

Регулировка тонарма проигрывателя с помощью компьютера

К. МУСАТОВ, г. Королёв Московской обл.

В статье автором предложено использовать для регулировки тонарма измерительную пластинку и возможности компьютера как многофункционального измерительного прибора с программой SpectraLab. Вполне возможно, что после рекомендуемой регулировки находящегося в эксплуатации проигрывателя грампластинок внимательный слушатель обнаружит существенное улучшение качества.

Качество воспроизведения проигрывателем грампластинок в очень большой степени определяется качеством механической настройки системы тонарм-головка. Распространённые среди любителей методики позволяют с некоторой точностью произвести такую настройку, однако результат оказывается с низкой повторяемостью, поскольку нет объективных показателей, опираясь на которые можно было бы поставить точку. Часть настроек при этом вообще делается на глазок. С другой стороны, есть вполне законченная теория работы проигрывателя, воспользовавшись которой можно подойти к этому делу с математической точностью. В любительской практике настройка представляется почти творческим процессом, который продолжается месяцами. Не желая столько времени "искать истину", я решил попробовать достичь результата за короткий срок. На помощь пришла современная техника, которой располагают уже многие любители, — компьютер со звуковой платой.

Допустим, у нас есть проигрыватель с установленным тонармом и головка звукоснимателя. С точки зрения настройки, нет разницы, с каким она принципом преобразования: с подвижным магнитом (ММ) или подвижной катушкой (МС). Для настройки лучше всего, если в нашем распоряжении будет тестовая пластинка с записями розового шума и тональных сигналов различных частот с разным уровнем амплитуды. Тестовую пластинку покупают в специализированных магазинах, часто они не лежат на полках, но их можно заказать. Если такой пластинки не будет в нашем распоряжении, то часть работ выполнить с требуемой точностью не удастся. А вместо неё нам потребуются монофоническая пластинка и пластинки с большим уровнем записи. Монофоническая желательна шестидесятых годов, когда их писали на монофонических рекордерах, но в записях уже присутствовали высокочастотные составляющие, в частности звуки тарелок.

Также лучше взять весы или динамометр, способные измерять массу (силу) до 10 г (до 100 мН) с точностью 0,1 г. Они нам нужны, чтобы отградуировать шкалу регулятора прижима (далеко не на всех тонармах шкала настройки прижима соответствует реальным значениям силы).

Теперь обратимся к компьютеру. На нём должна быть установлена звуковая плата, способная оцифровывать входной сигнал с частотами квантования не ниже 44,1 кГц и разрядностью 16 бит в стереорежиме. Для выполнения работ потребуется программа, которая будет производить измерения в режиме *on-line* и делать преобразование Фурье. Например, я использовал SpectraLab версии 4.32.17, и комментарии основываются на его возможностях и интерфейсе.

Ещё нам потребуется усилитель-корректор для магнитного звукоснимателя. Перед проведением работ надо убедиться, что его параметры соответствуют стандарту, что нет различия по усилению и по АЧХ каналов. Из практики известно, что АЧХ корректоров заводского производства не отличается от стандарта RIAA более чем на 1 дБ, но вот разброс АЧХ и разница в усилении между каналами могут достигать до 2 дБ, а это много с точки зрения тех измерений, которые нам предстоит произвести. Чтобы проверить различие в каналах

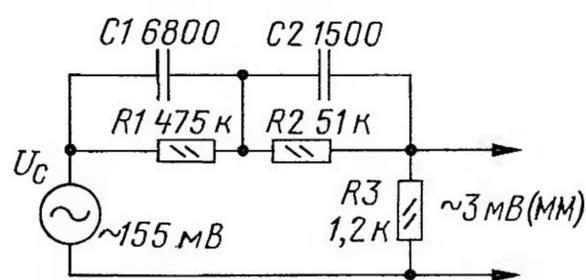


Рис. 1

корректора, следует подать на оба входа тестовый сигнал. Для измерения нужно включить режим анализа стерео, а режим индикации — "левый относительно правого" ("*left/right*"). В качестве тестового сигнала лучше использовать розовый шум. Чтобы не перегрузить вход корректора, сигнал с выхода звуковой платы надо пропустить через цепь коррекции с АЧХ, обратной частотной характеристике RIAA (рис. 1). Если найден разбаланс в работе каналов, то его лучше ликвидировать, произведя подбор элементов корректора. Если сделать это невозможно, надо учесть этот разбаланс. Можно сохранить полученную спектрограмму разбаланса в файле и впоследствии подключать его в окне Options/Scaling как файл микрофонной компенсации при выполнении измерений в режиме "*left/right*". Повто-

рите операцию в режиме "*right/left*", чтобы получить файл компенсации и для этого режима.

Первичная регулировка тонарма

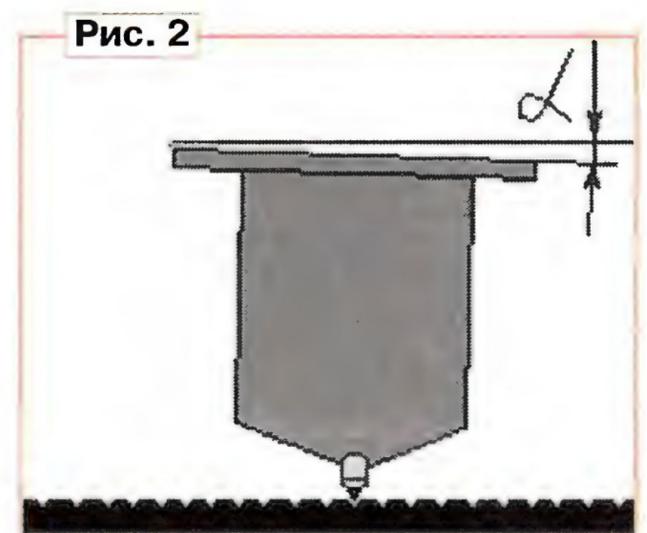
Регулировка положения картриджа по шаблону

Картридж (головка звукоснимателя) должен быть установлен так, чтобы конец иглы описывал радиус, оптимальный для используемого тонарма. При этом горизонтальная угловая погрешность при различных положениях тонарма находится в области минимальных значений. Теория этого вопроса хорошо описана в книге Л. Дегрелла "Проигрыватели и грампластинки", я только изложу суть. Эта часть работы производится без применения компьютера. Для проведения настройки нужен шаблон, лучший для используемого тонарма, но при его отсутствии подойдёт и универсальный. При изменении радиуса положения иглы и оптимальной настройке погрешность дважды проходит через ноль примерно в зонах с радиусами 66 и 121 мм. При постановке иглы в соответствующие точки края шелла должны быть параллельны линиям нарисованной сетки. Регулировка достигается передвижением картриджа вдоль шелла или положения тонарма на столе. Изначально установите картридж ровно относительно шелла, хотя впоследствии надо будет уточнить горизонтальный угол.

Чистовая регулировка тонарма

Регулировка продольного угла (азимута)

Если смотреть на картридж вдоль канавки (рис. 2), то, в идеальном случае, плоскость шелла должна быть параллельна пластинке, а игла перпендикулярна. Горизонтальные смещения



иглы при следовании канавки должны вызывать синфазные сигналы в каналах, а вертикальные — противофазные. Сигнал в одном канале характеризуется модуляцией под углом 45°. Картридж не должен передавать такое движение во второй канал. Из-за неточностей изготовления угол нечувствительности не обязательно равен 45°. Подобрать угол, можно добиться правильного разделения между каналами. Если у вас есть измерительная пластинка, на которой есть записи отдельно в каналах, то лучше ею воспользоваться и настроить угол по минимуму проникания каналов.

Альтернативный способ основывается на изменении воспроизведения монофонической записи в разных каналах при изменении продольного угла. При оптимальном продольном угле уровни сигналов в каналах одинаковы. Однако нам неизвестен разброс чувствительностей каналов в картридже, потому лучше обратить внимание на изменение АЧХ в каналах в зависимости от продольного угла. В оптимальной точке АЧХ каналов совпадают, при наличии ошибки происходит некоторый подъём высокочастотных составляющих в одном канале с потерей в другом. Таким образом, можно воспользоваться соотношением АЧХ левого и правого каналов (*left/right*). Для быстрого получения отчётов установите

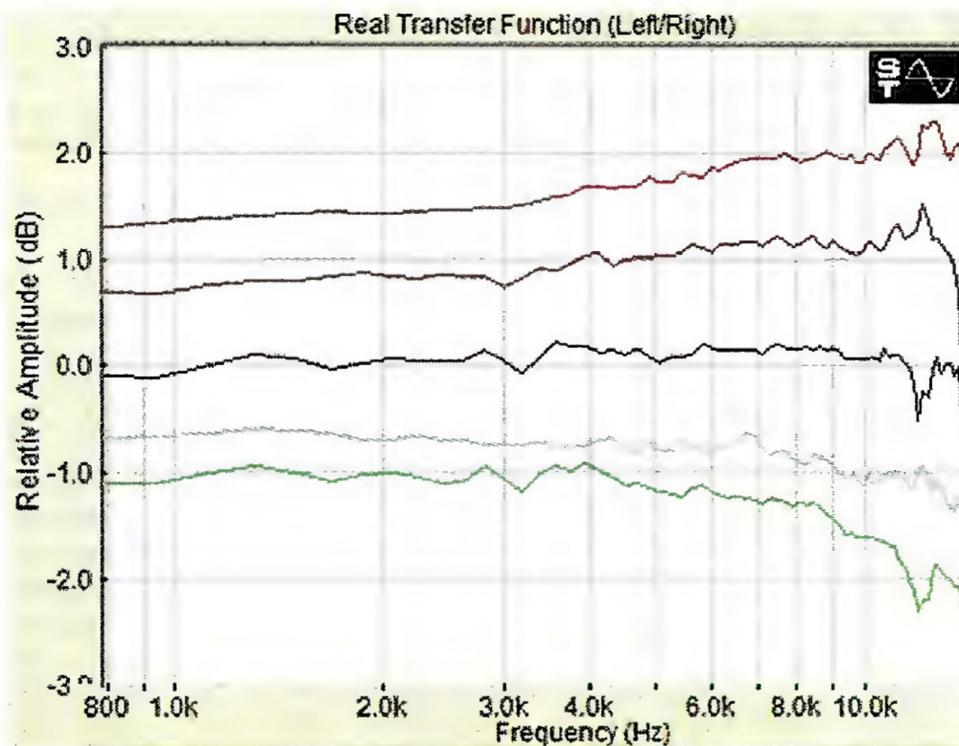


Рис. 3

"FFT Size" на 256 и поставьте усреднение по всем отсчётам. Для этого воспользуемся записью розового шума на тестовом диске, а при его отсутствии возьмём настоящую монофоническую пластинку, в записи которой присутствуют высокочастотные составляющие. Не используйте для проведения измерений места с высоким уровнем записи, продукты искажений могут исказить картину. Если у вашего тонарма есть возможность регулирования продольного угла, то воспользуйтесь ею, если нет, то можно подкладывать тонкую прокладку, например бумагу, под одну из сторон картриджа. На рис. 3 показаны результаты измерения при пяти разных продольных углах. Средняя кривая соответствует оптимальному положению картриджа. Для получения отчётов используйте один и тот же участок записи. Желательно, чтобы в записи присутствовало много инструментов и тарелки. Не стоит обращать внимание на разбаланс в воспроизведении частот выше 15 кГц, их либо нет в записи, либо, что часто бывает, есть разброс в чувствительности головки на ВЧ, который мы потом скомпенсируем.

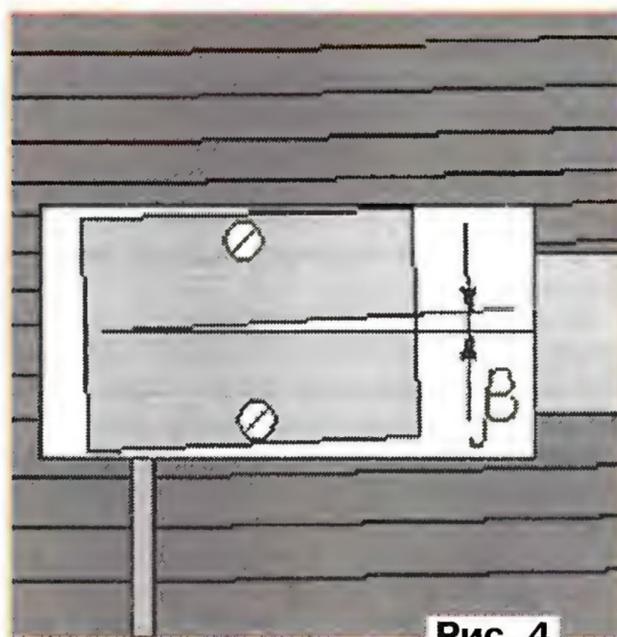


Рис. 4

Такая настройка наиболее актуальна для картриджей с эллиптической или многорадиусной иглой. Такая игла имеет различные размеры вдоль и поперёк канавки. Соответственно, если оси симметрии иглы не будут располагаться вдоль и поперёк канавки, то точки касания разных сторон канавки окажутся смещёнными, что вызовет появление избыточных динамических искажений. Выделить их из всех видов искажений трудно, потому мы используем то, что временная задержка вызывает фазовый сдвиг между каналами на высокой частоте. Актуальность такой настройки вызвана тем, что точно вклеить маленький алмаз в иглодержатель сложно (рис. 4).

Для оценки фазовых соотношений в каналах оставьте настройки SpectraLab теми же (*left/right*, *FFTSize* = 256 и усреднение по всем отсчётам) и включите просмотр окна фазовой характеристики (*Phase*). Сделайте так, чтобы оба окна — для амплитудной и фазовой

характеристики — были видны. Настройки продольного и горизонтального углов взаимозависимы: изменяется одна настройка, немного уходит другая. Поэтому надо двигаться итерациями, попеременно. Добейтесь, чтобы разностная АЧХ и разность фаз были наиболее "горизонтальны". Не старайтесь выполнить это условие на частотах более 15 кГц, поскольку реального сигнала там почти нет, а шумы имеют случайную разность амплитуд и фаз.

Описанный способ имеет недостаток, проявляющийся в большом мешающем воздействии регулировки продольного угла на фазовую характеристику. Если в вашем распоряжении имеется тестовая пластинка с записью шумового сигнала отдельно по каналам, то лучше

воспользоваться тем, что проникание сигналов между каналами изменяется при разных горизонтальных углах. При этом проникание из левого канала в правый становится примерно таким же, как из правого в левый при оптимальном положении иглы во всей полосе частот.

На рис. 5 представлены частотные характеристики разделения правого канала от левого при разных значениях горизонтального угла. Средняя чёрная кривая соответствует оптимальному положению, поскольку в этом случае кривая проникания из правого канала в левый выглядит так же. Для получения спектра проникания из правого канала в левый используйте режим индикации "*right/left*".

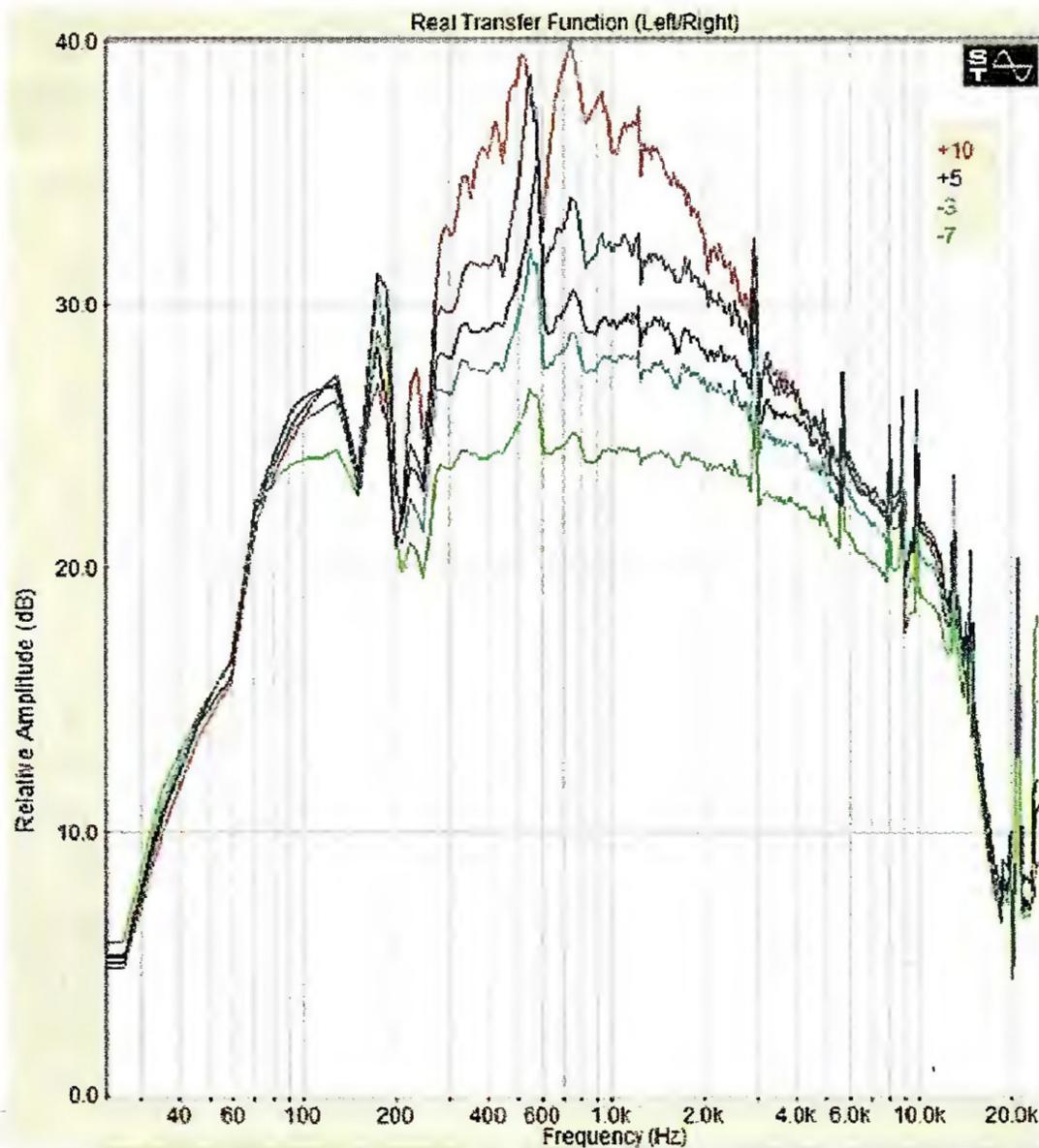


Рис. 5

Регулировка прижимной силы

Исследование работы головок звукоснимателей при разном уровне прижимной силы показало, что АЧХ воспроизведения не зависит от уровня прижимной силы. Практически изменяются два зависимых параметра: амплитуда модуляции, при которой игла ещё способна сохранять контакт с канавкой, и коэффициент гармонических искажений при фиксированной амплитуде колебаний. При увеличении прижимной силы растёт максимальная амплитуда колебаний, которую игла воспроизводит без потери контакта. Однако увеличивать прижимную силу для снижения искажений нельзя, поскольку при этом увеличивается износ иглы и пластинки, а также пропадают мелкие детали в сигнале, игла просто проходит их за счёт упругой деформации винила. Возьмите монофоническую пластинку с боль-

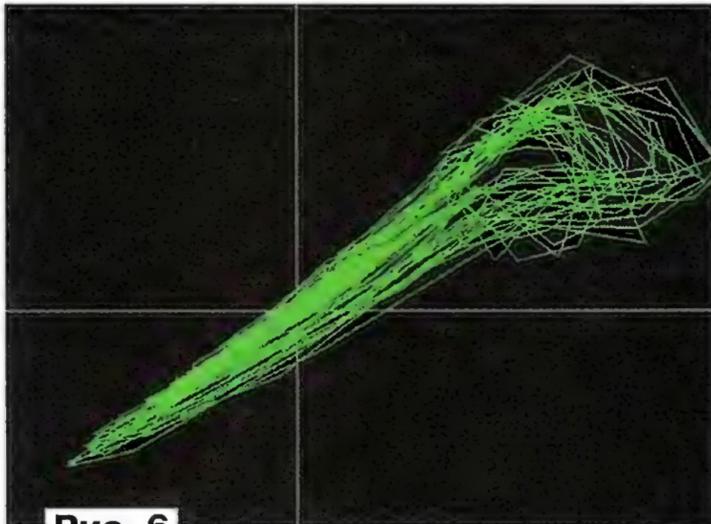


Рис. 6

На первой картинке (рис. 7) противоскатывающая сила больше, чем надо. На следующей (рис. 8) она оптимальна, а на рис. 9 — меньше. Однако если мы хотим слушать такую пластинку без искажений на пиках сигнала, то надо увеличить прижимную силу, чтобы убрать явно выраженные уширения на концах прямой. После этого нужно заново установить оптимальную противоскатывающую силу.

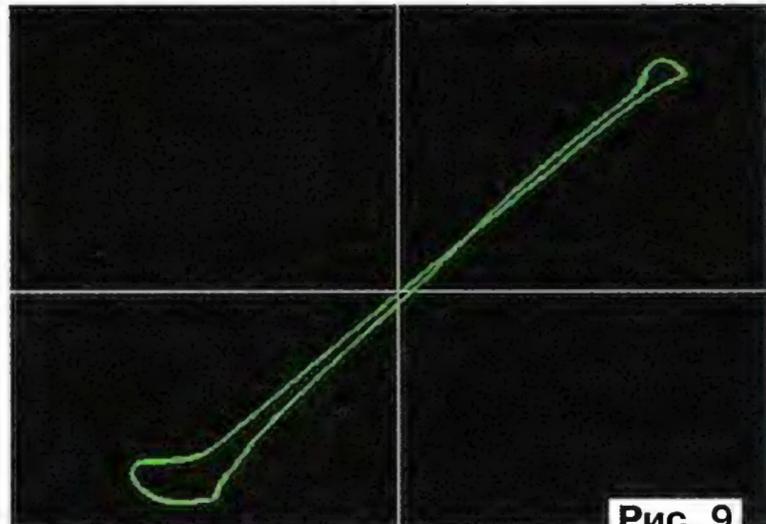


Рис. 9

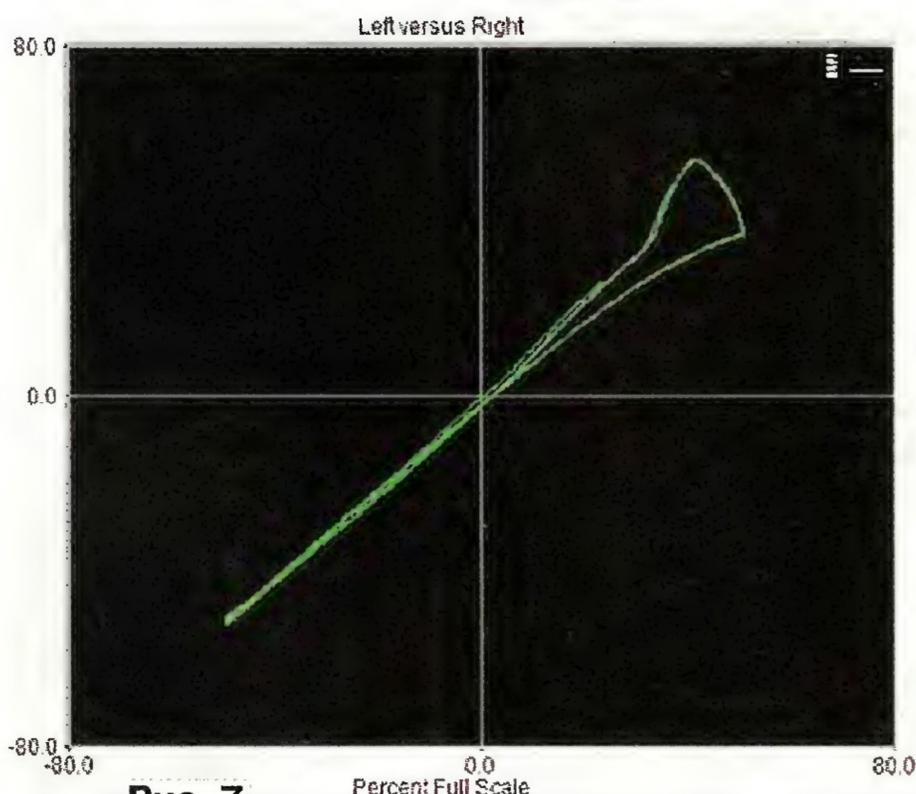


Рис. 7

шой амплитудой записи, переключите компьютер в режим осциллографа (*Time series*) и установите здесь режим просмотра фигур Лиссажу (*Left vs Right (X/Y)*). Это окно может ничего не показывать при установках длины анализа (FFT size) более 1024. Собственно производить настройку прижимной силы лучше совместно с настройкой противоскатывающей силы.

Регулировка противоскатывающей силы

Воспроизведите громкий участок монофонической записи. Картинка на экране должна получиться похожей на рис. 6.

По этой картинке пока нельзя сделать вывод, достаточна ли прижимная сила, но можно точно сказать, что противоскатывающая сила неоптимальна, поскольку игла теряет контакт с канавкой только с одной стороны. Далее, для наглядности, я приведу такие же картинки при воспроизведении тестового синусоидального сигнала большой амплитуды.

Регулировка вертикального угла (VTA)

При регулировке вертикального угла мы добиваемся, чтобы вертикальная ось иглы звукоснимателя соответствовала углу наклона резца в 75° при записи пластинки. Однозначной для широкого спектра применяемых головок звукоснимателя методики с инструментальным контролем найти не удалось. В теории угол VTA влияет на уровень искажений и на качество и уровень воспроизведения ВЧ составляющих. Однако оба этих параметра весьма подвержены влиянию других параметров настройки положения головки.

По этой причине я могу только порекомендовать сделать два вида измерения и, если данные по одному из них окажутся с заметной разницей, использовать для настройки.

Вариант 1.

Возьмите трек с записью синусоидального сигнала 1 кГц или можно выше, примерно до 5 кГц, с уровнем, который головка держит уверенно и даёт

небольшой уровень искажений. То есть важно, чтобы искажения продуцировались именно иглой, а не ошибкой её положения в канавке (трекинг). Включите режим просмотра спектра обоих каналов с длиной анализа от 4096 до 65536 и включите утилиту показаний уровня гармонических искажений (THD).

Для разных положений VTA запишите показания измерителя THD и уровней второй и третьей гармоник. Если

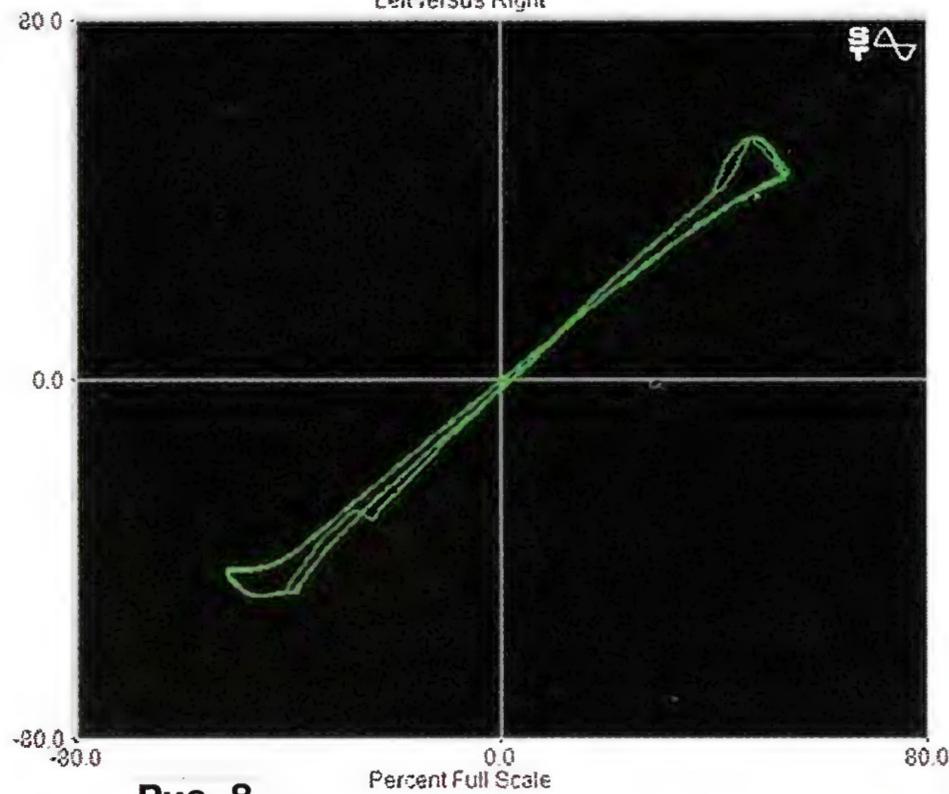


Рис. 8

будет выражен минимум при определённом положении VTA, то оно соответствует оптимальному значению.

Вариант 2.

Используем трек с записью розового шума. Настраиваем анализ суммы каналов и длину FFT от 256 до 1024. Делаем запись с большой длиной усреднения при разных положениях VTA. Если будет замечено положение VTA, при котором уровень ВЧ составляющих максимален, то оно соответствует искомому.

Заключение

По вышеописанной методике настроено много разных проигрывателей. Практически во всех случаях результат был слышен сразу при прослушивании музыкальных фонограмм в виде улучшения разрешения, общего качества воспроизведения. В некоторых случаях улучшение не было достигнуто с первого раза по той причине, что головка долго работала при неправильном положении и форма иглы пострадала в результате неравномерного износа.