[**https://studopedia.ru/9\_214474\_osnovopolagayushchiy-printsip-magnitnoy-zapisi-printsip-visokochastotnogo-podmagnichivaniya.html**](https://studopedia.ru/9_214474_osnovopolagayushchiy-printsip-magnitnoy-zapisi-printsip-visokochastotnogo-podmagnichivaniya.html)

**https://audioakustika.ru/mag**

**Основополагающий принцип магнитной записи. Принцип высокочастотного подмагничивания**

**Процесс записи:**

Магнитный принцип записи основан на свойстве ферромаг­нетиков сохранять (запоминать) намагниченность в течение длительного времени.



Рис. 3. Схема магнитной записи

Мимо воздушного зазора в магнитной записывающей голов­ки протягивают с некоторой постоянной скоростью эластичную ленту 1, покрытую ферромагнитным слоем, частички которого могут рассматриваться как отдельные элементарные магнитики. Но обмотке 4 пропускают ток сигнала, форма ко­торого повторяет форму акустического сигнала. В магнитопроводе 3 и воздушном зазоре D появляется переменное маг­нитное поле, в котором происходит намагничивание элемента­рных магнитиков. Так в изменяющейся по длине ленты намаг­ниченности закрепляется акустический сигнал, т. е. записы­вается, звук

звуковые колебания преобразуются микрофоном в слабый переменный ток звуковой частоты (аналоговый электрический сигнал) a слабый электрический сигнал усиливается усилителем записи и поступает на обмотку магнитной головки, которая создает в зазоре переменное магнитное поле звуковой частоты a линии индукции магнитного поля замыкаются через рабочий слой магнитной ленты, выполненный из тончайшего ферромагнитного порошка a рабочий слой намагничивается таким образом, что области намагничивая чередуются в нем пропорционально звуковой частоте, а величина намагниченности оказывается пропорциональна громкости звука a возникает аналоговая магнитная запись звука. Магнитная лента движется с постоянной скоростью с левой бобины на правую.

**Процесс воспроизведения:**

*Воспроизведение записи* происходит в обратном порядке:



Рис.4 Схема воспроизведения звука

Структурная схема монофонического магнитофона:



Магнитная лента МЛ перематывается с одной катушки K1 на другую K2 лентопротяжным механизмом с постоянной скоростью. Первая головка на пути ленты - стирающая ГС. В режиме запи­си на ее обмотку от генератора стирания и подмагничивания ГСП поступает переменный ток частотой 25-80 кГц. При этой магнитная лента попадает в довольно сильное магнитное поле стирающей головки ГС и существующая на ней запись разрушается, а лента размагничивается.

В обмотку записывающей головки ГЗ поступает усиленный усилителем записи УЗ ток сигнала микрофона и происходит запись этого сигнала на магнитную ленту.

Считывание записи происходит воспроизводящей головкой ГВ.

Образовавшийся в ее обмотке сигнал усиливается усилителей воспроизведения УВ и преобразуется в звук громкоговорителей. Магнитная лента движется мимо магнитной головки a переменное магнитное поле той же (звуковой) частоты замыкается своими силовыми линиями через сердечник магнитной головки. В соответствии с явлением электромагнитной индукции в обмотке магнитной головки возникает слабый индукционный ток звуковой частоты, a далее этот ток (звуковой сигнал) усиливается усилителем воспроизведения и громкоговоритель (динамик) преобразует переменный ток в звуковые колебания.

Процесс стирания: специальная стирающая магнитная головка (конструктивно она устроена несколько проще записывающей и воспроизводящей) перемагничивает рабочий слой ленты с помощью магнитного поля ультразвуковой частоты (40-70 кГц). Электрический ток такой частоты вырабатывается специальным генератором стирания. Естественно, человеческое ухо не может услышать ультразвук, поэтому «перемагниченная» лента оказывается «чистой». В большинстве простых бытовых магнитофонов генератор стирания включался автоматически при записи на ленту, при этом прежняя запись (если она была) – «стиралась». Некоторые бытовые и все студийные модели магнитофонов имели возможность отключения режима «стирания», что позволяло «накладывать» одну запись на другую, создавая различные звуковые эффекты и трюки.

**Принципы магнитной записи**

В магнитной звукозаписи используется принцип остаточного намагничивания ферро - магнитных материалов. Звуковые сигналы подаются на миниатюрный электромагнит - обмотку головки записи (З), мимо которой с постоянной скоростью движется лента, способная к намагничиванию. Ее частицы намагничиваются и при движении ленты мимо другой головки - воспроизводящей (В), создают в обмотке головки ЭДС переменного тока звуковой сигнал. После усиления он поступает на динамик.

В описании упущена важная деталь - остаточная намагниченность В (Н) ленты не получается пропорциональной силе магнитного поля записывающей головки (Н). Намагничивание ленты идет по сложной нелинейной кривой, именуемой петлей гистерезиса магнитного материала. Даже упуская наличие гистерезиса (расщепления кривой), придется считаться с тем, что эта кривая намагниченности имеет резко нелинейный характер. В частности, остаточная намагниченность при малой напряженности магнитного поля близка пулю, что приводит к огромным нелинейным искажениям даже при слабых уровнях записываемого сигнала.

Если записывающая магнитная головка создает синусоидальное во времени магнитное поле, то зависимость намагниченности отдельных «магнитиков» (именуемых доменами) ленты от расстояния вдоль ее длины будет не синусоидальной. Здесь присутствуют явно выраженные искажения, напоминающие искажения типа «ступенька» (при переходе сигнала через 0) и типа отсечки (при большой амплитуде сигнала) в усилителях.

Для линеаризации передаточной характеристики записи надо сместить «рабочую точку» на кривой намагниченности на ее линейный участок. Это можно сделать, используя подмагничивание ленты постоянным магнитным полем, - но тогда будет использована только половина кривой намагниченности ленты и ее отдача упадет вдвое. Поскольку эта кривая симметрична, то переход к несимметричному намагничиванию чреват массой нежелательных последствий - достаточно отметить, что будут, не полностью использованы возможности материала, и он будет иметь постоянную намагниченность. возможно постепенное размагничивание ленты, или напротив, намагничивание в поле близко расположенных магнитов и даже в магнитном поле земли,

Был найден метод - метод высокочастотного подмагничивания. При этом методе в обмотку головки записи подают ток высокой частоты (десятки-сотни кГц), амплитуда которого такова, что соответствует средней ординате кривой намагниченности. Этот ток создает в записывающей головке переменное магнитное поле, постепенно спадающее по мере удаления от центра щели и оставляющее магнитный слой ленты размагниченным, более того, если он был намагничен, то происходит частичное размагничивание магнитного слоя.

Но если вместе с ВЧ сигналом - током подмагничивания, подать на обмотку головки записываемый сигнал, то он нарушает симметрию ВЧ - колебаний и вызывает возникновение остаточной намагниченности той или иной полярности, в зависимости от полярности записываемого сигнала. Поскольку ВЧ - сигнал вывел «рабочую точку» на середину каждого участка кривой намагниченности, то зависимость остаточной напряженности оттока НЧ - сигнала в записывающей головке даже при малых токах сигнала записи в ГЗ становится линейной. Конечно, при большой величине НЧ - сигнала наступает насыщение намагниченности, и эта кривая приобретает плоский участок. В «среднем» лента записи размагничена, т. е. постоянной составляющей намагниченности, вредно сказывающейся на шумах и ее динамическом диапазоне, нет.

Чтобы кривая намагниченности ленты при ВЧ подмагничивании имела как можно более линейный характер и большее значение предельной намагниченности, - это дело разработчиков материалов для магнитных лент. Первое время для размагничивания лент (стирания записи) применяли сильные постоянные магниты. До сих пор стирающие головки в виде маленьких магнитиков, отводимых от ленты при воспроизведении, можно встретить в самых простых магнитофонах – скорее, уже в игрушках, чем в промышленных моделях даже невысокого класса. Поскольку для реализации ВЧ подмагничивания нужен ВЧ - генератор синусоидальных колебаний, то разумно применить его и для питания стирающей головки. Поэтому упомянутый генератор обычно называют генератором стирания и подмагничивания. При этом стирающая головка требует заметно больших токов, чем записывающая головка.

Частота генератора тока ВЧ подмагничивания должна в 4-6 раз превышать верхнюю граничную частоту звукового диапазона, т. е. при записи частот до 20 кГц она может доходить до 120-150 кГц, иногда применяют две синхронные частоты - достаточно низкую для стирания и вдвое большую для подмагничивания. Генератор токов стирания и подмагничивания должен иметь синусоидальную форму с минимумом гармоник. Чтобы разместить на ленте как можно больше звуковой информации, скорость движения ленты приходится уменьшать. Для кассетных магнитофонов стандартной является скорость 4,76 см/с, или 0,0476 м/с, что в 4 раза меньше самой распространенной скорости движения ленты у катушечных бытовых магнитофонов (19,05 см/с). Эти скорости обеспечивают запись почти всего звукового диапазона только при тщательном изготовлении головок и применении высококачественных лент.

Рассмотрим процессы при воспроизведении магнитной записи. Намагниченная лента проходит мило воспроизводящей головки. которая конструктивно похожа на записывающую - в ряде магнитофонов для этого применяют ту же самую головку (она называется универсальной).

При воспроизведении имеются три проблемы:

1. ЭДС, наводимая в обмотке головки, определяется скоростью изменения магнитного потока и потому оказывается прямо пропорциональной частоте записанного сигнала.

2. Если ширина щели головки приближается по порядку величины к длине магнитного участка сигнала, то ЭДС стремится к нулю (эти искажения получили название щелевых искажений).

3. ЭДС от обмотки головки в области средних частот (порядка 1000 Гц) мала и составляет обычно доли милливольта для низкоомных головок и до нескольких милливольт для высокоомных (в транзисторных магнитофонах они применяются редко).

Рост уровня сигнала воспроизводящей головки от частоты наблюдается в диапазоне частот от самых нижних до примерно 5-10 кГц. Далее он замедляется и даже переходит в спад из-за щелевых искажений. Чем меньше ширина щели воспроизводящей головки, тем при более высоких частотах наблюдаются щелевые искажения.

Ширина щели воспроизводящих головок для воспроизведения верхних частот звукового диапазона (15 – 10 кГц) составляет около 1 мкм и меньше. Однако при такой узкой щели падает ЭДС из обмотки головки в целом, да и резко усложняется ее изготовление, для получения щели используется сверхтонкая фольга из немагнитных материалов – например, из бериллиевой бронзы. Сделать фольгу толщиной в микрон непросто.

Поэтому, при изготовлении головок приходится идти на компромиссы. Для получения сигналов стандартного уровня (например, порядка 0.15- 0,25 В для входа обычного предварительного усилителя) приходится усиливать сигналы для воспроизводящей головки во многие сотни раз. Одновременно с этим для получения неизменного усиления на разных частотах в усилитель воспроизведения вводится специальная цепь низкочастотной коррекции. Она снижает усиление воспроизведения по мере роста частоты сигнала. Постоянная времени коррекции нормирована и зависит от типа примененной ленты.

Также нужно скорректировать и щелевые искажения воспроизводящей головки. Для этого надо. начиная с частот 5-10 кГц. обеспечить подъем высоких частот. Эту функцию выполняет коррекция по высоким частотам. Иногда ее делают довольно простой - параллельно воспроизводящей головке ставят конденсатор. образующий вместе с индуктивностью головки параллельный колебательный контур. Его резонанс и ведет к подъему высоких частот.

Этот метод имеет недостаток - по мере износа головки ее индуктивность меняется и резонансная частота контура тоже меняется. В итоге точность коррекции снижается. Поэтому применяют иные способы коррекции - например, с помощью обратных частотно-зависимых связей. В наиболее высококачественных магнитофонах коррекцию на высоких частотах разделяют - ее делают как в усилителе записи. так и в усилителе воспроизведения. Это позволяет несколько уменьшить уровень собственных шумов магнитофона, заметных на высоких частотах. Результирующая АЧХ сквозного тракта магнитофона имеет протяженный плоский участок.

Может возникать перекомпенсация ВЧ-коррекции. и тогда на АЧХ наблюдается небольшой подъем В области высоких частот. При недостаточной коррекции будет наблюдаться спад АЧХ на высоких частотах. Обычно стараются обеспечить небольшой подъем на 2-6 д6, так как по мере стирания головок может появиться спад АЧХ и тех же пределах.

Как головка записи, так и головка воспроизведения обычно экранируются для защиты от внешних магнитных полей. Для головок воспроизведения нередко используется двойное, и даже тройное экранирование. В самих головках используются тонкие пластинки из магнитных материалов с высокой магнитной проницаемостью — высококачественные специальные сорта железа, пермаллой, аморфные магнитные материалы, ферриты и т. д. Некоторые типы таких материалов и покрытие головок сверхтвердыми материалами позволяют создавать головки со сроком службы в сотни тысяч часов (обычные головки служат не более нескольких тысяч часов—довольно абразивная поверхность ленты стирает поверхность головки. что видно даже на глаз).

Головки на основе аморфных магнитных материалов разработала японская фирма Technics. Эти головки Amorfous-Z обладают уникальным качеством, они заметно улучшают воспроизведение записей даже со старых лент. Головки обладают повышенной отдачей. уменьшают уровень шугав при воспроизведении и дают более равномерную АЧХ. чем обычные головки. Результатом применения таких головок, имеющих довольно необычную конструкцию (применяется магниторезистивный пленочный элемент), является существенное повышение прозрачности звучания. Эти головки применены в новейших деках фирмы Technics Для записи и воспроизведения стереофонических сигналов делаются сдвоенные головки — у них одна головка находится под другой, и они разделены тонкой немагнитной прокладкой. Существуют и многоканальные магнитофоны, но широкого применения они не получили с увеличением числа дорожек и без того не слишком высокое отношение сигнал/шум уменьшается, а конструкция магнитофонов усложняется.