

МАГНИТНАЯ ЗАПИСЬ

на проволоку

А. К.

ХАРАКТЕРИСТИКА МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ

Принцип магнитной записи звука первоначально был предложен Пуальсоном более чем 40 лет назад. Однако только за последние несколько лет на магнитный способ звукозаписи стали обращать серьезное внимание. В настоящее время в ВРК ведутся работы по вопросам внедрения магнитного способа звукозаписи в эксплуатацию. В любительских условиях магнитная запись представляет значительный интерес ввиду подкупающей ее простоты.

Принцип магнитной записи очень не сложен. Он заключается в следующем. Стальная проволока или лента протягивается под полюсным наконечником одной или двух катушек, через которые пропускаются токи звуковой частоты. Проволока намагничивается в зависимости от изменения тока в катушках. Если затем такую неравномерно намагниченную проволоку протягивать под полюсными наконечниками, то переменное магнитное поле проволоки будет создавать переменную электродвижущую силу в обмотках катушек.

Это переменное напряжение усиливается и подается обычным способом на громкоговоритель. Так как в модуляторе при магнитной записи отсутствуют движущиеся вибрирующие части, то отпадает трудность в получении записи высоких частот. В системах электромеханической записи частоты выше 4000—5000 Hz в любительских условиях записать трудно вследствие инерции вибратора и некоторых особенностей материала записи (пленки).

При записи звука магнитным способом удается записать частоты до 8000 Hz.

Магнитная запись звука удобна в том отношении, что позволяет многократно использовать проволоку для новых записей. Для стирания записи и подготовки проволоки к новой записи проволоку подвергают воздействию постоянного магнитного поля (от постоянного магнита или электромагнита). Стирание записи обычно производится магнитным же рекордером, через обмотку которого пропускается постоянный ток. Там, где требуется временная запись, магнитная запись звука обладает преимуществами перед другими методами записи. Запись может сохраняться и воспроизводиться более 1000 раз без заметного ухудшения качества звучания.

МАТЕРИАЛ ДЛЯ МАГНИТНОЙ ЗВУКО- ЗАПИСИ

В качестве материала для магнитной звукозаписи применяется проволока или лента, которые при записи перематываются с катушки на катушку. Кроме того, проволоку можно намотать на цилиндр соответствующих размеров.

При применении проволоки, сматывающейся при записи с одной катушки на другую, наблюдаются искажения, связанные с тем, что проволока при сматывании непрерывно вращается вокруг оси. Такое вращение изменяет расположение магнитных силовых линий в проволоке по сравнению с тем, которое имело место в момент записи. Для борьбы с этим можно или увеличивать линейную скорость протяжки проволоки или наматывать ее на барабан, благодаря чему она теряет возможность вращения вокруг своей оси.

Увеличение линейной скорости протяжки ленты нежелательно по тем соображениям, что это создает много механических трудностей.

Проволока, употребляемая для магнитной звукозаписи, имеет обычно диаметр от 0,5 до 1,5 mm. Более тонкая проволока ограничивает амплитуду записываемого сигнала, а более толстая — создает механические трудности при изготовлении аппарата. Стальная лента может быть применена толщиной 0,05—0,1 mm и шириной около 3—4 mm. Скорость протяжки ленты порядка 0,5 m/sec.

МЕТОДЫ НАМАГНИЧИВАНИЯ

В зависимости от направления намагничивающего потока методы записи подразделяются на метод продольного и метод поперечного намагничивания.

Если намагничивающий поток направлен вдоль оси проволоки, то такой способ намагничивания называется продольным. Наоборот, если намагничивающий поток направлен поперек проволоки, то метод намагничивания называется, соответственно, поперечным.

При записи на ленту различают еще перпендикулярный метод намагничивания в отличие от поперечного.

При поперечном методе намагничивающий поток направлен от края к краю ленты. В этом случае расстояние между полюсными наконечниками определяется не толщиной, а

шириной ленты. При перпендикулярном методе это расстояние определяется толщиной ленты и намагничивающий поток направлен перпендикулярно к ленте.

Для проволоки, естественно, перпендикулярный и поперечный методы совпадают.

Рассмотрим магнитные процессы при записи. На рис. 1 показана кривая намагничивания проволоки (ленты). Начальная крутизна этой кривой мала для обоих направлений намагничивания. С увеличением потока крутизна ее увеличивается, а затем снова уменьшается. Поэтому, если рабочая точка будет установлена в точке O , то слабые сигналы будут записаны слабо, а сильные — относительно громче. При этом будет наблюдаться искажение формы кривой, т. е. нелинейные искажения. Во избежание этого используют только одну ветвь кривой намагничивания. Это достигается путем подачи постоянного тока в качестве смещения при записи для того, чтобы привести записывающий поток в более прямолинейную часть кривой (точка b рис. 1).

На рис. 2 показаны явления, имеющие место при записи одним полюсным наконечником. На рисунке имеются следующие обозначения: M — проволока или лента, P — полюсной записывающий наконечник.

Концы b , b катушки служат для подачи звуковой частоты, а a , a — для постоянного тока смещения. Постоянный ток смещения устанавливает рабочую точку на прямолинейный участок характеристики намагничивания проволоки (точка b по рис. 1) и создает магнитный поток, обратный по направлению остаточному намагничиванию проволоки.

Проволока должна быть предварительно намагничена. Это намагничивание осуществляется путем протягивания ее под полюсным наконечником, в обмотке которого пропускается постоянный ток.

Направление силовых линий предварительного намагничивания указано стрелкой (влево от полюсного наконечника). Линии 1, 2, 3, проходящие через полюсной наконечник, изображают мгновенный записывающий поток. Этот магнитный поток, проходя через проволоку, замыкается на противоположный полюсной наконечник. На рис. 2 в целях упрощения он не показан.

Штриховка изображает силу намагничивания, причем там, где штриховка гуще, там

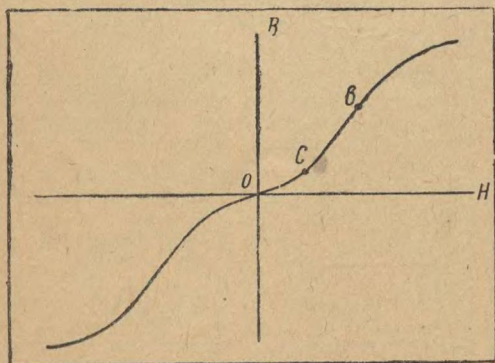


Рис. 1

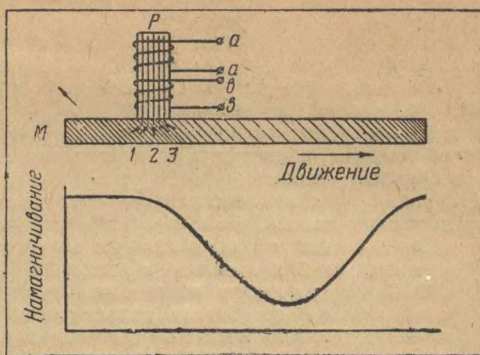


Рис. 2

сила намагничивания больше, а там, где штриховка реже, — там эта сила, соответственно, меньше. При этом методе записи намагничивание проволоки происходит, главным образом, параллельно ее оси. Для упрощения чертежа направление намагничивания в проволоке на рис. 2 показано под значительным углом. Практически же толщина проволоки или ленты значительно меньше, чем изображено на рисунке, и направление намагничивания будет располагаться почти вдоль оси ленты или проволоки.

Магнитный поток полюсного наконечника P , как указывалось выше, замкнутый. Поэтому в точке соприкосновения полюсного наконечника с проволокой он будет расходиться (растекаться) во всех направлениях и, главным образом, вдоль проволоки, как показано на рис. 2.

В точке 2, соответствующей середине полюсного наконечника, этот поток будет перпендикулярен оси проволоки. По обе стороны от этой точки в точках 1 и 3 поток будет приблизительно параллелен оси. При движении проволоки под полюсным наконечником P проволока будет сначала подвергаться воздействию потока 1. Поток 1 имеет приблизительно такое же направление, как линия остаточного намагничивания в проволоке, вследствие чего никаких изменений в проволоке этот поток вызывать не будет.

Далее проволока попадет под действие потока 2, который почти перпендикулярен остаточному намагничиванию. Это вызывает некоторые искажения в направлении линий остаточного намагничивания. Рабочим потоком является поток 3. В положении 3 поток будет противоположен направлению первоначального намагничивания. Так как поток 3 — переменный по величине, а поток остаточного намагничивания проволоки — постоянен, то эти потоки будут вычитаться, что приведет к модуляции намагничивания проволоки. В нижней части рис. 2 показано намагничивание по длине проволоки, которое получилось в результате модуляции.

Практически установлено, что положения 1, 2 и 3 не являются точечными участками, а обладают некоторой протяженностью.

В связи с этим записанный сигнал подвергается дополнительному воздействию последующих сигналов. Это наложение сигналов приводит к искажению формы кривой.

Во избежание искажений, связанных с ра-

стеканием потока у конца полюсного наконечника, необходимо, чтобы проволока двигалась с большей скоростью. При большей скорости записанный сигнал выводится из сферы действия записывающего потока до того, как он сможет подвергнуться искажениям от последующих сигналов.

На рис. 3 показана аналогичная схема для двухполюсной записи. При достаточно близком расположении обоих полюсных наконечников, поток не будет сильно растекаться по проволоке, что уменьшит искажения.

В этой системе остаточное намагничивание в проволоке должно быть в противоположном направлении к движению проволоки. Направление движения проволоки показано стрелкой справа, а направление остаточного намагничивания — стрелкой слева, над проволокой.

Некоторое растекание потока будет иметь место и в этом случае (потоки 1 и 5), однако в значительно меньшей мере. Поток 1 не будет оказывать заметного влияния на процесс записи, так как его направление почти совпадает с направлением остаточного намагничивания.

Потоки 2, 3 и 4 являются полезными потоками, которые осуществляют модуляцию намагничивания проволоки. Поток 5 направлен противоположно первоначальному намагничиванию, и поэтому вносит искажения в запись. Эти искажения заключаются в том,

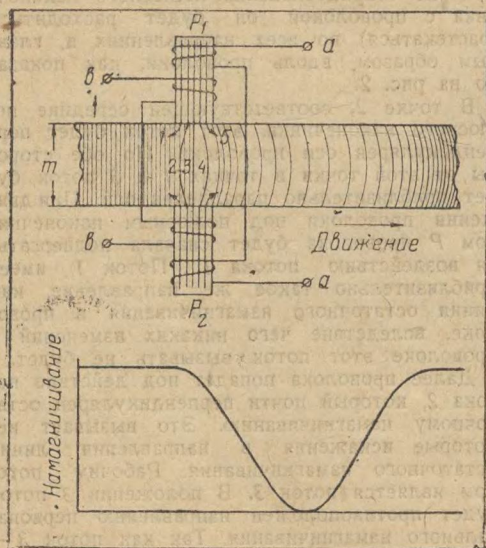


Рис. 3

что записанный сигнал подвергается дополнительной модуляции последующим сигналом при посредстве потока 5. Мерой борьбы с этими искажениями также служит увеличение скорости движения проволоки под полюсным наконечником. Практически поток 5 весьма мал.

На рис. 4 показаны явления, происходящие при записи методом поперечного намагничивания на ленту. Предварительно записывающая среда была намагничена. Намагничивание имеет направление, как указано стрелкой, влево от поперечного наконечника P_1 .

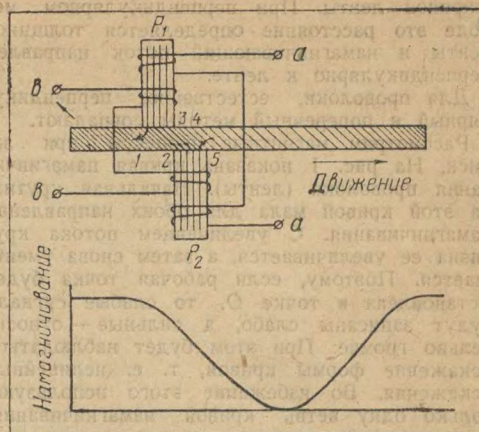


Рис. 4

Ширина ленты обозначена буквой m . Если ширина велика, то будет иметь место значительное растекание записывающего потока внутри материала ленты. Рабочий поток полюсных наконечников имеет направление, противоположное магнитному потоку остаточного намагничивания ленты.

Назначение катушек такое же, как и в схеме рис. 2. При пропускании через обмотку звуковой катушки токов низкой частоты остаточный магнитный поток ленты модулируется в такт с подводимыми электрическими колебаниями, что на чертеже показано заштриховкой различной густоты. Вследствие наличия потоков рассеяния, появляющихся из-за растекания общего потока при относительно большой ширине ленты, наблюдаются искажения формы сигнала. Мерой борьбы с этими искажениями служит также повышение скорости движения ленты.

Значительно лучшие результаты дает метод перпендикулярной записи. В этом случае расстояние между полюсными наконечниками определяется не шириной, а толщиной ленты. Толщина ленты или проволоки всегда незначительна, а потому растекание намагничивающего потока будет невелико, что снижает искажения, связанные с потоками рассеяния. В связи с этим метод перпендикулярной записи позволяет значительно снизить

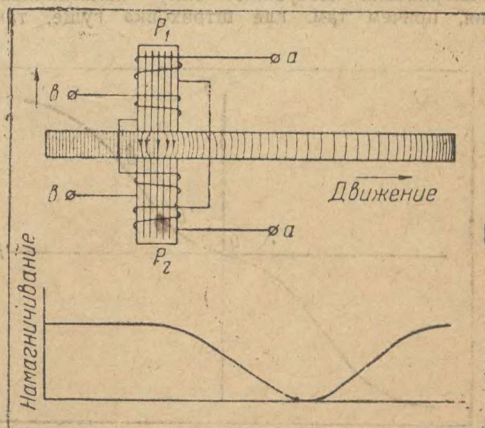


Рис. 5

скорость движения проволоки или ленты при записи. На рис. 5 изображены процессы, происходящие при перпендикулярном методе записи звука.

Для получения большего уровня сигнала по отношению к шуму ленты, обычно делают так, чтобы амплитуда потока (или тока в катушке) не зависела от частоты. Для этого можно включать звуковую катушку полюсного наконечника последовательно с большим сопротивлением (раз в 6—8 больше, чем омическое сопротивление катушки).

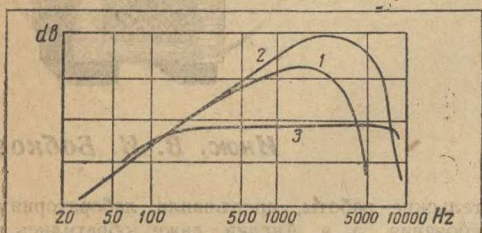


Рис. 6

При обычном включении ток в катушке с повышением частоты уменьшается, так как полное сопротивление катушки значительно увеличивается с увеличением частоты.

ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ

Полюсной наконечник при магнитном методе записи может являться одновременно и рекордером и адаптером. Частотная характеристика магнитной записи и воспроизведения звука зависит от толщины концов полюсных наконечников. Их желательно делать более тонкими. При толстых полюсных наконечниках срезаются высокие частоты записи.

Толщина полюсных наконечников должна быть равна или меньше длины волны najwyżшего звука, записанного на проволоке. Длина волны звука, записанного на проволоке, определяется следующим образом. При скорости движения проволоки, например 1 м/сек, и при высшей частоте записи в 5000 Hz — длина волны звука на проволоке определяется, как:

$$\lambda = \frac{l}{f} = \frac{1000}{5000} = 0,2 \text{ мм},$$

где λ — скорость движения проволоки,
 f — высшая частота записи.

На рис. 6 приведено несколько частотных характеристик магнитной звукозаписи, произведенной по перпендикулярному методу. Кривая 1 изображает частотную характеристику без коррекции при скорости 0,2 м/сек. Кривая 2 показывает характеристику, снятую в тех же условиях, но при скорости движения проволоки 0,4 м/сек. Кривые 1 и 2 наглядно показывают, что с увеличением скорости движения проволоки запись и воспроизведение высоких частот улучшается. Кривая 3 снята в тех же условиях, что и кривая 2, но с применением соответствующей коррекции (срезание средних частот). Как видно из приведенных характеристик, магнитная запись звука позволяет записать довольно большой диапазон частот — от 100 до 8000 Hz.