

РАЗГОВОР О КАБЕЛЯХ

Начиная с середины 80-х годов, на рынке звукотехники появились кабели, совсем не похожие на своих предшественников. Это были уже не те невзрачные куски провода неизвестных производителей, скорее напоминающие осветительные и силовые. Если раньше такому кабелю приписывали как достоинство высокую гибкость и большое сечение проводника, внешний вид и стойкость к нагреву (это в домашних-то условиях, где провод можно было повредить лишь намеренно положив на него паяльник!), то в последнее время рекламные отделы фирм-производителей применяют термины, качественно описывающие поведение кабелей. Из проспектов можно узнать и о материале проводника и изолятора, и о внутреннем расположении проводников. Но самое главное — с какой целью все это сделано, как это отразится на звуке.

За неполные полтора десятка лет не только кардинально изменился подход к конструированию кабелей (межблочных и для акустики), но и появился новый тип — оптические кабели. Параллельно с этим выяснилось, что не вредно и питающие (силовые) кабели делать с учетом специальных требований высококачественного звучания. А уж если мы заменили питающие кабели у всей аудиосистемы, то как быть с проводами, идущими внутри стен к счетчику. Кажется, этому не будет конца. Тем не менее, поговорим о наиболее доступном и понятном — кабелях межблочных и акустических. Главное различие между ними — в уровне проводимого сигнала. Межблочный кабель работает с миллиамперами, акустический — с единицами и даже десятками ампер тока. Исходя из этого, и конструкции их сильно различаются. Укажем четыре основных фактора, которыми руководствуются при разработке кабелей.

Материал проводника.

Проводником в кабеле, как правило, являются различные металлы. И хотя фирма Van den Hul в одной из последних разработок, межблочном кабеле First применила угольное волокно, это скорее исключение из правил. В абсолютном большинстве кабелей в качестве проводника используют всего два металла — медь и серебро. Сами собой угасли споры о важности чистоты этих металлов. В 1984 году Hitachi выпустила на рынок бытовой звукотехники межблочный SAX-102, который проявил больше детальности и прозрачности в звучании систем, чем существовавшие в то время обычные конструкции. Как затем было объявлено звуковому миру, проводники были изготовлены из бескислородной меди (OFC — Oxygen Free Copper). Дело в том, что присутствие кислорода в меди приводит к образованию

включений, имеющих вентильный эффект (подобно включению диода на пути переменного тока). Электрические сигналы низкого уровня испытывают сильнейшие искажения в таком загрязненном окислами проводнике.

Появление LC-OFC (Linear Crystal Oxygen Free Copper — бескислородная медь с длинокристаллической структурой) уменьшило проблему “электрических барьеров” между кристаллами. Слабая связь между ними создавала плохо проводящие промежутки, хотя и на атомарном уровне. Уменьшение числа этих “барьеров” с 400 до 70 на фут длины проводника (30.48 см) по сравнению с OFHC (Oxygen Free High Conductivity — бескислородная высокопроводящая медь), существенно улучшило звучание аудиосистем. PC-OCC (Pure Copper Ohno Continuous Casting) — процесс непрерывной вытяжки меди из расплава, по имени изобретателя — японского профессора Ohno. Считалось, что проволока, полученная при такой технологии, имеет максимально длинные кристаллы, то есть длина одного кристалла может достигать десятков метров! Эта технология применяется в основном японскими производителями — Audio Technica, Furukawa, Sony.

	FPC	OFHC
ВЫТЯЖКА ИЗ РАСПЛАВА		
ХОЛОДНАЯ ВЫТЯЖКА		

Структура проводника, получаемая при использовании различных технологий

Один из ведущих производителей кабелей — американская фирма Audio Quest разработала в 1988 году собственный процесс, подобный PC-OCC, назвав его FPC (Functionally Perfect Copper) — функционально совершенная медь. Для проволоки из этой меди, применяемой в кабелях с обычным диаметром жилы 0.15-0.25 мм, ожидаемая длина кристалла — свыше 200 м. При диаметре проволоки 0.03-0.05 мм длина кристалла достигает 1500 м! И последнее, что сумели сделать с медью специалисты Audio Quest — FPC-6. Это медь с чистотой 99.99997% (сосчитайте девятки!) с ничтожным содержанием кислорода — всего 19 частей на миллион.

В последнее время, пожалуй, года 4 назад, появилось еще одно обозначение чистоты меди — 6N (six nines — шесть девяток). Это уже не новость. По последним данным поставлен новый рекорд! Немецкая фирма Restek добилась результата — 7N. Интересно, сколько девяток будет в следующий раз?

С чистотой серебра происходило примерно то же. Audio Quest остановилась на FPS (Functionally Perfect Silver — функционально чистое серебро). Японская Audio Note применяет серебро чистоты 99.99% (которое, впрочем, поставляется из Италии) и скромно называет его AN-Ag (Audio Note Argentum). Вотличие от FPS Audio Quest, проводники AN-Ag получены холодной вытяжкой через алмазные фильеры. Однако серебро, да еще “высокой очистки” редко применяется как цельная проволока для кабеля — слишком дорогое удовольствие. Известна цена в \$1795 межблочной стереопары в 1 м фирмы Finestra. Серебро чаще применяется для покрытия медных проводников. Здесь есть свои “за” и “против” такой технологии, в отношении качества звучания. Ветеран кабельного дела D. Morecroft (фирма DNM) успешно применяет никель для покрытия медных проводников. Хотя считается, что никель в качестве покрытия на разъемах сильнее всего ухудшает звучание, тем не менее кабели DNM звучат неплохо и пользуются популярностью.

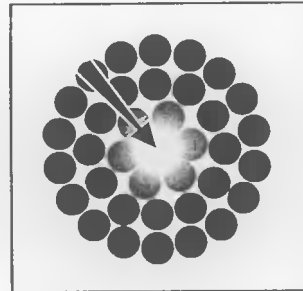
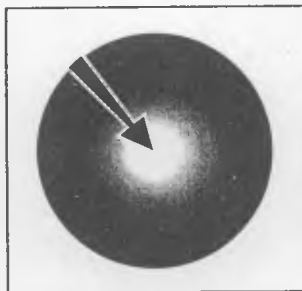
Были попытки применения алюминия и латуни (фирма Isoda), при этом эксперты отмечали живость и прозрачность звука. Часто применяемое в 80-х годах для покрытия олово теперь почти полностью исчезло. Любимый всем человечеством материал — золото — также несколько раз появлялось на “кабельной сцене”. Медные проводники, гальванически покрытые золотом в MC-Gold фирмы Van den Hul, не произвели революции в звуке. Золото, устойчивое к окислению, а потому и применяемое для разъемов, на самом деле звучит не лучше никеля. Все ли проводники из таблицы Менделеева были испытаны в кабелях, этого мы не знаем. Доходили слухи, что ртуть, заключенная в гибкие пласти-

ковые трубки, очень неплохо себя вела. Кто знает, может и правда...

Форма проводника.

Форма проводника может существенно повлиять на качество передачи сигнала. Каждая фирма, разрабатывающая кабели, почти всегда держится какой-либо одной идеи, теоретически оправданной и подтвержденной практически. Быть может, и получился бы идеальный кабель, если все идеи реализовать в одном куске провода, но...

В последнее время получила распространение идея использовать в кабеле цельный проводник. При этом диаметр жилы не превышает, как правило, 0.8 мм. Такое ограничение имеет целью уменьшение скин-эффекта. Он проявляется в изменении плотности тока по внутреннему сечению жилы. Происходит как бы выдавливание тока на поверхность проводника с ростом частоты.



Проявление скин-эффекта в одиночном проводнике и пучке жил. Затемнение показывает увеличение плотности тока

На высокой звуковой частоте (порядка 20 кГц) плотность тока в центре проводника диаметром в 1 мм уменьшится на 60%. В результате, с изменением частоты сигнала изменяется эффективное сечение проводника и, стало быть, его сопротивление. Таким образом, для ВЧ и НЧ составляющих сигнала проводник будет иметь разное сопротивление. На слух будет не хватать деталей, звучание будет притупленное, не открытое, сцена — плоская. Audio Quest оригинально решил эту проблему, используя в кабеле оголенные целиковые проводники, не соприкасающиеся друг с другом. Диаметр одного проводника не более 0.8 мм. Чтобы уменьшить омическое сопротивление в акустических кабелях, необходимо лишь увеличить число жил. Фирма Tara Labs применяет плоские медные ленты, обосновывая свой выбор тем, что в плоском проводнике скин-эффект практически отсутствует. Фирма Madrigal для акустических кабелей применяет ленту шириной в полтора дюйма (примерно 37 мм), так что кабель из двух таких лент имеет ширину более 80 мм!

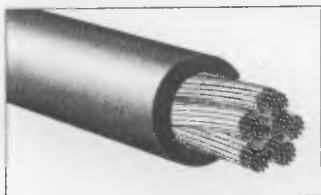
Ранее распространенная практика применения оголенных жил, свитых в тросик, в последнее время стала терять своих сторонников. Дело в том, что как бы плотно ни были свиты жилы, они имеют неидеальный контакт между собой. Контакт в этом случае эквивалентен сложной цепи из резисторов, конденсаторов и вентилей. Вентильный эффект (пропускание сигнала в одну сторону) проявляется в нарушении однородности контакта, создавая на высоких частотах особые искажения. Такие кабели звучат сухо, с подчеркиванием шипящих звуков. Попытка уменьшить вентильный эффект серебрением медных проводников привела к новым проблемам. Оказывается, поведение меди и серебра различно с точки зрения проводимости. Такие кабели ухудшают восприятие глубины сцены.

То есть выясняется, что мало иметь хороший проводник, надо и форму ему подобрать. Быть может, попробовать треугольное сечение провода?

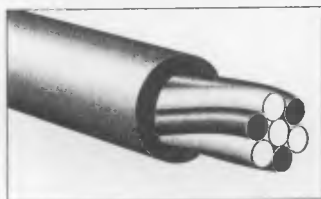
Геометрия кабеля.

Этим понятием определяется взаимное расположение проводников в кабеле. И здесь уместно отдельно выделить эффекты в акустических и межблочных кабелях.

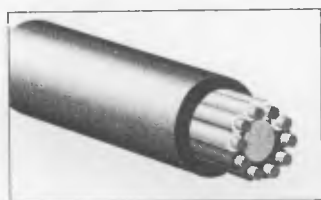
Ток в несколько ампер в акустическом кабеле создает сильное магнитное поле. Это поле присутствует вокруг каждой жилы, так что каждый отдельный проводник динамически взаимодействует с лежащим рядом. Более мощные низкочастотные магнитные поля действуют на высокочастотные, модулируя, то есть изменяя их форму. При этом проводники на микроскопическом уровне притягиваются и отталкиваются. Контактное давление и порождаемые



Традиционный литцендрат



Конструкция "гиперлитц"



Кабель "гиперлитц"

им контактные искажения также модулируются проходящим сигналом. Даже если мы сможем обеспечить абсолютную механическую жесткость в многожильном кабеле, взаимодействие магнитных полей по-прежнему останется источником искажений, так как большая часть энергии, распространяющейся по кабелю, переносится как электромагнитное поле. Приемлемый выход — разнести жилы подальше, что и сделал в свое время D. Morescroft. У его кабеля целиковые жилы диаметром 0.4 мм разнесены на расстояние один дюйм (25.4 мм).

По выражению создателя, он бы разнес их и на два дюйма, но кабель при этом резко потерял бы гибкость.

Изящно решила проблему магнитных взаимодействий Audio Quest. Целиковые проводники в их акустических кабелях завиты вокруг пластикового стержня, при этом не пересекаясь, не создавая контактных потерь. Каждая жила одета в изоляцию из полиэтилена, полипропилена или фторопласта в зависимости от модели. Двойная толщина изоляции между проводниками также уменьшает магнитные взаимодействия. Конструкция названа фирмой Hyperlitz.

Однако фирма Audio Research в своем кабеле Litzline просто применила литцендрат — пучок плотно свитых тонких изолированных жил, полагая, что толщина изоляции каждого проводника достаточна для резкого уменьшения магнитного влияния. Для межблочных кабелей проблема модуляции не стоит так остро в силу малых токов, однако слабوتочным сигналам немного и надо. Даже эти слабые поля при миллиамперных токах порождают заметные искажения. Audio Quest применила геометрию Hyperlitz также и в межблочных кабелях.

Весьма авторитетная Tara Labs применила ленточные проводники, завитые вокруг пластикового стержня в одну сторону по часовой стрелке. Магнитное влияние проводников при этом сведено к минимуму. А вот XLO Electric в кабеле Type 4 поступила следующим образом: прямой и обратный проводники представляют собой ленту, набранную из шести изолированных проводов. Одна лента навита на пластиковую трубку по часовой стрелке, другая — против часовой, пересекаются ленты под углом 90 град. Такая геометрия позволила резко уменьшить индуктивность и емкость кабеля, свела взаимодействия между прямым и обратным проводом к минимуму.

Надо отметить, что до сих пор наиболее распространенной конструкцией остаются коаксиальная и витая пара. Какой бы ни была форма проводников, в результате они будут свиты между собой (витая пара), либо расположены один в другом (коаксиальный кабель). Все остальные конструкции представляют собой более или менее удачные вариации.

Материал изолятора.

Исторически в качестве изолирующего материала применялись промасленная или вощенная бумага, шелк, резина. Воздушный диэлектрик по своим качествам является лучшим. Быть может, только в высоковольтной технике ему находят лучшую замену. В звукотехнике в последнее время появились новые материалы, удачно сочетающие электрические свойства с механическими: синтетические каучуки

и силиконовые резины, многочисленные ПВХ материалы, полипропилены, литые, вспененные и ленточные полиэтилены, фторопласты. В недорогих, среднего качества кабелях, применяют ПВХ.

Материал диэлектрика имеет очень важное значение и в межблочных и в акустических кабелях. Любой диэлектрик в большей или меньшей степени поглощает и отражает энергию электромагнитного поля. Хорошо, если будет только поглощение — такие потери не сложно компенсировать. Но в том то и дело, что материалы поглощают энергию в зависимости от частоты, и такая, частотнозависимая компенсация просто невозможна! Лучше применить материалы, практически нейтрально ведущие себя вплоть до радиочастот (скажем, до частоты в несколько мегагерц). Но ведь диэлектрики еще и отражают энергию! И если при этом возникает задержка по времени между поглощением и отдачей энергии обратно, то такой диэлектрик способен просто уничтожить звук! Возвращенная с задержкой энергия непредсказуемым образом взаимодействует с полем проводника в данный момент, внося серьезные искажения. Идеальный проводник не должен иметь никакой другой изоляции, кроме вакуума. Применяемый диэлектрик должен быть электрически невидим, то есть не вносить в поле проводника никаких изменений.

Кроме уже перечисленных материалов, в последнее время применяются совершенно экзотические. Monster Cable для изоляции проводников применил искусственное волокно с большим содержанием воздуха, назвав его MicroFiber. Фирма Deltec применила Gortex — сложного плетения волокно, образующее нечто вроде трубки, наполненной воздухом. Van den Hul впервые применила вспененный фторопласт, специально разработанный для этой цели фирмой Du Pont.

Можно с уверенностью утверждать, что применение дорогих и сложных материалов оправдано одной целью — уменьшением электрической емкости между прямым и обратным проводом, либо между проводником и экраном. Параметр емкости наиболее важен в межблочных кабелях по двум причинам. При использовании длинного кабеля с высокой емкостью большинство источников сигнала (предусилители, КД проигрыватели, тюнеры и др.) не способны “прокачать кабель”. Возможны значительные частотные искажения. Однако искажения не “сидят” в кабеле, а появляются при его использовании. Поэтому никогда не будет лишним использовать кабель с малой погонной емкостью. Примером здесь может служить кабель XLO Electric Reference Series с емкостью в 35 пикофард на метр. Вторая причина — в том, что большая емкость обуславливает

сильное поле между прямым и обратным проводом (и экраном), вследствие чего большая энергия остается в диэлектрике, подобно конденсатору. Не имеет значения, какой диэлектрик применяется в каждом конкретном кабеле, важно, чтобы электрические характеристики его были совершенны.



В заключение дадим некоторые практические рекомендации.

- ❖ Подобно всем компонентам аудиосистемы, кабели имеют начальный период приработки — более двух недель. Это время уходит на стабилизацию поведения изолирующего материала и самого проводника. Так что делать окончательные выводы о качестве звучания кабеля следует лишь спустя некоторое время.
- ❖ Все кабели — от кабеля питания до чистейших серебряных кабелей — имеют направление. Если у Вас на кабеле не указано направление, выберите его сами, прослушав оба варианта.
- ❖ Не забывайте мыть контакты! Любая поверхность контакта загрязняется на воздухе. Необходимо тщательно промывать все разъемы кабелей и гнезда в аппаратуре (усилитель, КД проигрыватель, тюнер, акустические системы) хотя бы раз в месяц и при каждой перекоммутации. На рынке аксессуаров имеется большой выбор жидкостей по уходу за контактами. Если подобного средства нет под рукой, используйте спирт.
- ❖ Еще раз подчеркнем: кабели являются полноценной частью аудиосистемы, подобно проигрывателю, усилителю, акустической системе и заслуживают не меньшего внимания при выборе. При планировании затрат на приобретение аппаратуры следует учесть, что стоимость соединительных кабелей должна составлять 5-15% стоимости системы.

А.Белканов