленты.

Но некоторые производители позволяли пользователю самостоятельно выбирать предыскажения записи. При этом было возможно записывать ленты на основе диоксида хрома (CrO_2) с предыскажениями **120 мкс**, что позволяло дополнительно снизить нелинейные искажения.

Одновременно компания *Tandberg* представляет первую кассетную деку *TCD3004* с четырехмоторным лентопротяжным механизмом. При этом четвертый двигатель выполнял вспомогательные функции, обеспечивая плавное перемещение блока головок и прижимных роликов.

В том же году компания *Nakamichi* выпускает обновленную версию своей флагманской модели – *1000ZXL*, которая была совместима с магнитными лентами типа *Metal* и оснащена микропроцессорной системой калибровки усилителя записи.

В **1981** году на рынок кассетных деков выходит компания *Studer/Revox*, которая ранее не признавала этот формат и занималась производством исключительно катушечных магнитофонов. Для дебютной модели *B710* был разработан уникальный лентопротяжный механизм с 4 двигателями прямого привода. При этом все двигатели использовались для движения ленты. Эта кассетная дека была оснащена дискретными магнитными головками от компании *Sony*. Данные головки имели комбинированные сердечники феррит/сендаст и считались одними из лучших на рынке. Позднее выходит профессиональная версия этой модели – *A710*, оснащенная балансными входом и выходом, а также новой системой шумопонижения *Dolby C*.

В том же году компания *Sony* представляет флагманскую модель *TC-K777*, в которой использовались лучшие достижения в области магнитной записи звука. В **1983** году выйдет ее обновленная версия *TC-K777ES*, которая получит систему шумопонижения *Dolby C* и станет одной из лучших кассетных деков компании *Sony*.

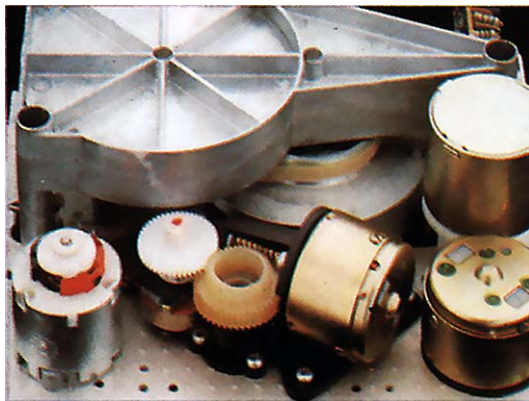


Рис. 44 – Первый четырехмоторный лентопротяжный механизм (*Tandberg*).



Рис. 45 – Кассетная дека *Nakamichi 1000ZXL*.

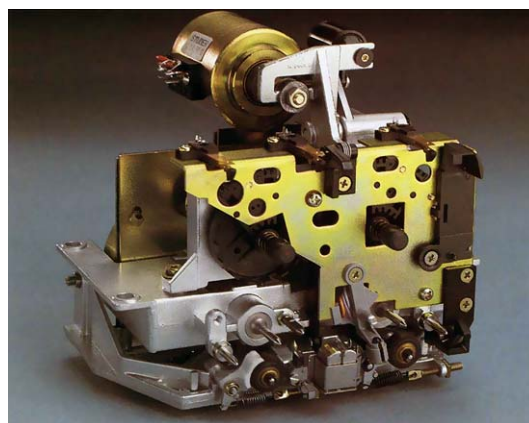


Рис. 46 – Первый лентопротяжный механизм с четырьмя двигателями прямого привода (*Revox B710*).

Одновременно появляется самая дорогая кассетная дека за всю историю их производства – *Nakamichi 1000ZXL Limited*, стоимостью 6000 долларов США. Созданная на основе модели *1000ZXL*, эта версия производилась на заказ и отличалась наличием отборных компонентов, позолотой некоторых деталей, а также табличкой с именем владельца на передней панели.



Рис. 47 – Магнитная головка из аморфного металла (*Technics*).

В том же году специалисты компании *Matsushita* организовали производство ленты из аморфного металла с высокой магнитной проницаемостью. Основой нового материала послужил сплав кобальта, кремния и бария. Из аморфного металла оказалось возможным получить более тонкую ленту для изготовления пластин сердечника головки.

Практически одновременно такие головки устанавливаются в кассетные деки *Kenwood KX-900*, *Sony TC-FX77*, *TEAC V-3RX* и *Technics RS-M275X*. По совокупности технических характеристик аморфные головки сразу занимают лидирующие позиции, но оказываются сложными в производстве и, как следствие, дорогими.

Таблица 7. Материалы для головок кассетных дек

	Аморфный металл	Сендаст	Пермаллой	Феррит
Относительная магнитная проницаемость (1 кГц), μ	20000-50000	11800-15000	15000-39000	10500
Индукция насыщения, Гс	8000-11500	8500-10000	6600-8100	4500
Коэрцитивная сила, Э	0,012-0,02	0,007-0,025	0,012-0,03	0,03
Твердость, НВ	850	480-500	110-200	680
Толщина ленты, мкм	30	150	50-100	монолит
Чувствительность воспроизведения (315 Гц), дБ	-71	-71	-73	-73
Частотная характеристика воспроизведения (14 кГц и 315 Гц), дБ	+17	+15	+13	+15
Макс. выходной уровень в области низких частот, дБ	+4	+4	+2	0
Макс. выходной уровень в области высоких частот, дБ	-1	-2	-4	-6
Коэффициент гармоник, %	1	1	2	5
Относительный ток подмагничивания	1	2	2	0,85
Износоустойчивость, мкм/час	0,004	0,005	0,1	0,001
Количество пластин в сердечнике стерео головки	12-16	2-3	4-7	монолит

После этого ведущие производители постепенно заменяют ферритовые и сендастовые головки на аморфные в наиболее дорогих моделях кассетных дек. В более дешевых моделях продолжают повсеместно использоваться магнитные головки из твердого пермаллоя.

Одновременно компания *Pioneer* разрабатывает магнитные головки *Ribbon Sendust*. При использовании этой технологии удается получить тонкую сендастовую ленту для изготовления сердечников головок. Используя тонкую ленту можно собрать сердечник из большего количества пластин, что позволяет снизить потери на вихревые токи в головке. Впервые такие головки были применены в кассетной деке *CT-970*. Эти головки будут использоваться в наиболее дорогих моделях компании *Pioneer* до **1985** года, когда их заменят на головки из аморфного металла.



Рис. 48 – Магнитная головка *Ribbon Sendust* (*Pioneer*).

Также в **1981** году специалистами фирмы *Bang&Olufsen* был разработан улучшенный вариант системы динамического подмагничивания, патент на которую сразу же был выкуплен компанией *Dolby*. В том же году выходит кассетная дека *Bang&Olufsen Beocord 8002*, впервые оснащенная данной системой, названной *Dolby HX Pro*. В дальнейшем данная система получит широкое распространение.

В это время появляется новая система шумопонижения *Dolby C*, которая позволяла улучшить отношение сигнал шум на 20 дБ на высоких частотах. Первой кассетной декой, в которой была использована эта система, становится *Sony TC-FX6C*. Кроме этого данная система имела функцию антинасыщения, что позволило снизить искажения сигнала на высоких частотах.

Однако использование системы *Dolby C* накладывало дополнительные требования к совместимости каналов записи-воспроизведения различных аппаратов. В **1970-х** годах многие производители кассетных деков допускали в своих моделях отклонения от типовых предискажений для достижения собственного, характерного звучания. Эти отклонения укладывались в допуски старого стандарта. Но рост рынка предварительно записанных кассет и появление системы *Dolby C* привели к подготовке обновленного стандарта *IEC 1981*, который устанавливал более строгие допуски. Это вынудило производителей внести изменения в свои модели и вызвало многочисленные дискуссии в аудио прессе тех лет, поскольку в ряде случаев указанные изменения приводили к несовместимости новых аппаратов с ранее записанными кассетами.

Также при использовании системы *Dolby C* калибровка канала записи становится практически обязательной процедурой (если вы хотите использовать различные марки магнитных лент). Неважно автоматическую или ручную калибровку вы будете использовать, главное – это обеспечить точный уровень сигнала.

После появления системы *Dolby C* в **1982** году, все конкурирующие системы шумопонижения, за исключением *dbx*, отказываются от участия в дальнейшей борьбе. К этому времени имя *Dolby* становится настолько популярным, что одно его присутствие на лицевой панели кассетной деки значительно повышает ее продажи. Качество записи при точно настроенной аппаратуре с использованием этой системы становится приемлемым для большинства пользователей. Таким образом, производителям становится выгоднее купить лицензию у компании *Dolby*, чем инвестировать в разработку собственных систем.

В **1982** году появляется кассетная дека *Nakamichi Dragon*, впервые оснащенная системой автоматической корректировки азимута головки воспроизведения, названной *N.A.A.C.* (*Nakamichi Auto Azimuth Correction*). Эта модель также была оснащена системой автореверса в режиме воспроизведения и закрытым трактом с двумя тонвалами. При этом каждый тонвал имел собственный двигатель прямого привода. Эта модель станет легендарной, перенесет несколько модернизаций и будет производиться до **1993** года.

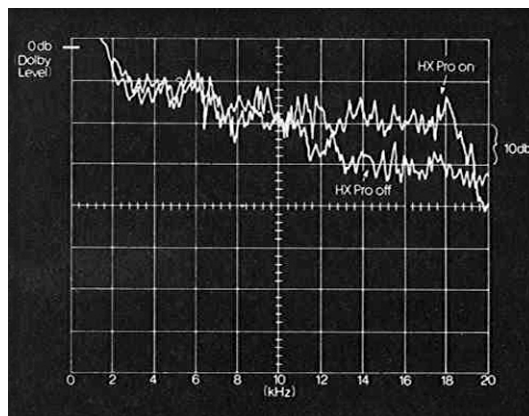


Рис. 49 – Действие системы *Dolby HX Pro*.

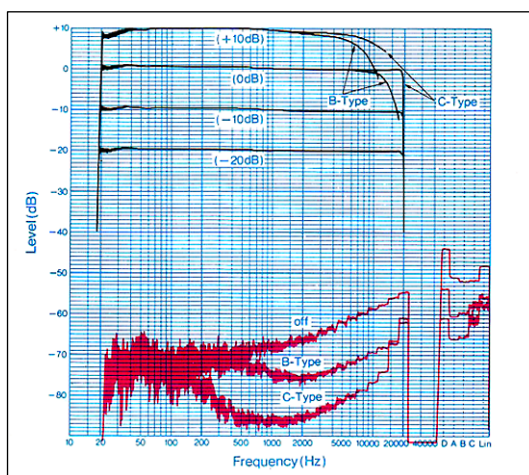


Рис. 50 – Действие системы *Dolby C*.

Одновременно появляется кассетная дека *Nakamichi ZX-9*, имевшая расширенные возможности ручной калибровки, отсутствие автореверса и меньшую стоимость. От предыдущей модели *ZX-7* она отличалась прямым приводом тонвала и новым усилителем воспроизведения.

В **1982** году на японской выставке бытовой электроники компания *Luxman* представила прототип кассетной деки *X-3K* с внешним трактом движения ленты. Эта модель обозначила новое направление в развитии кассетных деков и превращала их в уменьшенный вариант катушечного магнитофона. Данное решение позволяло вывести формат компакт-кассеты на другой качественный уровень. Однако при этом терялись основные преимущества формата – компактность, доступность и простота использования. В итоге эта модель так и осталась прототипом, а дальнейшие инвестиции в развитие аналоговой магнитной записи приостановлены.



Рис. 51 – Прототип Luxman X-3K.

В следующем **1983** году компания *Luxman*, вместо заявленного революционного прототипа, представила кассетные деки традиционной конструкции *K-05* и *K-04*. Эти модели отличались типом калибровки ленты (автоматическая и ручная) и собрали лучшие достижения в области магнитной записи звука.



Рис. 52 – Luxman K-05.

В том же году появляется кассетная дека *Pioneer CT-A9*, которая считается одной из лучших моделей компании и, в отличие от всех последующих, имеет лентопротяжных механизм *Reference Master* с прямым приводом и кварцевой стабилизацией частоты вращения. С незначительными изменениями эта модель будет производиться до **1988** года.

Одновременно появляется кассетная дека *Marantz SD930*, также оснащенная автоматической коррекцией азимута головки воспроизведения – *M.A.A.C. (Marantz Auto Azimuth Correction)*, реализованной на основании патента компании *Philips*, которой в то время принадлежала фирма *Marantz*. В отличие от системы *Nakamichi*, здесь было использован привод головки с помощью пьезоэлемента, а для формирования сигнала корректировки использовались данные с каждой дорожки записи. Однако качество звучания и техническая оснащенность этой модели уступали *Nakamichi Dragon* и вскоре ее производство было прекращено.



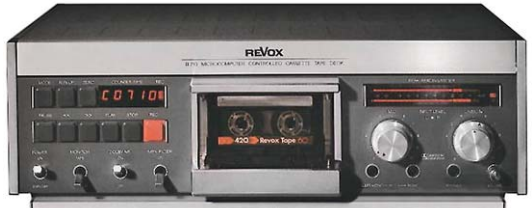
Рис. 53 – Marantz SD930.

В том же году появляется легендарная кассетная дека *Tandberg TCD3014*, использующую традиционную схемотехнику на дискретных биполярных транзисторах. Эта модель обладала интересным звучанием и с незначительными изменениями производилась до конца **1990-х** годов. В **1985** году на ее основе были созданы профессиональные модели *TCD910* и *TCD911*.



Рис. 54 – Tandberg TCD3014.

Одновременно компания *TEAC* представляет кассетную деку *Z-7000*, которая становится самой дорогой моделью в истории фирмы. В этой модели использовалось развитое микропроцессорное управление и лентопротяжный механизм с прямым приводом тонвала и подкассетников. Младшая модель *Z-6000* имела такое же оснащение и отличалась только ручной калибровкой усилителя записи.

Таблица 8. Кассетные деки с наименьшим коэффициентом детонации	
	
<i>Aiwa XK-009 (1988)</i>	<i>Hitachi D-2200m (1982)</i>
	
<i>JVC DD-9 (1981)</i>	<i>Nakamichi Dragon (1982)</i>
	
<i>Onkyo TA-2070 (1981)</i>	<i>Pioneer CT-A9 (1983)</i>
	
<i>Revox B710 (1981)</i>	<i>Sony TC-K777 (1981)</i>
	
<i>TEAC Z-7000 (1983)</i>	<i>Yamaha K-2000 (1983)</i>

В том же году компания *Yamaha* выпускает кассетную деку *K-2000* оснащенную второй стирающей головкой, установленной после головки воспроизведения и позволявшей редактировать записи в режиме мониторинга. Также в этой модели впервые использовалась частота тока подмагничивания 200 кГц для снижения интермодуляционных искажений.

В это время конструкции лентопротяжных механизмов достигают пика своего развития (см. Прил. 2). В лучших моделях кассетных дек был получен средневзвешенный коэффициент детонации $0,02\%$ и ниже. Такие значения находились на уровне погрешности имеющихся измерительных лент и приборов. Дальнейшее снижение этого коэффициента не имело практического смысла и требовало непропорционально больших расходов. К тому же для поддержания заявленных характеристик такие механизмы требовали тщательного периодического обслуживания.

4. УПАДОК (1984-1987)

В **1984** году продажи компакт-кассет с предварительно записанными фонограммами впервые превысили продажи виниловых пластинок. Кассетные магнитофоны производятся массовыми тиражами. Но одновременно с этим начинается распространение компакт-дисков и наступление эпохи цифровой аудиотехники. На этом фоне инвестиции ведущих производителей в разработку кассетных дек премиум сегмента существенно сокращаются.

При этом активно продолжается смена элементной базы электронных компонентов. Дискретные элементы повсеместно вытесняются микросхемами различной степени интеграции. Механические переключатели и реле заменяются электронными коммутаторами. Широко используется микропроцессорное управление. Повышается плотность монтажа и упрощается схемотехника. Массовое производство диктует свои законы, происходит снижение себестоимости продукции. Уменьшаются габаритные размеры и вес моделей, что косвенно подтверждает их упрощение. Появляющиеся новинки не имеют отношения к качеству звука и, как правило, носят вспомогательный характер.

Ярким примером становится повсеместное увлечение механизмом автореверса. Ситуация доходит до того, что у большинства производителей все верхние модели имеют автореверс. При этом более качественные модели с односторонним механизмом оказываются на втором плане, а некоторые производители вообще убирают их из премиум сегмента.

Происходит отказ от ряда важных функций, например, полноценный калибратор заменяется упрощенной версией без встроенного генератора тестовых сигналов или вообще остается только регулировка тока подмагничивания на слух. Также происходит отказ от дорогих двигателей с прямым приводом и кварцевой стабилизацией частоты вращения. Широкое распространение получают двухкассетные модели, которые начинают занимать доминирующее положение у некоторых производителей.

Снижение себестоимости приводит к унификации лентопротяжных механизмов. Ресурс таких механизмов заметно снижается. Начинается повсеместное использование пластмассовых деталей. Практически все производители кассетных дек отказываются от разработки собственных конструкций лентопротяжных механизмов и закупают их у специализированных поставщиков. Наиболее известным из них становится компания *Sankyo*. Такая же ситуация происходит с магнитными головками. Практически все производители начинают использовать головки *Canon*. Исключение составляют несколько компаний, сохранивших собственное производство магнитных головок: *Akai*, *Alpine*, *JVC*, *Hitachi*, *Nakamichi* и *Sony*.

При этом заработная плата рабочих в Европе остается гораздо выше, чем в Японии. Соответственно европейские производители уже не могут конкурировать с японскими в среднем и низком ценовом диапазоне. В результате производство кассетных дек в Европе резко сокращается.

В период расцвета формата кассетных дек на рынке появилось много случайных производителей, которые не привнесли ничего нового и только пытались получить прибыль. Когда ситуация начала усложняться, они свернули свой бизнес и исчезли. В лучшем случае такие компании сохранили в производстве несколько дешевых моделей, только чтобы остаться в рекламных каталогах.

Жесткая конкуренция вынуждает и компанию *Nakamichi* перейти к разработке более дешевых кассетных дек. В ее производственной программе вновь появляются модели с одновальным механизмом. Происходит постепенный переход к выпуску кассетных дек, имеющих лентопротяжный механизм третьего поколения и упрощенную схемотехнику. Срок службы этих моделей был значительно сокращен.

Основным недостатком механизмов *Nakamichi* третьего поколения является фрикционный ролик малого диаметра. Через несколько лет эксплуатации он начинает проскальзывать и нуждается в периодической замене. Фирма *Nakamichi* признала эту ошибку и выпустила набор шестеренчатой передачи для апгрейда этого механизма. В целом большинство кассетных деков *Nakamichi* с таким механизмом уступало моделям второго поколения по качеству звучания и функциональному оснащению.

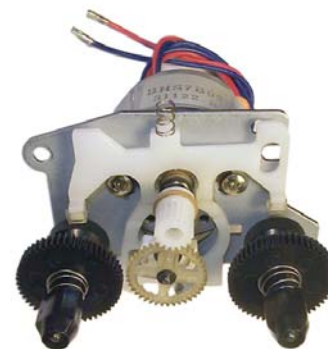


Рис. 55 – Набор для апгрейда лентопротяжных механизмов *Nakamichi* третьего поколения.

Тем не менее, и в этот период появляется несколько эффективных решений и интересных моделей.

В **1984** году компания *NAD* разрабатывает систему *PlayTrim*, улучшающую совместимость записей, выполненных на различном оборудовании с использованием систем шумопонижения *Dolby*. Впервые система *PlayTrim* была установлена в кассетной деке 6155. Эта простая система используется в режиме воспроизведения и обеспечивает регулировку уровня высоких частот перед декодером *Dolby*. При этом возможно исправить искажения, вызванные нестандартной настройкой усилителя записи, а также частично компенсировать ошибки в установке азимута магнитной головки. Позднее данная система также использовалась в кассетных деках фирмы *Yamaha*.

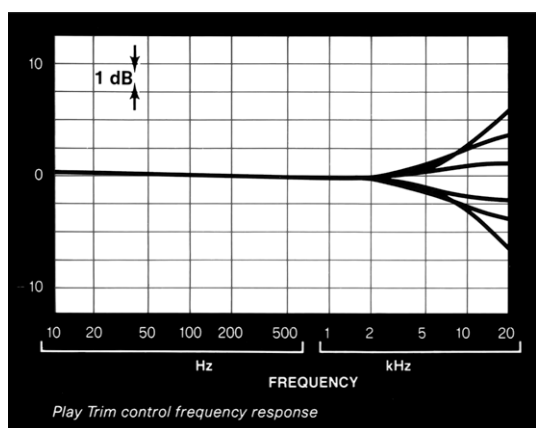


Рис. 56 – Действие системы *Play Trim* (*NAD*).

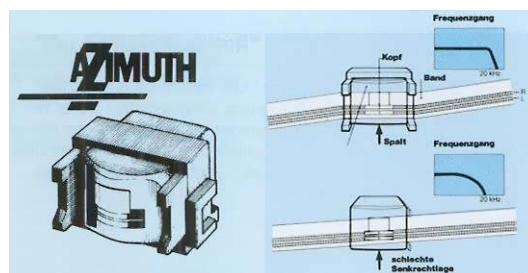
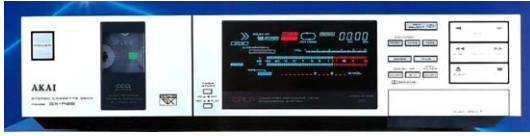


Рис. 57 – Магнитная головка *AzTech* (*Philips*).

В ответ на появление систем автоматической регулировки азимута головки воспроизведения, компания *Philips* предлагает простой способ стабилизации азимута, заключающийся в установке двух направляющих ленты на одной головке. Эта система, названная *AzTech*, конечно, не могла исправить ошибки азимута в записях, выполненных на другом оборудовании. Но она позволяла снизить ошибки, возникающие при нестабильном движении ленты в простых лентопротяжных механизмах. Эта система также использовалась в кассетных деках фирмы *Grundig*. Позднее похожее решение применялось в цифровых магнитофонах формата *S-DAT*.

В том же году появляются автореверсные кассетные деки с прямым приводом каждого тонвала: *Akai GX-R99* и *TEAC R-999X*. При этом модель компании *Akai* имеет закрытый тракт движения ленты, а *TEAC* – прямой привод каждого подкассетника. В это время становятся модными низкие передние панели, что вынуждает производителей скрывать второстепенные элементы управления на выдвижных панелях (см. табл. 9).

Таблица 9. Топ-модели кассетных дек с автореверсом (1984)

<i>Akai</i> <i>GX-R99</i>		
<i>JVC</i> <i>TD-VR9</i>		
<i>TEAC</i> <i>R-999X</i>		
<i>Nakamichi</i> <i>RX-505</i>		

Одновременно компания *Nakamichi* также создает модные автореверсные деки. В новой серии *RX* удалось полностью исключить влияние автореверса на стабильность азимута благодаря использованию механизма переворачивания корпуса кассеты *Uni-Directional Auto Reverse (UDAR)*. К сожалению, за красивым внешним эффектом скрывался отказ от важных функций, связанных с записью сигнала: отсутствие генератора для калибровки и упрощенный индикатор уровня.

В **1985** году компания *Nakamichi* выпускает модель *CR-7*, в которой впервые применялась ручная регулировка азимута головки воспроизведения. Эта функция простыми средствами обеспечивала совместимость с записями, которые были выполнены на другой аппаратуре. Модель *CR-7* также становится первой и единственной кассетной декой *Nakamichi*, которая штатно оснащалась беспроводным пультом дистанционного управления.



Рис. 58 – *Nakamichi CR-7A*.

Позднее функция регулировки азимута головки воспроизведения также использовалась в кассетных деках *Nakamichi Cassette Deck 1*, *Nakamichi DR-1*, а также в профессиональной модели *Tandberg TCD911*.

После выпуска модели *CR-7* компания *Nakamichi* прекратила инвестиции в развитие данного формата и не предпринимала попыток по созданию новых флагманских моделей кассетных дек.

Одновременно компания *TEAC* разрабатывает систему электронной регулировки натяжения ленты – *Hysteresis Tension Servo Control* и выпускает кассетную деку *R-888X*, впервые оснащенную такой системой. Позднее эта конструкция будет использоваться и в других моделях кассетных дек *TEAC* и *Tascam*.

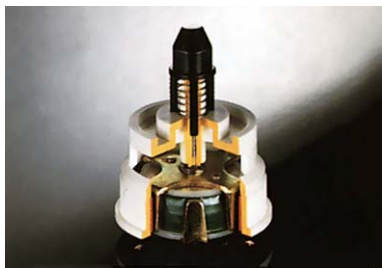
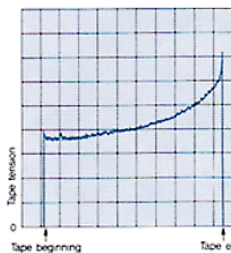
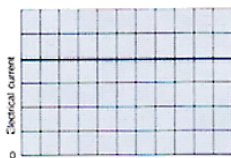
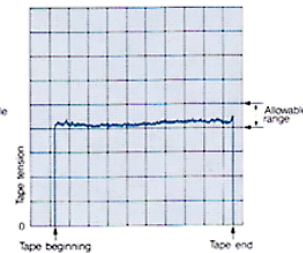
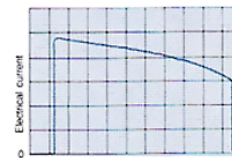


Рис. 59 – Hysteretic Tension Servo Control System (TEAC).

Without HTSC



With HTSC



В том же году появляется кассетная дека *Revox B215*, в которой использовался лентопротяжный механизм с 4 двигателями прямого привода, ранее применявшийся в модели *B710*. В отличие от предыдущей модели здесь использовалась сложная система микропроцессорной калибровки канала записи, а также электронная коммутация сигналов, которая вызывала искажения аналогового сигнала. Позднее на основе этой модели была создана профессиональная версия *A721*, которая имела аналоговые регуляторы уровня.



Рис. 60 – Revox B215.

Эти модели оказались весьма успешными, претерпели несколько модернизаций и получили широкое распространение. В начале **1990-х** годов на основе модели *B215* была создана модель *H1*. После этого компания *Studer/Revox* также прекратила инвестиции в формат компакт-кассет и практически все ее новые модели были клонами кассетных деков других производителей.



Рис. 61 – TDK MA-XG.

В **1986** году компания *TDK* выпускает кассеты *MA-XG* на замену хорошо зарекомендовавших себя кассетам *MA-R*. Рабочий слой магнитной ленты был также основан на металлических частицах *Finavinx*.

В том же году компания *Sony* выпускает компакт кассеты *Metal Master* с корпусом из керамического композита.



Рис. 62 – Sony Metal Master.

Появление более качественных магнитных лент позволило компании *Alpine* выпустить кассетные деки *AL-81 (Luxman K-109)* и *AL-61* с возможностью записи кассет типа *IV* с предискажением **50 мкс**. Это несколько уменьшает перегрузочную способность ленты, но позволяет дополнительно снизить уровень шума на средних и высоких частотах на **3 дБ**. Однако такие записи были не совместимы со стандартом *IEC-1981* и не получили дальнейшего распространения.

В **1987** году компания *NAD* выпускает кассетную деку *6300* с тремя головками, закрытым трактом движения ленты и прямым приводом тонвала. В данной модели впервые одновременно применялись системы *DynEQ* и *Dolby HX Pro* для увеличения перегрузочной способности ленты при записи высоких частот. Для корректировки сигнала в режиме воспроизведения использовалась собственная система *PlayTrim*.

5. РЕЦЕССАНС (1988-1994)

Все увеличивающееся наступление компакт-дисков приводит к спаду на рынке аудиокассет. Однако проигрыватели компакт-дисков не смогли полноценно заменить кассетные деки, поскольку не поддерживали функцию записи. К тому же за прошедшее время качество магнитных лент шагнуло далеко вперед. Во многом этому способствовало широкое распространение видеокассет и технологий, полученных при их разработке.

Чтобы подстегнуть спрос на рынке компакт-кассет, производители начинают предлагать магнитные ленты с металлическим покрытием премиум класса: *Maxell Metal Vertex*, *Sony Super Metal Master*, *TDK MA-XG* и *That's Suono*. Эти кассеты объективно становятся лучшими как по техническим характеристикам, так и по качеству изготовления за всю историю их производства.

С развитием химических технологий качественные отличия между различными типами магнитных лент постепенно снижаются. Новые ленты типа *I* приближаются по диапазону рабочих частот и динамическому диапазону к лентам типа *IV*. При этом они обеспечивают более низкий коэффициент гармонических искажений. Лучшие малошумящие ленты позволяют отказаться от систем шумопонижения, исключив вносимые ими дополнительные искажения.

Таблица 10. Лучшие компакт-кассеты	
 Maxell Metal Vertex (1991)	 Sony Super Metal Master (1993)
 TDK MA-XG (1990)	 That's Suono (1989)

К этому времени продажи катушечных магнитофонов снижаются до минимума. На фоне продолжающегося падения спроса компаниям становится невыгодно поддерживать их производство. Долше всех на рынке бытовых катушечных магнитофонов продержалась компания *TEAC*, которая продолжала их продажи до начала **1990-х** годов. Производство профессиональных моделей сохраняется, но этот рынок также начинает сокращаться.

Предложенный в **1987** году фирмами *Philips* и *Sony* формат цифровой магнитной записи *R-DAT* изначально предполагался в качестве альтернативы аналоговым кассетным магнитофонам. Однако оборудование и кассеты *DAT* оказались слишком дороги для обычного пользователя. В это время *DAT* магнитофоны считались роскошью и получили распространение только в профессиональной среде.

В это время производители электроники предлагают ряд новинок, которые были призваны вернуть интерес требовательных покупателей к аналоговой записи на компакт-кассету. Многие из них были давно известны, но не запускались в производство по экономическим

соображениям. Другие были заимствованы из областей цифровой техники и видеозаписи, которые лучше финансировались и быстрее развивались. К этому времени разработка флагманских моделей кассетных дек становится нерентабельной и предпринимается скорее для демонстрации инженерного искусства и поддержания статуса компании, чем для непосредственного получения прибыли.

При этом происходит возврат к некоторым важным техническим решениям, от которых производители отказались в период упадка. Например, на передний план снова выходят модели без автореверса, на входе усилителей воспроизведения появляются каскады на дискретных транзисторах, вместо сэндвичей используются дискретные головки записи и воспроизведения, появляются керамические направляющие для ленты. Производители пытаются использовать все возможности, чтобы дать компакт-кассете второй шанс.

Во второй половине **1980-х** годов многие производители начинают использовать в обмотках магнитных головок провода из бескислородной меди *OFC*, а затем *LC-OFC* и *PC-OCC*, обладающие высокой химической чистотой. Кроме этого бескислородная медь отливается и вытягивается специальным способом, благодаря чему длина молекул увеличивается в десятки раз. В результате потери сигнала в таких проводниках снижаются.

В это же время в моделях класса премиум начинают использовать омеднение корпуса и деталей шасси. Кроме лучшего экранирования это решение позволяет повысить защиту корпуса от коррозии и облагородить внешний вид. Такие модели смотрятся гораздо дороже, что широко использовалось в качестве маркетингового приема.

Также в этот период широкое распространение получают вспомогательные функции, например: беспроводные пульты дистанционного управления, моторизованный привод кассетоприемника и синхронизация с проигрывателем компакт-дисков.

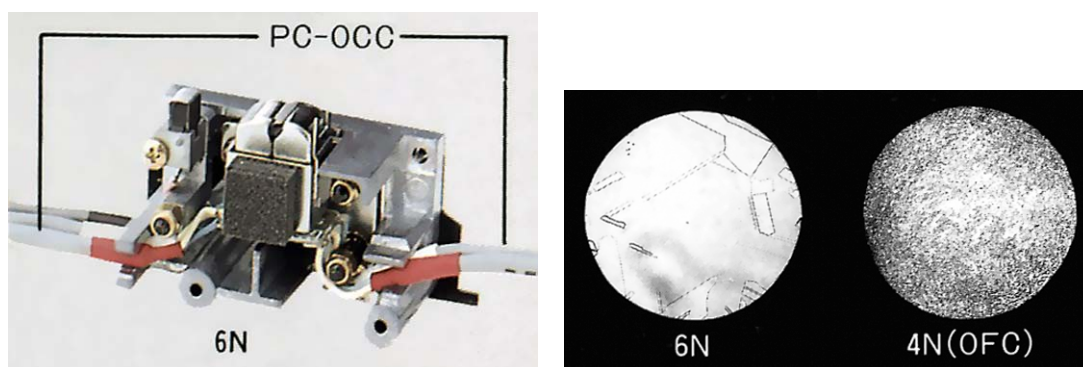


Рис. 63 – Магнитная головка (Aiwa) с обмотками из бескислородной меди 6N (99,99997) и поперечный срез проводов с разной чистотой металла.

В **1988** году начинается применение стабилизаторов корпуса кассеты. Впервые они использовались в моделях *Aiwa XK-009*, *A&D GX-Z9100*, *Pioneer CT-91* и *Victor TD-V721*. Эти устройства имели различное исполнение, но выполняли одинаковую функцию – подавляли вибрации корпуса кассеты, которые вызывают паразитную амплитудную модуляцию сигнала. Обычно данное устройство представляло собой обрезиненную пластину, которая с помощью электромагнита или электродвигателя с усилием прижимается к корпусу кассеты. В дальнейшем это решение будет использовано в других моделях.

Ранее для исключения неровной установки кассеты и снижения вибраций использовалась жесткая фиксация корпуса кассеты в открытом кассетоприемнике. Такое решение было использовано во многих кассетных деках в начале **1980**-х годов, однако оно ограничивало варианты дизайна передней панели и в новых моделях считалось неприемлемым. К тому же оно не защищало от возможных резонансов корпуса при использовании дешевых кассет.

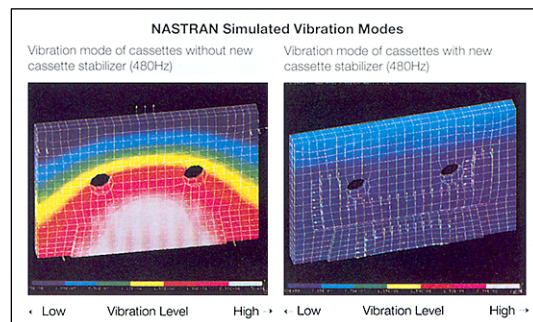


Рис. 64 – Эффект от стабилизатора кассеты (*Pioneer*).

Борьба с вибрациями в это время начинается по всем направлениям. Вновь появляются корпуса с деревянными боковыми накладками. Компания *Victor* выпускает модели с антирезонансной деревянной плитой под днищем, *Pioneer* использует элементы корпуса с сотовой структурой для увеличения жесткости, *Akai* и *Sony* для усиления конструкции и экранирования узлов использует разделение корпуса перегородками на отдельные блоки. Одновременно начинается повсеместное применение демпфирующих элементов и антирезонансных опор.

Одновременно появляются кассетные деки *Sony TC-K555ESR* и *Yamaha KX-1200U* с частотой тока подмагничивания **210 кГц**. По утверждению разработчиков это решение позволяет снизить интермодуляционные искажения и проникание сигнала с частотой тока подмагничивания в звуковой тракт. В дальнейшем это решение будет использовано в других моделях.

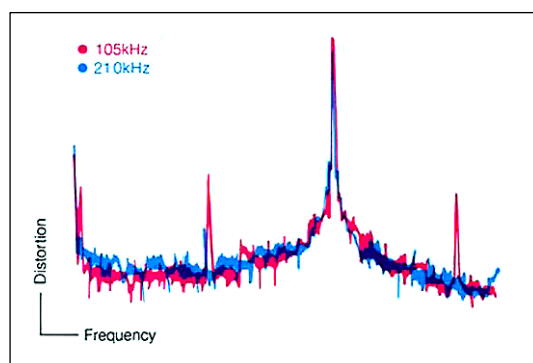


Рис. 65 – Эффект от удвоения частоты тока подмагничивания (*Sony*).

В **1989** году была представлена новая бытовая система шумопонижения *Dolby S*, разработанная на основе профессиональной системы *Dolby SR (Spectral Recording)*, появившейся еще в **1986** году. Новая система позволяет улучшить отношение сигнал/шум на высоких частотах на **28 дБ**. Сразу же ведущие производители кассетных дек предлагают несколько прототипов для лицензирования. Наиболее известным прототипом становится *TEAC V-10000*, разработанный на основе кассетной деки *V-9000*. А уже в следующем году компания *harman/kardon* выпускает первую серийную кассетную деку *TD4800*, оснащенную системой *Dolby S*.

В дальнейшем на рынке появляется несколько флагманских моделей кассетных дек, оснащенных системой *Dolby S*. Однако лицензионные отчисления за установку новой системы оказываются весьма значительными. При этом инвестиции в развитие кассетных дек продолжают сокращаться и многие производители отказываются от использования данной системы по экономическим соображениям.



Рис. 66 – *harman/kardon TD4800*. Первая кассетная дека с *Dolby S*.

В **1990** году компания *Sony* выпускает кассетную деку *TC-K555ESL* в которой применяется новый лентопротяжный механизм *Lapis* с сапфировыми подшипниками опор тонвалов для повышения долговечности. В дальнейшем такое решение будет использоваться практически во всех моделях *Sony* серии *ES*.

В том же году компания *A&D* выпускает кассетную деку *GX-Z9100EV* с усилителем воспроизведения, построенным по балансной схеме на дискретных транзисторах, без применения общей ООС. В ней также применяются дискретные головки записи и воспроизведения для точной настройки азимута. В экспортной версии этой модели *Akai GX-95mkII* балансный усилитель воспроизведения был построен на операционных усилителях. Однако в начале **1990-х** годов компания *Akai* испытывает финансовые трудности и прекращает разработку флагманских моделей кассетных деков.

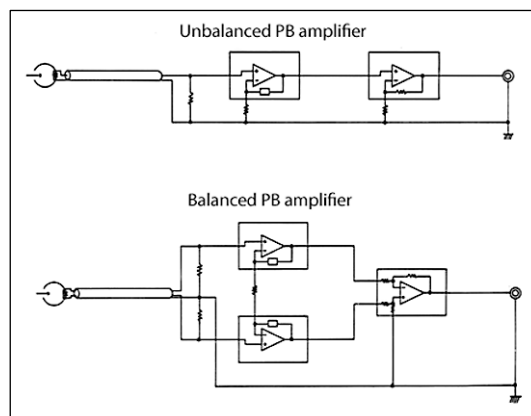


Рис. 67 – Балансный усилитель воспроизведения (*Akai GX-95mkII*).

В **1991** году для внутреннего японского рынка ограниченным тиражом выходит кассетная дека *Technics RS-B900*, созданная на основе модели *RS-B965*. После этого компания *Technics* переключается на производство цифровых кассетных деков формата *DCC* и прекращает инвестиции в аналоговые кассетные деки.

В **1992** году компания *Aiwa* выпускает кассетную деку *XK-S9000* со встроенным 18-битным ЦАП, для прямого подключения к цифровым источникам сигнала. Эта модель также была оснащена системой шумопонижения *Dolby S*. После этого компания *Aiwa* прекращает разработку качественных кассетных деков.

Таблица 11. Последние флагманы	
	
<i>A&D GX-Z9100EV (1990)</i>	<i>Technics RS-B900 (1991)</i>
	
<i>Aiwa XK-S9000 (1992)</i>	<i>Pioneer T-1100S (1992)</i>
	
<i>TEAC V-8030S (1994)</i>	<i>Sony TC-KA7ES (1994)</i>

В том же году появляется кассетная дека *Pioneer CT-95*, которая становится последней флагманской моделью компании. В ней использовались отборные магнитные головки *FTA* (*Fine Tuned Amorphous*) и новый усилитель воспроизведения для снижения уровня шумов и расширения диапазона рабочих частот. Также в ней был применен выходной каскад усилителя записи на дискретных полевых транзисторах, работающих в классе *A*.

В **1993** году компания *Tascam* выпускает профессиональную кассетную деку *122mkIII*, оснащенную прямым приводом, дискретными головками и балансными входом и выходом. Эта была уже третья версия успешной модели, предложенной еще в **1980** году. После этого компания *Tascam* прекращает разработку качественных кассетных дек.



Рис. 68 – Tascam 122mkIII.

В это время ведущие производители предлагают на рынке компакт-кассеты с многослойными лентами всех типов. В новых лентах также широко применяются различные легирующие добавки, улучшающие их характеристики. Успехи, достигнутые в разработке новых магнитных носителей, вызвали необходимость обновить эталонные ленты и привести их в соответствие с современными технологиями. В **1994** году *Международная электротехническая комиссия* публикует обновленный стандарт, который узаконил эти изменения.

Таблица 12. Классификация магнитных лент

Тип	Эталон			Позиция переключателя	Состав рабочего слоя	Постоянная времени, мкс
	Производитель	Марка	Год			
IEC I	BASF (Германия)	R723DG	1979	Ferric / Normal	γ -Fe ₂ O ₃ (гамма оксид железа)	120+3180
		Y348M	1994			
IEC II	BASF (Германия)	S4592A	1981	Chrome / High	CrO ₂ (диоксид хрома) / Co- γ -Fe ₂ O ₃ (легирующее кобальтом)	70+3180
		U564W	1986			
IEC III	Sony (Япония)	CS301	1979	FeCr / Ferro Chrome	γ -Fe ₂ O ₃ +CrO ₂ (двухслойная лента)	70+3180
IEC IV	TDK (Япония)	E912HB	1981	Metal	Fe (металлический порошок)	70+3180
		MJ507A	1994			

В **1994** году компания *TEAC* выпускает кассетную деку *V-8030S*, которая имела полностью обновленный внешний вид, напоминающий профессиональные модели. Однако по сравнению с предыдущей моделью *V-8000S* ее конструкция была заметно упрощена, а производство перемещено из Японии в Тайвань. После этого компания *TEAC* также прекращает разработку качественных кассетных дек.

В том же году компания *Sony* выпускает кассетную деку *TC-KA7ES*, возобновив выпуск моделей 7-ой серии, который был прекращен еще в **1986** году. В этой кассетной деке были сосредоточены все лучшие технические решения в области магнитной записи звука. Для снижения шума в усилителе воспроизведения использовалось параллельное включение дискретных полевых транзисторов. Здесь также устанавливались отборные магнитные головки, с обмотками из медного провода чистотой 6N, корпуса которых были позолочены для улучшения экранирующего эффекта. В усилителе записи использовалась ручная калибровка по трем точкам. Эту модель можно считать последней флагманской кассетной декой. На внутреннем рынке Японии она продавалась до **2003** года и с прекращением ее продаж заканчивается эпоха качественной кассетной техники.

На фоне снижения интереса к кассетным декам в Европе, различия между моделями, предназначенными для внутреннего рынка Японии, и поставляемыми на экспорт достигают своего максимума. Например, старшая модель *Sony TC-KA6ES*, которая производилась для экспорта в Европу, относилась к совершенно другому классу техники, чем японская *TC-KA7ES*. При внешней схожести, качество комплектующих, используемые технологии и конструктивные решения отличаются кардинально.

6. ЭПИЛОГ

После **1994** года производство кассетных дек продолжает сокращаться. Несмотря на присутствие нескольких флагманских моделей, конструкция большинства кассетных дек максимально упрощается. Многие производители сокращают производство или переводят его в Китай, Тайвань и Малайзию. Качество используемых материалов и комплектующих заметно снижается. Практически повсеместно применяются дешевые магнитные головки из пермаллоя.

Рынок аудио записей захватывают новые цифровые форматы, которые быстро сменяют друг друга: *DCC*, *MD*, *CD-R*, *DVD-Audio* и *SACD*. Компакт-кассетам отводится роль дешевого носителя, предназначенного для нетребовательных слушателей. При этом покупателям навязывается мнение о безусловном превосходстве цифровых источников сигнала.

Во второй половине **1990-х** начинается массовое закрытие производства компакт-кассет. В первую очередь это коснулось наиболее дорогих и качественных моделей. Многие сохранившиеся производства продаются корейским и турецким фирмам, которые упрощают технологии и снижают качество продукции.

Со страниц аудио прессы исчезают статьи о магнитной записи звука. Использование кассетных дек становится архаичным и непопулярным. Положение усугубляется общим снижением интереса к Hi-Fi индустрии и спадом производства. Массовый покупатель уходит сначала в область домашних кинотеатров, а затем - в компьютерную технику. Но и в этот период можно отметить некоторые события на рынке магнитной записи.

В **1995** году выходит профессиональная кассетная дека *Denon DN-790R*, оснащенная лентопротяжным механизмом с двумя тонвалами, аморфными головками и системой шумопонижения *Dolby S*. После этого компания *Denon* прекращает разработку качественных моделей кассетных дек.

После закрытия производства цифровых магнитофонов формата *DCC* в **1996** году, компания *Technics* выпускает кассетную деку *RS-AZ7* с магнитно-резистивными головками воспроизведения. Данная технология была разработана для формата цифровой компакт-кассеты (*DCC*) и позволяла снизить уровень шума при воспроизведении. Однако конструкция данной модели была максимально упрощена и не позволила реализовать все возможности новой технологии. В дальнейшем компания *Technics* прекращает разработку кассетных дек.

В том же году, компания *JVC* представляет кассетную деку компактного размера *TD-SD1*, в которой были сосредоточены все достижения компании. Эта модель имела аморфные головки, ручную калибровку и лентопротяжный механизм с двумя тонвалами и прямым приводом. После этого компания *JVC* прекращает разработку кассетных дек.

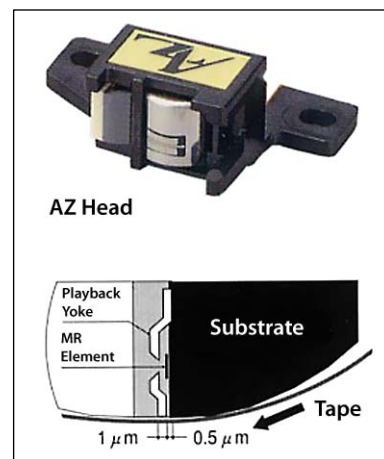


Рис. 69 –
Магниторезистивная
магнитная головка
(Technics AZ).



Рис. 70 – JVC TD-SD1.

В **1997** году компания *Pioneer* выпускает кассетную деку *CT-S670D*, которая имела встроенный 20-битный АЦП/ЦАП и осуществляла обработку сигнала в цифровом виде. Для нее был разработан алгоритм цифровой системы шумопонижения, работающей только во время воспроизведения (аналогично используемым ранее фильтрам *DNL*). При совместном использовании этой системы с компандерными системами *Dolby*, удалось получить отношение сигнал/шум 90 дБ. Однако при формальном улучшении ряда технических характеристик, эта модель имела все недостатки, присущие цифровым источникам сигнала и представляла собой переходный этап на пути к полностью цифровой звукозаписи.

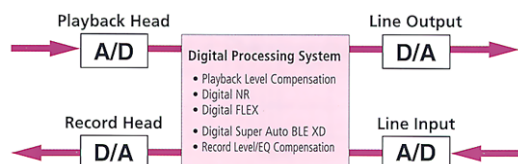
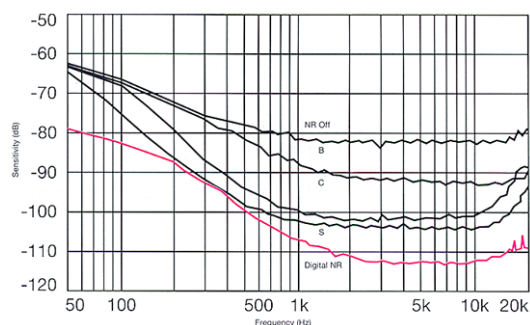


Рис. 71 – Эффект цифровой системы шумопонижения (*Pioneer*).



В **1999** году компания *Nakamichi* возобновляет производство кассетных дек и выпускает модель *DR-10*. Однако они не предложили ничего нового – эта кассетная дека была упрощенной версией предыдущей модели *DR-2* и собиралась в Малайзии. Компания *Nakamichi* уже давно не инвестировала в развитие магнитной записи и в **1990-х** годах пыталась только удержаться на плаву. Производство этой модели продолжится до банкротства компании в **2002** году.

В начале **2000-х** годов рынок компакт-кассет продолжает сокращаться и на нем остается всего несколько производителей: *Maxell*, *Sony*, *SKC* и *TDK*. При этом в их каталогах остаются только самые дешевые модели.

В это время единственным рынком, на котором продолжают продаваться качественные кассетные деки, остается Япония. Только здесь еще можно было найти интересные модели и носители записи, но и они постепенно снимаются с производства и исчезают из продажи. Остатки товаров распродаются по сниженным ценам. Однако компании *A-Bex* и *TEAC* продолжают производство всех типов измерительных кассет и шаблонов.

Начиная со второй половины **2000-х** годов приобрести качественную кассетную деку возможно только на вторичном рынке. Но производители еще обеспечивают сервисные центры запасными частями. При этом интерес потребителей к данной технике снижается до минимума. В то время можно было недорого купить подержанную кассетную деку и, заменив в ней изношенные детали, восстановить ее до первоначального состояния.

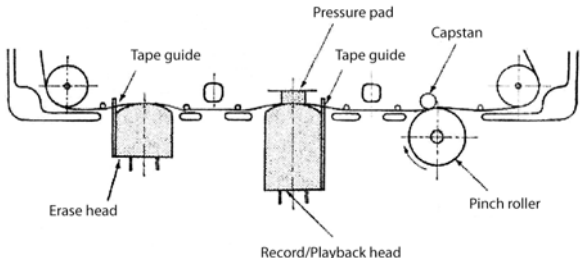
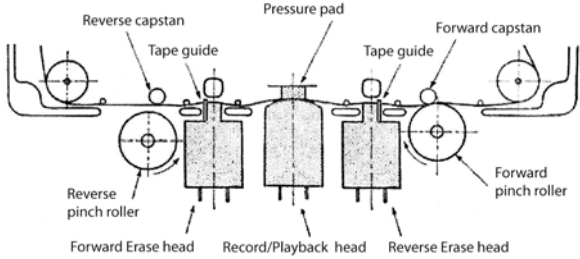
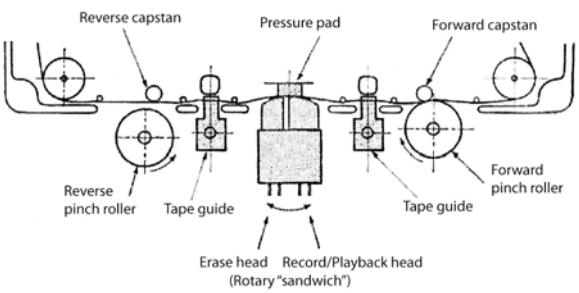
В **2010-х** годах у официальных сервисных центров заканчиваются запасные части и расходные материалы. Прекращается производство измерительных кассет, необходимых для правильной настройки кассетных дек. Но, в отличие от современной одноразовой аппаратуры, аналоговая техника остается ремонтпригодной.

В конце **2010-х** годов цены на вторичном рынке на известные кассетные деки начинают расти. Одновременно возвращается интерес аудиофилов и коллекционеров к кассетным декам и магнитной записи в целом. На этой волне появляется несколько фирм, которые занимаются профессиональной реставрацией аналоговых магнитофонов. В Германии, Швейцарии и США возобновляется разработка и производство катушечных магнитофонов премиум класса. И есть все основания полагать, что на этом история не заканчивается...

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАСПОЛОЖЕНИЕ МАГНИТНЫХ ГОЛОВОК

Классификацию магнитофонов принято, прежде всего, проводить по количеству магнитных головок. Но в кассетных деках важно еще и расположение головок в свободных окнах кассеты. Для двухголовочных кассетных дек существует стандартная компоновка (2) и ее варианты для механизмов с авторевверсом: с четырехканальной универсальной головкой (2R) и с вращающимся блоком головок (2RR). Схема с вращающимся блоком головок получила большее распространение, поскольку позволяла использовать более дешевую головку, отказаться от двух стирающих головок и упростить коммутацию сигналов. Однако такая конструкция не могла обеспечить точную юстировку универсальной головки для обоих направлений движения ленты и долговременную стабильность ее положения.

Также были созданы модели кассетных дек, которые имели функцию авторевверса только в режиме воспроизведения. Запись в таких моделях выполнялась в одном направлении движения ленты, что позволяло упростить конструкцию и сократить количество магнитных головок.

Таблица П1. Кассетные дека с двумя головками	
 2 – Стандартная схема	
 2R – Схема реверса с четырехканальной универсальной головкой (3 головки)	 2RR – Схема реверса с вращающимися головками

Размещение трех независимых магнитных головок привело к появлению нестандартных схем. Компания *Sony* в **1972** году получила патент на лентопротяжный механизм с двумя тонвалами, авторевверсом и закрытым трактом движения ленты, в котором было предложено сразу несколько таких схем. В нем также была запатентована конструкция стирающей головки, расположенной в держателе прижимного ролика и совмещенная с направляющей для ленты.

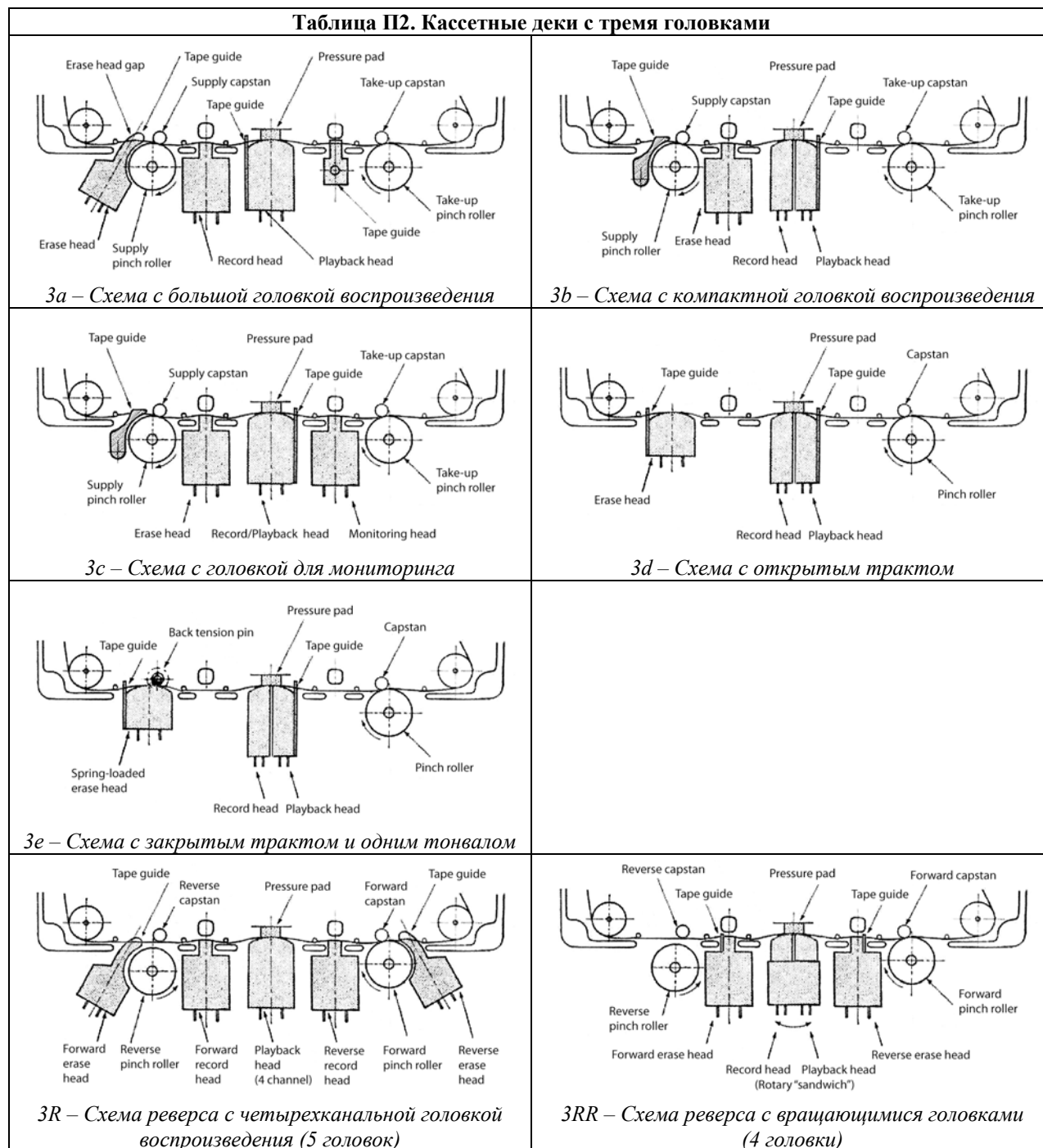
Первоначально была предложена схема (3a), которая допускает использование воспроизводящей головки максимально большого размера, что позволяет улучшить качество звучания. В 1973 году такая схема была принята компанией *Nakamichi*. Однако здесь появляется значительное расстояние между головками записи и воспроизведения, что приводит к дополнительным ошибкам в установке азимута.

Позднее в качестве оптимального варианта была принята схема (3b). Во втором поколении кассетных дек компания *Nakamichi* также переходит к этой схеме. Недостатком данного

решения является необходимость размещения сразу двух магнитных головок в одном окне кассеты, что вынуждает конструкторов использовать головку воспроизведения меньшего размера.

Схема 3с, предложенная компанией *Technics*, не получила широкого распространения и вскоре вышла из употребления.

В лентопротяжных механизмах с открытым трактом использовался вариант с полноразмерной головкой стирания (3d).



В ряде моделей использовался упрощенный механизм с закрытым трактом и одним тонвалом (3е). В нем магнитная лента прижимается подпружиненной стирающей головкой к специальной стойке натяжения, расположенной на месте подающего тонвала.

Для лентопротяжных механизмов с реверсом, в том же патенте *Sony* 1972 года, была предложена схема со стационарной четырехканальной головкой воспроизведения, двумя головками записи и двумя стирающими головками (*3R*). Однако эта конструкция оказалась слишком сложной и в таком виде практически никогда не использовалась. В некоторых моделях применялся упрощенный вариант данной схемы, имеющий режим реверса только в режиме воспроизведения.

Оптимальным решением для лентопротяжных механизмов с реверсом становится размещение двух вращающихся магнитных головок в центральном окне кассеты (*3RR*). При этом использовались две стирающие головки.

В некоторых кассетных деках (например, *Akai GX-R99* и *Nakamichi Dragon*) применялся более сложный вариант реверсивных схем *3R* и *3RR* с закрытым трактом движения ленты и двумя тонвалами. В этих моделях, в отличие от указанных схем, тонвалы вращаются в одном направлении.

Также в некоторых кассетных деках применялись вспомогательные головки, выполняющие сервисные функции (поиск фонограмм по паузам и мониторинг сигнала калибровки). Иногда вместо таких головок свободные окна компакт-кассеты использовались для размещения датчиков лентопротяжного механизма следящих за движением магнитной ленты или за ее натяжением.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. КОНСТРУКЦИИ ЛЕНТОПРЯЖНОГО МЕХАНИЗМА

На протяжении всего периода существования кассетных дек конструкции лентопротяжных механизмов постоянно менялись. Классификацию таких механизмов принято проводить по количеству используемых двигателей и типу приводов тонвала и подкассетников.

Первые кассетные магнитофоны использовали один общий двигатель, который через пассики приводил в движение тонвал и принимающий подкассетник. При этом использовался двигатель постоянного тока, что было удобно в портативных моделях. В стационарных деках использовали двигатели переменного тока, заимствованные из катушечных магнитофонов. Для стабилизации скорости вращения использовался датчик обратной связи. Однако такая конструкция имела высокий уровень детонации из-за влияния подкассетника на тонвал.

При попытке поднять уровень кассетной техники до стандартов *Hi-Fi*, этот недостаток становится очевидным и в **1970** году компания *Technics* в кассетной деке *RS-275* применяет двигатель с прямым приводом (*Direct Drive – DD*). Здесь для привода тонвала использовался бесколлекторный низкоскоростной двигатель постоянного тока. При этом для подмотки и перемотки магнитной ленты использовался второй двигатель.

Применение низкоскоростного двигателя для прямого привода тонвала позволяет исключить дополнительные элементы конструкции, повысить стабильность движения ленты, а также снизить шум и вибрацию. В более простых вариантах двухмоторного механизма привод тонвала осуществлялся от коллекторного двигателя через пассик.

Первые бесколлекторные двигатели имели щелевые статоры. При этом обмотки катушек выполняются вокруг зубьев статора. Однако такая конструкция создает неравномерный крутящий момент, что вызывает высокочастотную детонацию. Указанные высокочастотные колебания не отражаются средневзвешенным коэффициентом детонации, но ухудшают качество звучания.

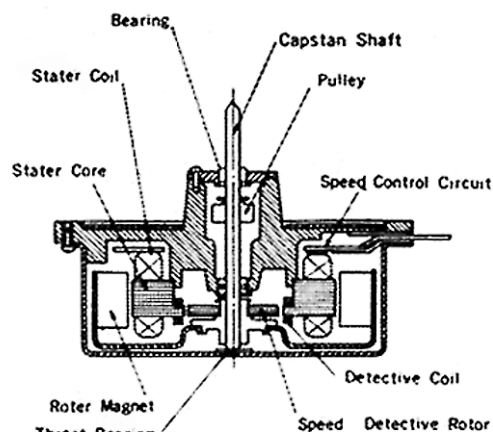


Рис. П2-1 – Щелевой двигатель прямого привода (*Technics RS-279US*).

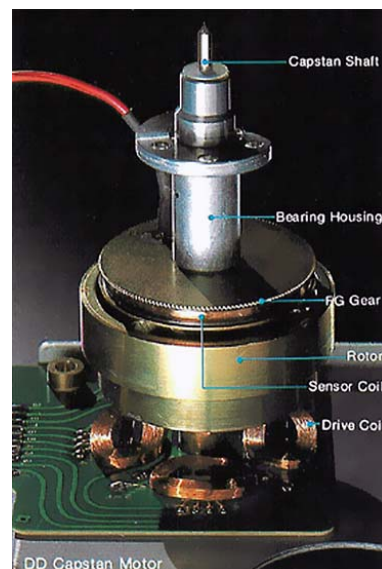
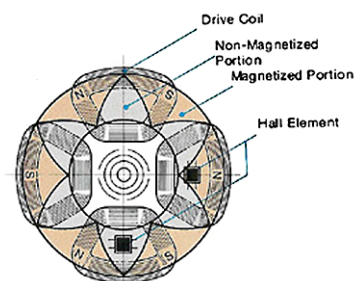


Рис. П2-2 – Бесщелевой двигатель прямого привода (*Nakamichi ZX-9*).



Ротор Magnetic Pattern and Coil Relationship

Рис. П2-3 – Схема намагничивания ротора (*Nakamichi ZX-9*).

Дальнейшим развитием данной конструкции является использование бесколлекторного и бесщелевого (*brushless & slotless - BSL*) двигателя с кварцевой стабилизацией частоты вращения. В бесщелевом двигателе статор не имеет металлического сердечника и зубьев, что обеспечивает более равномерный крутящий момент. Кварцевая стабилизация частоты позволяет поддерживать стабильную скорость движения ленты с точностью 0,2%. Впервые такой двигатель был применен в **1978** году в кассетной деке *Sony TC-K80*.



Рис. П2-4 – Бесщелевой двигатель прямого привода (*Sony TC-K80*).

Для дополнительной стабилизации крутящего момента в двигателях *Nakamichi Super Linear Torque* использовалось намагничивание ротора в виде звезды.

Однако все возрастающие требования к стабильности движения ленты и конкурентная борьба заставляют производителей разрабатывать новые конструкции. Тем более что уже существовали готовые решения, используемые в катушечных магнитофонах. Так, в **1972** году компания *Tandberg* применяет трехмоторный лентопротяжный механизм с отдельными двигателями для привода тонвала и каждого подкассетника. Это решение оказывается весьма удачным и начинает использоваться многими производителями.

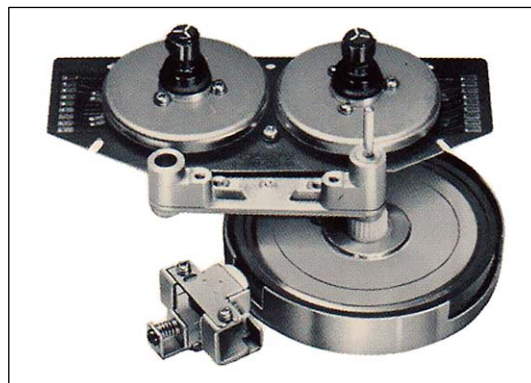


Рис. П2-5 – Лентопротяжный механизм с тремя двигателями прямого привода (*Sony TC-K88*).

Позднее возникает вариант с использованием двигателей прямого привода для тонвала и подкассетников (3 DD). Впервые такой механизм применяется в **1979** году в кассетной деке *Sony TC-K88*.

Каждый из рассмотренных выше механизмов может использоваться как с одним тонвалом (открытый тракт), как и с двумя (закрытый тракт). Конструкция с закрытым трактом обеспечивает лучшие характеристики, но более критична к точности изготовления деталей и менее стабильна в работе. В связи с этим некоторые производители во второй половине **1970-х** годов использовали вместо второго тонвала упрощенные варианты: специальный штифт для натяжения ленты (прижимающий ее к стирающей головке) или инерционный ролик. Также были попытки использовать систему регулировки натяжения ленты с датчиком обратной связи. Но все они оказались менее эффективны, чем закрытый тракт с двумя тонвалами.

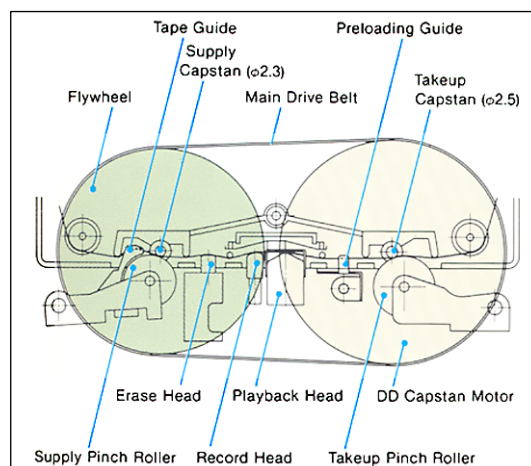


Рис. П2-6 – Асимметричный лентопротяжный механизм с размытыми резонансами (*Nakamichi*).

Вершиной эволюции становится лентопротяжный механизм с закрытым трактом и четырьмя двигателями прямого привода (4 DD). При этом каждый из двух тонвалов и каждый подкассетник приводятся в движение от отдельного двигателя. При наличии кварцевой

стабилизации частоты вращения указанная конструкция также обеспечивает лучшую надежность и долговременную стабильность. Однако такой механизм получается дорогим и кассетных дек с ним было выпущено совсем немного.

В конце **1970-х** годов появляются ассиметричные лентопротяжные механизмы, имеющие тонвалы, маховики и прижимные ролики разных диаметров. Скорость вращения этих деталей в таких механизмах немного отличается, что позволяет избавиться от резонансных явлений и дополнительно снизить коэффициент детонации.

В начале **1980-х** годов производители кассетных дек начинают использовать «тихие» лентопротяжные механизмы. В таких конструкциях перемещение магнитных головок и прижимных роликов осуществляется не электромагнитами (как это делалось ранее), а программным барабаном с приводом от тонвала или от вспомогательного электродвигателя. Кроме более тихого переключения режимов, такой механизм обеспечивает плавное перемещение блока головок, что повышает долговременную стабильность параметров.

Впоследствии маркетологи использовали наличие такого вспомогательного двигателя в рекламных материалах. При этом популярный двухмоторный лентопротяжный механизм с дополнительным двигателем (использующимся только для переключения режимов работы) был представлен как трехмоторный.

Позднее отдельные вспомогательные электродвигатели стали использоваться также для привода кассетоприемника и других сервисных функций. Таким образом появились кассетные деки с 4, 5 и даже с 6 двигателями. Но это только рекламный трюк, поскольку такие двигатели не имеют отношения к движению ленты и не оказывают влияния на детонацию.

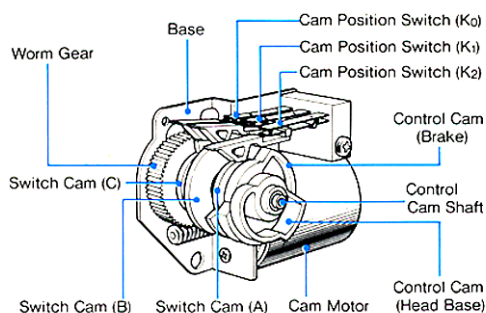


Рис. П2-7 – Вспомогательный двигатель с кулачковым приводом (Nakamichi).

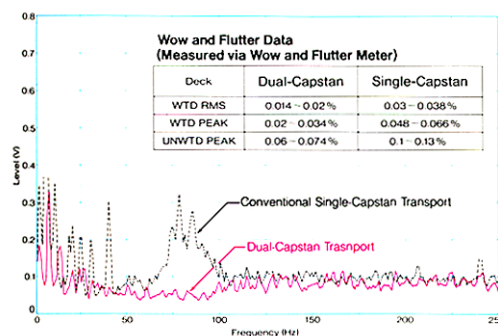


Рис. П2-8 – Сравнение спектра детонации лентопротяжных механизмов с одним и двумя тонвалами (Nakamichi).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ПОРТАТИВНЫЕ МОДЕЛИ

В начале **1970-х** годов становится популярной полевая звукозапись. И компакт-кассета оказалась весьма удобным форматом для этого. Наибольшее распространение данное направление получило в Японии. Кроме этого портативные кассетные магнитофоны начинают активно использоваться в профессиональной репортерской деятельности.

В **1971** году компания *Uher* выпускает первую портативную стереофоническую кассетную деку *CR-124*, оснащенную лентопротяжным механизмом с автореверсом.

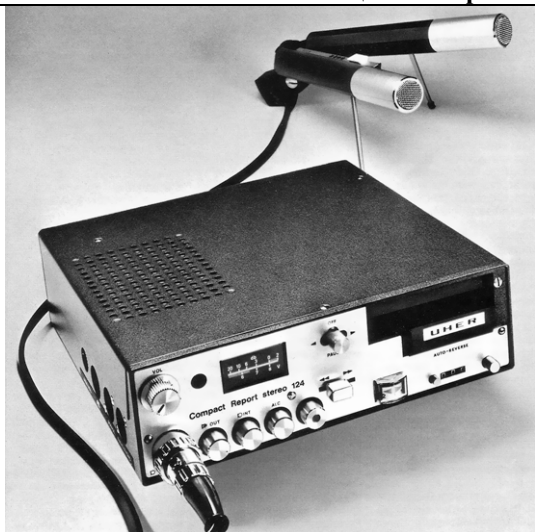
В **1973** году компания *Sony* выпускает портативную стереофоническую кассетную деку *TC-152SD*, получившую в Японии прозвище *Cassette Densuke*. Эта модель обеспечивала высокое качество записи, имела достаточно компактные размеры и могла использоваться в режиме стационарной кассетной деки.

В **1974** году компания *Nakamichi* разрабатывает портативную модель *550* с возможностью калибровки канала записи.

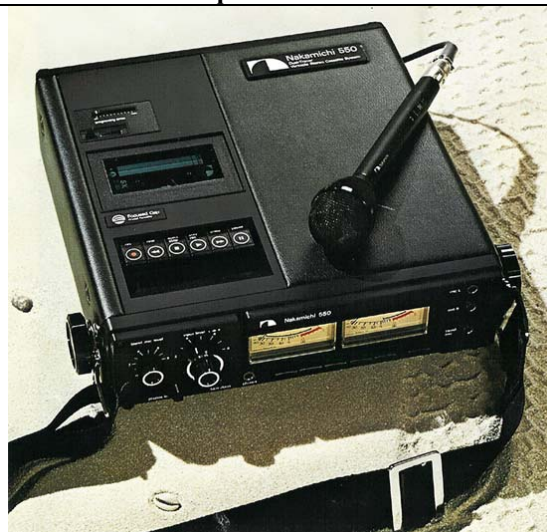
В **1976** году появляются сразу две портативные модели с прямым приводом тонвала: *Sony TC-164SD* и *TEAC PC-10*.

В **1977** году появляются портативные модели с 3 головками: *Lo-D D-150*, *Technics RS-686DS* и *Aurex PC-4280*. При этом модель *Lo-D D-150* становится первой и единственной портативной кассетной декой с закрытым трактом движения ленты, а в модели *Aurex PC-4280* использовался стабилизирующий ролик на рубиновом подшипнике.

Таблица ПЗ. Портативные кассетные магнитофоны



Uher 124 (1971)



Nakamichi 550 (1974)



Sony TC-152SD (1973)



Sony TC-164SD (1976)



TEAC PC-10 (1976)



Lo-D D-150 (1977)



Technics RS-686DS (1977)



Aurex PC-4280 (1977)



Sony TC-D5 (1978)



Sony WM-D6 (1982)



Uher CR-160AV (1984)



Marantz PMD430 (1984)

Компания *Sony* также продолжает развивать данное направление и вышедшая в **1978** году модель *TC-D5* становится эталоном репортерского магнитофона. Различные версии этого аппарата будут выпускаться более 25 лет. Качество изготовления и надежность данной кассетной деки оказались вне конкуренции. В качестве привода тонвала в этих моделях использовалась уникальная система с обрезиненным металлическим диском.

В начале **1980-х** годов интерес к полевой звукозаписи снижается и дальнейшее развитие данного направления связано с созданием в **1979** году той же фирмой *Sony* компактного плеера *Walkman* и разработкой на его основе моделей с возможностью записи. Наиболее удачной из них становится *WM-D6*, которая прошла через несколько модернизаций и производилась с **1982** по **2002** годы. Несмотря на действительно карманный размер и небольшой вес этот рекордер имел прекрасное оснащение и обеспечивал качественную

запись в любых условиях. Появившаяся в **1984** году версия *WM-D6C* становится первой портативной моделью, оснащенной системой шумопонижения *Dolby C*.

Выпускавшийся в то же время репортерский кассетный магнитофон *Uher CR-160* имел гораздо большие размеры и вес и не мог напрямую конкурировать с указанными выше компактными моделями.

После этого единственным конкурентом фирмы *Sony* на рынке профессиональных кассетных рекордеров оставался только *Marantz PMD430*, который имел три головки, был оснащен системой шумопонижения *dbx II* и производился с **1984** по **2003** годы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ELCASET

Рассматривать историю компакт-кассеты необходимо с учетом влияния других конкурирующих форматов. И если *DC International* и 8-дорожечные картриджи окончательно остались в прошлом, то формат *Unisette*, разработанный фирмой *BASF* в **1974** году был взят за основу для нового формата *Elcaset*, предложенного компаниями *Sony*, *TEAC* и *Matsushita*. Используя привычные для катушечных магнитофонов ширину ленты 6,35 мм и скорость носителя 9,53 см/с этот формат предлагал несравненно лучшее качество звучания. И это качество достигалось без использования тех ухищрений, на которые вынуждены были идти производители компакт-кассетных магнитофонов. К тому же формат *Elcaset* позволял полностью изолировать тракт движения ленты от корпуса кассеты, что исключало его влияние на детонацию и открывало больше возможностей для конструкторов лентопотяжного механизма.

В **1976** году были представлены прототипы моделей формата *Elcaset*, а затем появляются и первые серийные образцы. Позднее о присоединении к данному проекту заявляют компании *Aiwa* и *JVC*. Но самый широкий модельный ряд, включающий портативный рекордер с прямым приводом, будет у компании *Sony*. Также ее модели будут выпускаться под другими брендами: *Hitachi D-9000* (на основе *Sony EL-7*), *Mediatech M950* (*Sony EL-5*) и *Wega E-4590* (*Sony EL-7*).

Таблица П4. Деки формата Elcaset



Sony EL-7 (1976)



TEAC AL-700 (1976)



Technics RS-7500US (1977)



JVC LD-777 (1977)

Однако к этому времени успехи в развитии компакт-кассетных магнитофонов значительно сократили разрыв между ними и возможностями формата *Elcaset*. В итоге массовый потребитель отдавал предпочтение более удобному и распространенному формату компакт-кассеты, а те, кому было необходимо лучшее качество записи, продолжали использовать привычные катушечные магнитофоны. К тому же рынок готовых фонограмм в формате *Elcaset* практически отсутствовал.

Таким образом, в **1979** году было принято решение о нерентабельности дальнейшего развития данного формата и производство дек *Elcaset* было прекращено. После этого производители, участвовавшие в данном проекте, сосредоточили все усилия на формате компакт-кассеты, что послужило дополнительным стимулом для его развития. Например, во время участия в проекте *Elcaset*, компания *Sony* не разрабатывала кассетные деки с 3 головками и закрытым трактом, чтобы не создавать внутренней конкуренции. Хотя ранее такие модели были в ее производственной программе. И после закрытия проекта *Elcaset* сразу же появляется кассетная дека *TC-K75*.



*Рис. П4-1 – Sony EL-D8 (1977).
Единственная портативная дека Elcaset.*

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. ФЕНОМЕН NAKAMICHI

Среди производителей кассетных дек можно выделить одну компанию, которая стала легендарной и заслужила право войти в историю благодаря именно этому формату. Несмотря на то, что *Nakamichi* существовала с **1948** года, занимаясь изготовлением электронных комплектующих и OEM-производством магнитофонов, настоящую известность она получила только в **1973** году, после того, как сделала ставку на компакт-кассету.

Начало **1970-х** годов было идеальным временем для развития кассетной техники. С одной стороны наблюдался интерес массового потребителя к удобному малогабаритному носителю записи. С другой – к этому времени появляется техническая возможность обеспечить на компакт-кассете качество записи, удовлетворяющее стандартам *Hi-Fi* аппаратуры.

Занимаясь OEM-производством кассетных дек для компаний *Advent* и *harman/kardon*, в компании *Nakamichi* понимают, что успех в разработке новых магнитных лент в сочетании с системой шумопонижения *Dolby B* могут вывести компакт-кассету на новый качественный уровень. Имея в своем распоряжении все необходимые технологии *Nakamichi* начинает производство кассетных дек под собственным именем.

При этом с самого начала была сделана ставка на модели высшего ценового диапазона. Именно в этом сегменте можно предложить кассетные деки, которые резко отличались по качеству от всех существующих на рынке. И ставка на качество оказалась верной. На протяжении всего периода производства кассетных дек *Nakamichi* занимали верхний ценовой диапазон и поддерживали легенду о своей исключительности.

Но за этой легендой стояли реальные достижения и годы упорного труда. Прежде всего это работа во всех перспективных областях и исключительное внимание к деталям. Начиная от разработки уникальных магнитных головок и заканчивая созданием собственных эталонов и измерительных лент. Все это обеспечивал исследовательский центр, который занимался теоретическими и прикладными вопросами магнитной записи. В **1977** году открылся собственный концертный зал в котором выполнялись записи фонограмм классической музыки.

Новые разработки действительно шли во всех направлениях: собственные двигатели прямого привода, предискажения канала записи, эталонный уровень намагниченности ленты, система шумопонижения (совместно с *Telefunken*), система калибровки и даже собственный «правильный» азимут. В дальнейшем из-за ужесточения международных стандартов и появления новых конкурирующих систем от некоторых из этих разработок пришлось отказаться. В результате разница звучания моделей *Nakamichi* и других кассетных дек начинает сокращаться.

Однако настоящим шедевром становятся головки *Cristalloy* и антирезонансный лентопротяжный механизм с размытыми резонансами. Важной особенностью кассетных дек *Nakamichi* является уникальная система крепления дискретных магнитных головок с независимой регулировкой и фиксаторами. Эта система используется во всех моделях и обеспечивает критически важную стабильность параметров и возможность юстировки. При этом основные схмотехнические решения *Nakamichi* являются вполне заурядными. Данный факт еще раз доказывает, что основной вклад в звучание кассетных дек вносят именно магнитные головки и предискажения записи.

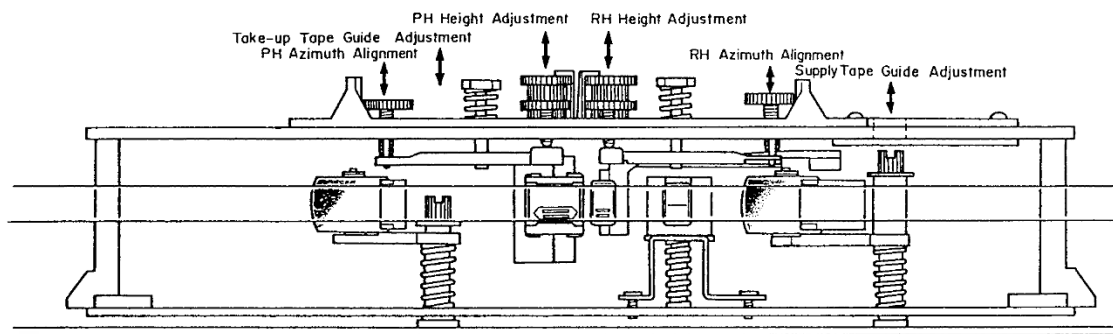


Рис. П15-1 – Блок головок и система их юстировки.

Nakamichi всегда предлагали крайне технократичный подход. Передние панели их кассетных дек изобиловали различными органами управления и регуляторами, предлагая пользователю больше возможностей для настройки. Например, многие модели имели независимые переключатели типа ленты и предскажений. При кажущемся неудобстве это позволяло записывать ленты типа II с предскажением 120 мкс и получать дополнительный запас по перегрузочной способности. Рекламные брошюры также весьма подробны и насыщены техническими деталями, что принципиально отличало их от большинства конкурентов.

Всего принято выделять три поколения лентопротяжных механизмов *Nakamichi* и, соответственно, кассетных дек (ниже указаны только модели с тремя головками):

Первое поколение (массивный, максимально надежный и долговечный механизм с минимальным количеством пластмассовых деталей, электромагнитное управление, гидравлические компенсаторы, мощные электродвигатели):

- 1000 Tri Tracer (1973-1977) ▪ 1000II (1977-1980)
- 700 Tri Tracer (1973-1977) ▪ 700II (1977-1980)

Второе поколение («тихий» механизм с приводом от программного барабана, значительно меньшая масса и габариты, головки *Cristalloy*, ассиметричная конструкция, отвод лентоприжима, возможен прямой привод):

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|----------------------|
| ▪ 680ZX (1979-1980) | ▪ 482 (1979-1982) | ▪ 581Z (1981-1982) |
| ▪ 680 (1979-1981) | ▪ 481 (1979-1981) | ▪ 481Z (1981-1982) |
| ▪ 670ZX (1979-1980) | ▪ 1000ZXL (1980-1984) | ▪ ZX-7 (1981-1984) |
| ▪ 660ZX (1979-1981) | ▪ 700ZXL (1980-1982) | ▪ LX-5 (1981-1984) |
| ▪ 582Z (1979-1981) | ▪ 682ZX (1980-1981) | ▪ Dragon (1982-1993) |
| ▪ 582 (1979-1981) | ▪ 1000ZXL Limited (1981-1984) | ▪ ZX-9 (1982-1985) |
| ▪ 581 (1979-1981) | ▪ 700ZXE (1981-1982) | ▪ RX-505 (1984-1993) |
| ▪ 482Z (1979-1982) | ▪ 681ZX (1981-1982) | |

Третье поколение (упрощенная версия «тихого» механизма, обилие пластмассовых деталей, сниженный ресурс, новое поколение головок *Cristalloy*, ассиметричная конструкция, отвод лентоприжима, возможен прямой привод, производство фирмы *Sankyo*):

- | | | |
|----------------------|---------------------------------|---------------------|
| ▪ BX-300 (1984-1987) | ▪ CR-3 (1987-1990) | ▪ DR-10 (1999-2002) |
| ▪ MR-1 (1986-1994) | ▪ Cassette Deck 1 (1990-1992) | |
| ▪ CR-7 (1986-1993) | ▪ Cassette Deck 1.5 (1991-1992) | |
| ▪ CR-5 (1986-1990) | ▪ DR-1 (1992-1996) | |
| ▪ CR-4 (1987-1990) | ▪ DR-2 (1992-1996) | |

Nakamichi первой предложила многие инновационные решения и массово внедряла их в свои изделия (3 головки, калибровка азимута, головки *Cristalloy*, ассиметричный механизм, *NAAC*). Но даже когда они не были первыми в разработке технологий, то становились лидерами по их применению (закрытый тракт, дискретные головки, отвод лентоприжима, *UDAR*). Технологическое преимущество *Nakamichi* сохранялось до середины **1980-х** годов. И это подтверждает тот факт, что даже после прекращения инвестиций они еще 10 лет оставались в числе лидеров, используя только старые наработки и заслуженную репутацию.

К сожалению, в середине **1980-х** годов, компания решает сосредоточиться на цифровой технике и прекращает исследования в области аналоговой магнитной записи. Появляющиеся в то время перспективные технические решения (*Dolby HX Pro*, *Dolby S*, стабилизатор корпуса кассеты, ток подмагничивания высокой частоты и др.) не используются в новых моделях. Более того их модельный ряд заметно упрощается. И это противоречит первоначальным принципам компании – находиться на переднем плане и использовать все имеющиеся возможности. В результате конкуренты начинают догонять и безусловное лидерство было утрачено.

Попытка перенести успех в область активно развивающейся цифровой техники также не удалась. Конкуренция на аудио рынке в это время усиливается. Многие компании переносят свои производства в Малайзию и Тайвань. И в следствие сокращения спроса, в **1996** году *Nakamichi* прекращает производство кассетных дек, переключаясь на выпуск аппаратуры для домашних кинотеатров. Однако качественные кассетные деки *Nakamichi* до сих пор являются фаворитами на вторичном рынке кассетных дек.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6. НЕМНОГО СТАТИСТИКИ

Ниже представлена таблица, которая позволяет сравнить производителей кассетных дек по наличию ключевых функций в их изделиях. В ячейках указано количество моделей, оснащенных данной функцией. Сведения собраны из описания 1318 моделей, выпускавшихся с 1970 по 2000 годы и включенных в [Справочник по кассетным декам](#).

Manufacturer	Discrete 3 head	Azimuth adjust.	3 direct drive	Two speed	dbx	Dolby S	Portable	Elcaset	Total
Aiwa (Japan)	-	1	-	-	3	4	-	-	53
Akai (Japan)	3	-	-	-	10	-	-	-	78
Alpine (Japan)	-	-	-	-	-	-	-	-	19
Arcam (UK)	-	-	-	-	-	1	-	-	1
ASC (Germany)	-	-	4	-	-	-	-	-	4
B&O (Denmark)	-	-	-	-	-	-	-	-	16
BIC (USA)	-	-	-	5	-	-	-	-	5
Braun (Germany)	-	-	-	1	-	-	-	-	7
Denon (Japan)	-	-	-	-	-	2	-	-	52
Dual (Germany)	-	-	-	3	-	-	-	-	24
Eumig (Austria)	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Grundig Germany)	-	-	-	-	-	-	-	-	14
harman/kardon (USA)	-	-	-	-	-	3	-	-	26
Hitachi (Japan)	-	-	-	-	-	-	1	1	52
JVC (Japan)	10	-	-	-	-	-	4	1	72
Kenwood (Japan)	-	-	-	-	-	5	-	-	44
Kyocera (Japan)	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Lenco (Switzerland)	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Luxman (Japan)	3	2	-	-	4	-	-	-	30
Marantz (USA / Japan)	3	1	-	10	12	1	4	-	66
Mitsubishi (Japan)	1	1	-	-	-	-	-	-	16
NAD (Canada)	-	-	-	-	-	-	-	-	13
NEAL (UK)	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Nakamichi (Japan)	39	21	-	2	-	-	3	-	64
Onkyo (Japan)	-	-	-	-	1	3	-	-	45
Philips (Holland)	-	-	-	-	-	-	2	-	27
Pioneer (Japan)	-	-	6	-	3	14	-	-	79
Sansui (Japan)	-	-	-	-	1	-	-	-	29
Sharp (Japan)	-	-	-	-	-	-	-	-	19
Sony (Japan)	19	1	2	1	-	20	12	5	122
Revox (Switzerland)	2	-	8	-	-	-	-	-	13
Tandberg (Norway)	7	8	-	-	-	-	-	-	14
Tascam (Japan)	2	-	-	2	-	-	-	-	13
TEAC (Japan)	3	-	3	3	28	6	1	1	93
Technics (Japan)	3	-	-	-	17	-	2	2	83
Telefunken (Germany)	-	-	-	1	-	-	-	-	7
Thorens (Germany)	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Toshiba (Japan)	1	1	-	-	-	-	1	-	18
Uher (Germany)	-	-	-	1	-	-	6	-	20
Vector Research (USA)	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Yamaha (Japan)	-	-	-	-	14	3	-	-	46
Bera (USSR)	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Вильма (USSR)	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Маяк (USSR)	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	97	36	24	29	93	62	36	10	1318

Распределение кассетных дек по странам, в которых были зарегистрированы фирмы-производители, можно представить из следующей диаграммы:

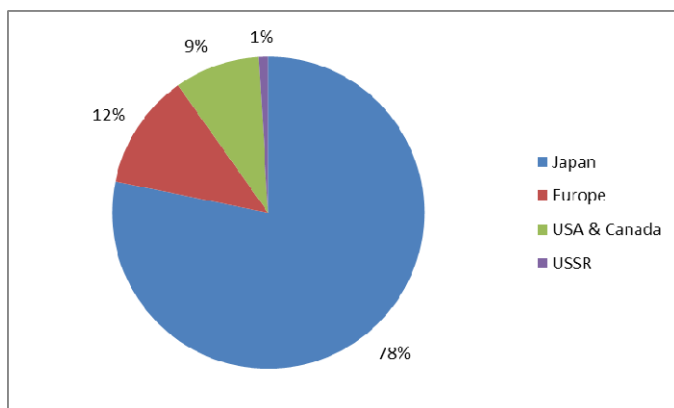


Рис. П6-1 – География производства кассетных дек.

В этот раздел также планировалось включить выборку моделей, попадающих в ТОП-10 по основным техническим характеристикам (диапазон частот, коэффициент детонации, отношение сигнал/шум, вес и стоимость). Но от этой идеи пришлось отказаться, поскольку имеющиеся данные носят рекламный характер и были получены в разное время на различных магнитных лентах. Кроме этого методики измерений, использовавшиеся в разных странах, отличаются.

Поэтому для реального рейтинга необходимо выполнить объективное сравнение всех моделей в одинаковых условиях. При этом все аппараты должны быть предварительно настроены на одинаковом оборудовании и находиться в идеальном техническом состоянии. Реализовать все это в современных условиях практически невозможно, а использовать несопоставимые данные не имеет смысла.

К тому же кассетные деки, имеющие лучшие данные по какому-либо показателю, уже были отмечены в данной статье. При этом реальная оценка качества звучания не может определяться основными техническими характеристиками и до сих пор остается весьма субъективной. Этот фактор становится особенно заметным, когда речь идет об аналоговой аудио технике. Подробнее см. в статье [Апология магнитной записи](#).

© А. Востоков, 2022
avostokov@yandex.ru

Последняя версия документа находится здесь:
<http://www.analogaudio.narod.ru/history-ru.pdf>