

Картриджи являются одними из самых деликатных и сложных инструментов воспроизведения музыки. Микроскопический алмаз должен максимально точно одновременно снять информацию с двух дорожек, на которых записано невероятно сложные частотные амплитуды, перенести эти частоты на магнитные генераторы, которые в свою очередь переведут это в электрический эквивалент.

Искажения трекинга

Термин «нелинейный» относится к неравномерным характеристикам устройства – будь это тонарм, картридж, микрофон или акустика, что может приводить, например, к клиппингу при повышении громкости записанного материала. На это можно и посмотреть и как на неточное следование кривой записанной волны сигнала.

В воспроизведение грампластинок существует вечная и неизбежная проблема: искажения трекинга и они ведут свои корни от из-за разницы в форме оригинального инструмента, используемого при нарезке пластинки (острый резец) и воспроизводящей иглы. Проблема иллюстрирована на Рис 1. Острые края реза гарантируют точность по отношению к обоим стенкам канавки, когда у сферическая игла изменяет площади контакта в зависимости от модуляции сигнала, что приводит к искажениям трекинга и последующий искажениям уже в электрической форме.

Крайняя часть радиуса иглы может менять глубину погружения в зависимости от записанного сигнала, что приводит к вертикальному движению иглы, известному как *ripch* эффект, приводящему к избыточному электрическому сигналу в стерео режиме, так как картридж отвечает за как горизонтальное, так и вертикальное движения.

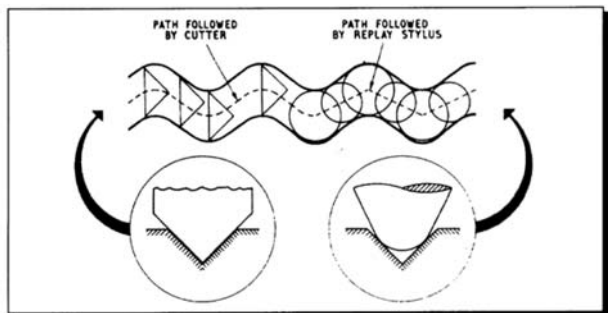


Рис 1. Искажения трекинга образуются из-за разницы в форме оригинального инструмента, используемого при нарезке пластинки (острый резец) и воспроизводящей иглы (показана обычная сферическая форма)

В идеале требуется игла, которая точно сидит в канавке и своими краями плотно соприкасаются со стенками для полного соответствия оригинальным движениям резака при создании пластинки. Такие картриджи появились и это эллиптические или бирадиальные, они плотно всем своим большим радиусом плотно сидят в дорожке без *bottoming* эффекта, а меньшим более точно по сравнению с сферическими собираются снимают волнистость записи на стенках канавки. Дальнейшие разработки привели к морю различных вариантов вплоть до суперэллиптических и *line-contact* (например, *van den Hul* и др.), где контактная площадь еще больше увеличена.

Трекинг и Trackability

Очень часто путают *tracing* (трассировка), что является чисто геометрической проблемой с чисто механическим трекингом (*tracking*). Даже при нулевых ошибках трассировки не обязательно, что игла будет правильно и точно следовать по канавке и воспроизводить все сложные амплитуды записанных музыкальных сигналов. Канавка все равно будет направлять иглу в зависимости от глубины и ширины. Если игла слишком жесткая или тяжелая она просто не будет способна быстро следить за изменениями канавки. Еще хуже может сложиться ситуация когда при сопротивлении боковой нагрузки игла поднимется по дорожке вверх и в экстремальном случае может просто покинуть дорожку и перескочить на следующую. Это приводит к явно слышимым искажениям и может быть вылечено только увеличением массы картриджа.

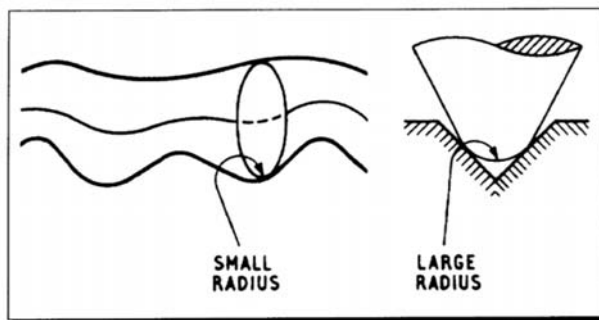


Рис 2. Эллиптическая или бирадиальная игла содержит небольшие радиальные плоскости для минимизации искажений трекинга и большой фронтальный радиус для избегания *bottoming* эффекта. Показана стерео дорожка с высокочастотной модуляцией на одной стенке и менее сложной кривой на другой.

Способность картриджа работать с сильно модулированными записями известно как *Trackability*, измеряемое минимальной прижимной силой в граммах для воспроизведения сложных треков. Производители указывают эту силу в своих спецификациях вместе с типом иглы.

Противовесом динамики движения картриджа является технический термин «механический импеданс», основными компонентами которого являются жесткость, масса и инерция.

Жесткость измеряется степенью податливости (*compliance*), что обозначает, как быстро игла вернется в первоначальное состояние после применения к ней определенной силы. Измеряется в единицах податливости *cm* и определяет способность воспроизводить модуляции крайне низких частот. С другой стороны частотного диапазона высокие ограничены ограничиваются эффективной массой (инерцией) влияющей на скорость реагирования. Обычно это измеряется в миллиграммах. Хорошие картриджи обеспечивают прижимную силу в 1-2 грамма, при которых износ иглы и пластинок минимальный.

На обычной моно пластинке канавка нарезана ровно радиально. На стерео стенки канавки под углом 45° несут два независимых канала. На рисунке №3 вы можете увидеть, что происходит время от времени с левым и правым каналами. Игла должна реагировать на вертикальные и радиальные перемещения одновременно. В стерео записи и воспроизведении звуки в центре представлены одинаковыми модуляциями на обеих стенках канавки, и в соответствии с принятыми стандартами при нарезке одна стенка делается выше другой (рис 3с), что приводит точно к радиальному направлению канавки. Это повторяет технологию моно записи, скажем, это - запись центрального канала (в кинотеатральных терминах). Последний вариант на Рис 3 показывает случай когда дорожка движется строго вертикально при записи двух моментально противоположных сигналов (не в фазе, технически говоря).

Идеальный тонарм хорош своей нейтральностью, позволяя картриджу просто следовать по канавке на правильной высоте и угле и играть при своей номинальной прижимной силе, он не добавляет массы и веса к картриджу и имеет минимальную силу сопротивления движения по канавке. Часто путают массу и вес когда обычно говорят о рабочем весе картриджа, а не о прижимной силе, ведь в обиходе граммы используют для измерения массы и веса. Типичный картридж весит 7 грамм, а прижимная сила его может быть 1г. Тонарм должен обеспечить 6 грамм противовеса для 1 грамма прижимной силы. Хотя статически прижимную силу можно взвесить на весах, но реальная масса картриджа и тонарма все еще является динамической величиной при резком движении иглы по дорожке.

Резонансная частота картридж/тонарм

По определению это низкая частота, вычисляемая посредством эффективной массой тонарм/картридж и податливости картриджа. При номинальной массе частота резонансная уменьшается при увеличении податливости, то же самое при увеличении массы при номинальной податливости. Отношения этих величин изображены на рис. 7. Имея все данные очень удобно вычислить эту частоту для вашего сетапа. Понятно, что она должна быть вне частотных характеристик картриджа, то есть меньше, скажем 20 Гц, но слишком низкие частоты могут резонировать с дефектами пластинок или с внешними источниками таких частот, например, при хождении по комнате. Предпочтительны высококачественные подшипники проигрывателя, которые оказывают минимальное сопротивление вращению.

Картриджи с прижимом в 1г требуют минимальных внешних (боковых) воздействий на них (от трения подшипника или плохо подключенных контактных проводков) – не более 0,1 г, иначе следует увеличить прижимную силу.

Есть еще одно неприятное боковое воздействие, связанное с геометрией тонармов. При нарезке пластинки резец двигался строго по прямой линии от края пластинки к ее центру.

Но большинство тонармов (кроме специальных параллельных) вращаются вокруг своей оси, что приводит к движению иглы по радиусу. Как видно на рис. 4 обычный прямой тонарм работает правильно только в одной точке. Это и называется ошибкой трекинга (tracking error) или, корректнее, латеральной ошибкой трекинга.

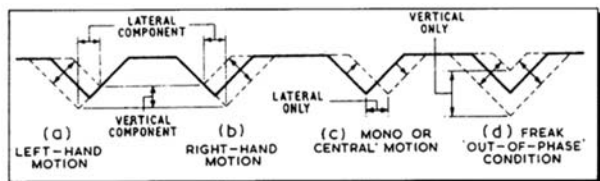


Рис 3. Разрез стерео канавки с различными модуляциями.

На практике, ошибка уменьшается в худшем случае до 2° смещением картриджа с основной оси тонарма так, что при полном повороте его к центру пластинки есть определенное расстояние, называемое overhang. При правильной установке картридж практически все время перпендикулярен с линией от иглы до центра пластинки.

В случае правильной установки картриджа по отношению к канавке, последняя двигает иглу строго по оси картриджа. Это значит, что любая сила трения, примененная к игле приводит не просто «тянет» тонарм, а оказывает центробежное усилие из-за самой геометрии тонарма. Для борьбы с этим явлением применяются антискейтиновые устройства или bias compensator. Оптимальная величина этой силы зависит от трекинга, прижимной силы и заточки иглы и лучше всего настраивается эмпирически с помощью такой пластинки как эта.

VTA или Vertical Tracking Angle (угол вертикального трекинга) относится к вертикальному смещению реза при нарезке пластинки. Уже давно это стандартизовано на уровне 20° от вертикали. Это значит, что игла проигрывателя также должна работать под этим углом и при вертикальном смещении ее рабочие края должны двигаться соответственно. Особенно это касается продвинутых игл с увеличенной контактной площадью.

В теории следует просто выставить картридж горизонтально ровно и установить правильную прижимную силу. На практике небольшие отклонения могут привести к несколько лучшим результатам. Поэтому у большинства тонармов есть приспособления для регулировки VTA.

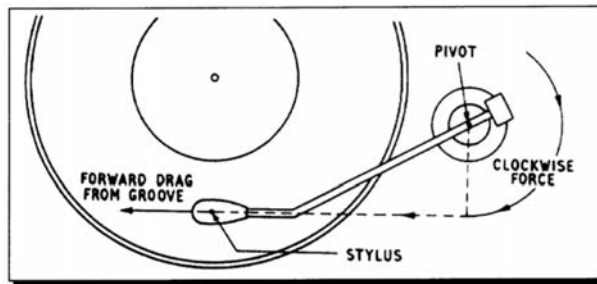


Рис 5. При offset тонарме трение иглы о дорожку вызывает обратное усилие по линии тонарма, что производит конечное усилие, направленное против часовой стрелки и стремящееся столкнуть (скайти) тонарм с пластинки.

установочные точки, расположенные от центра на 66 и 120 мм. При установке иглы в эту точку сам картридж должен быть установлен строго по касательной и перпендикулярно линии, проведенной от иглы до центра пластинки. При этом, конечно, он должен быть нормально закреплен в шелле.

Затем следует закрепить всю электрическую проводку. Большинство картриджей имеет 4 коннектора (по 2 на левый и правый каналы). Кабель от тонарма или переходные кабельки (leads) терминированы трубчатыми контактами. Иногда их следует слегка приоткрыть в случае если они тяжело подходят к разъемам картриджа. Упаси вас бог припаивать эти разъемы.

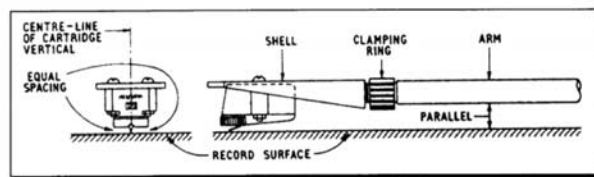


Рис 6. Картридж и тонарм относительно поверхности пластинки. Картридж должен быть расположен строго вертикально (проверьте по отражению от пластинки), а тонарм - параллельно, если смотреть со стороны. Желательно иметь тонарм с возможностью вертикальной подстройки VTA.

Разъемы «земля» имеют суффикс G (ground), таким образом разъемы поименованы следующим образом для левого и правого каналов - L, R, LG и RG или иногда так - L+, R+ L- и R-, где «-» обозначает землю. При кодировке разъемов цветом принято так - белый = L, красный = R, голубой = LG, и зеленый = RG. Иногда применяется 3-х кабельная проводка (старая DECCA), где земля общая.

После этого, следуя инструкциям производителя, отбалансируйте тонарм, чтобы он свободно висел в воздухе параллельно поверхности проигрывателя. Проверьте, чтобы ничто не влияло на вращение тонарма (все кабеля и др.). Установите минимальную прижимную силу по паспорту картриджа.

Теперь вы можете преступить к настройке картриджа этой тестовой пластинкой.

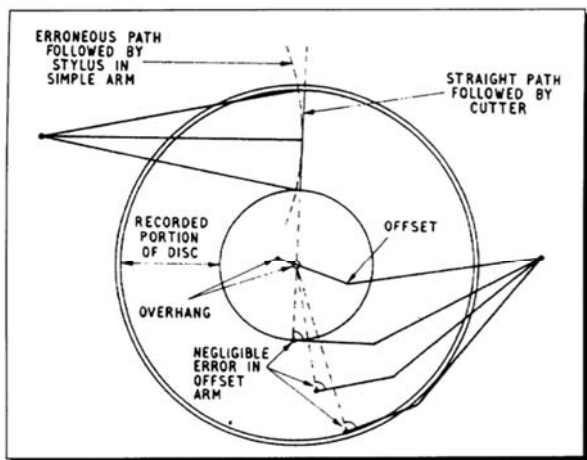


Рис 4. Неизбежные ошибки трекинга прямого тонарма и как эта ошибка может быть уменьшена offset («кривым») тонармом с overhang - расстоянием в мм между центром иглы и центром пластинки при тонарме максимально приближенном к шпindelю проигрывателя).

Установка картриджа

На картридже есть пара отверстий или прорезей стандарта 1/2 дюйма для крепежа винтами с головкой шелла или тонарма, на самом шелле есть прорези, позволяющие слегка двигать картридж. Правильный overhang можно установить с использованием установочного шаблона (alignment protractor) предоставляемого производителем или приложенного к этому диску. Шаблон предоставляет номинальные

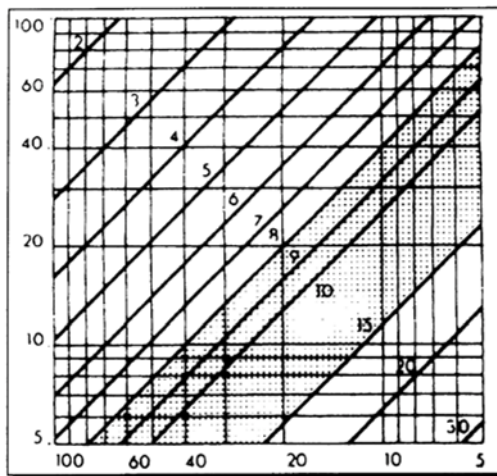


Рис 7. Частоту резонанса можно вычислить зная эффективный вес тонарма, вес и compliance (совместимость) картриджа. Сложите вес картриджа и тонарма вместе и нарисуйте соответствующую вертикаль. Затем нарисуйте горизонталь, соответствующую compliance картриджа (в in compliance units или cu). Пересечение будет номинальной резонансной частотой.