

МЕХАНИКА ЭМОЦИЙ. Часть 2. Свежий взгляд на цифры и звуки

Автор: Вадим КАРЕЛЬСКИЙ (https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/author/v_karelsky)
Когда: 7 Ноя 2007

В этой части моих заметок цифр будет больше, чем звуков. Дело в том, что надо залезть немного глубже в существо и свойства основных параметров громкоговорителя, прежде чем искать связь между ними и характером звучания. Вот следующий параметр...



Нередко его называют «силовой фактор», чаще, правда — просто BL. Это произведение индукции в зазоре магнитной системы на длину провода звуковой катушки, в этом зазоре находящуюся. Почему «силовой фактор» — понятно, надеюсь. Если умножить это на ток, протекающий по проводу катушки, получится, как всех нас успели выучить в средней школе, сила, действующая на катушку. Этот параметр, как бы его ни называли — важнейший, он во многом, если не во всем, определяет основные выходные характеристики громкоговорителя, такие как АЧХ, диапазон воспроизводимых частот, неравномерность АЧХ на краях диапазона, чувствительность, Qes, Qts, и т.п. и т.д.

Казалось бы: BL — по определению произведение двух величин, и тогда вроде бы все равно, сколько индукции в зазоре и сколько в нем проводника с током. Ан нет, оказывается. Не все силовые факторы (даже равные) одинаково полезны. Возьмем для примера два мотора с величиной BL = 10 Тм, только в одном при B = 1 Т провода 10 м, а в другом при B = 0,5 Т провода 20 м. Что будем иметь? А вот что: при прочих равных условиях это будут два совершенно разных громкоговорителя. Взглянем на АЧХ двух таких головок, измеренных в ближнем поле (менее 10 мм от центрального колпака диффузора до микрофона). Это рисунок, обозначенный цифрой 1.

РЕКЛАМА - RTB.SAPE

НОВОСТИ



Prology + Лёша Джей
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/04/prology-lyosha-dzhej.htm)
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/04/prology-lyosha-dzhej.htm)
14 Апр 2023

p1ai/az/2023/04/prology-lyosha-dzhej.htm)



«Мотовесна 2023» и Motorsport Expo
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/03/motovesna-2023-i-motorsport-expo.htm)
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/03/motovesna-2023-i-motorsport-expo.htm)
19 Мар 2023

p1ai/az/2023/03/motovesna-2023-i-motorsport-expo.htm)



BLAM для BMW
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/02/blam-dlya-bmw.htm)
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/02/blam-dlya-bmw.htm)
18 Фев 2023

p1ai/az/2023/02/blam-dlya-bmw.htm)



Головные устройства Prology MPA
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/02/golovnye-ustrojstva-prology-mpa.htm)
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/02/golovnye-ustrojstva-prology-mpa.htm)
8 Фев 2023

p1ai/az/2023/02/golovnye-ustrojstva-prology-mpa.htm)



Новые возможности Audison Forza
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/02/novye-vozmozhnosti-audison-forza.htm)
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/02/novye-vozmozhnosti-audison-forza.htm)
8 Фев 2023

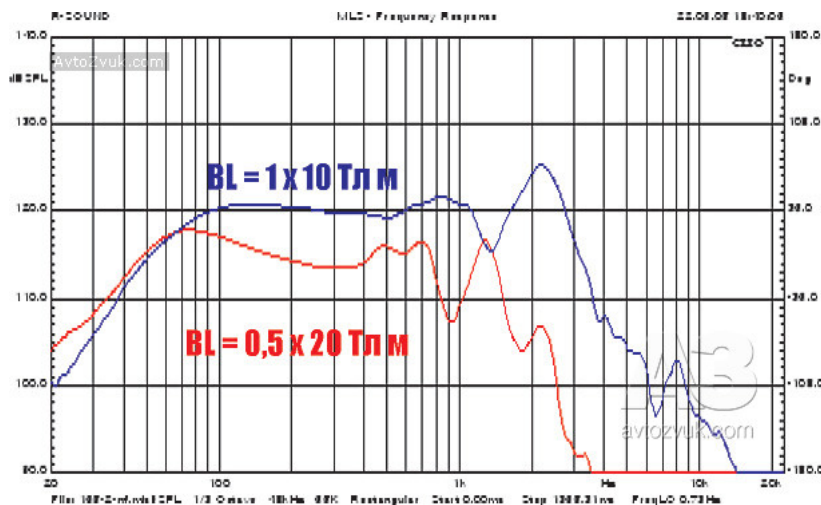
p1ai/az/2023/02/novye-vozmozhnosti-audison-forza.htm)



Головные устройства Prology серии GT
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/02/golovnye-ustrojstva-prology-serii-gt.htm)
(https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/02/golovnye-ustrojstva-prology-serii-gt.htm)
7 Фев 2023

p1ai/az/2023/02/golovnye-ustrojstva-prology-serii-gt.htm)





Сразу видно: в диапазоне 200 — 800 Гц, где система управляется активной составляющей сопротивления излучения, разница в звуковом давлении составляет около 7 дБ. Разберемся, о чем это говорит, но только, чувствуя, сначала надо пояснить, в каком диапазоне частот и чем определяется в основном движение диффузора при работе громкоговорителя.

В области НЧ, где диффузор практически не испытывает нагрузки воздушной среды, его движение определяется, главным образом, гибкостью подвески (центрирующей шайбы и верхнего подвеса). Это область, управляемая гибкостью. Выше по частоте начинается область, где диффузор создает сжатие воздушной среды и звуковая энергия посредством звуковой волны излучается в пространство, причем частотонезависимо. Эта область как раз и называется диапазоном, где ГГ управляется активной составляющей сопротивления излучения. Ещё выше по частоте сила (а это BL, помноженное на ток) перестает справляться с массой подвижной системы и излучаемая звуковая энергия падает. Эта область работы ГГ называется областью, управляемой массой, и характеризуется спадом интенсивности излучения. В традиционном подходе к этому вопросу считается, что раздел между реактивной и активной составляющими сопротивления излучения зависит, главным образом, от диаметра диффузора, но исследование этой проблемы показало, что это не совсем так, точнее — совсем не так. Но к этому вопросу мы еще вернемся, потому что он совсем не прост и очень важен.

Но обратимся к двум нашим громкоговорителям, у которых произведение B на L одинаково, но получено из разных исходных величин. Существует методика прямого определения Qts по ходу АЧХ в ближнем поле. «Прямого» — потому что не по импедансу (который не звучит), а именно по изменению интенсивности излучения с частотой, ведь ради этого мы добротностью и занимаемся, ведь так?

По спаду АЧХ на частоте резонанса относительно диапазона, где система управляется активным сопротивлением излучения, легко вычисляется полная добротность. Например — при спаде АЧХ в 3дБ Qts = 0,707, при 6 дБ — 0,5, при 8дБ — 0,4, при 10 дБ — 0,315 и т.д.

Так вот: от того, какую точку по частоте взять за контрольную, величина Qts будет меняться для двух приведенных ГГ совершенно по-разному. Для синей кривой эта точка может быть где угодно в диапазоне частот от 100 до 1000 Гц, при этом величина Qts будет неизменна. Совсем другая песня для красной АЧХ. Если Fs составляет для обоих ГГ 38 Гц, то для синей кривой Qts составит 0,315 (10 дБ). В случае красной частоте контрольной точки 70 Гц (это точка перегиба АЧХ) соответствует Qts примерно 0,6. Однако же по поведению кривой видно, что на этой частоте она продолжает управляться гибкостью и массой, а зона активного сопротивления начинается только с частоты 250 Гц. И если контрольную точку взять на частоте 300 Гц, то Qts составит около 1, коли не больше. Если не вникать в тонкости процесса, разница вроде бы чисто методическая, однако современным компьютерным системам измерения параметров TS тоже, по существу, все равно, как ведет себя АЧХ, и поскольку зоной измерения TS параметров являются две октавы вверх и вниз от Fs, то и полная добротность считается без учета хода АЧХ за пределами этих двух октав.

Если в случае синей кривой это совершенно корректно, то для красной — это полный методический криминал, поскольку измеренная Qts отличается от действительной почти в два раза. И вот с полученной таким образом величиной жизненно важного параметра головки начинается тонкая настройка портов ящика фазоинвертора (до долей герца), а в конце созидания сабвуфера возникает резонный вопрос: почему работает не так, как посчитано. Занавес.



Открытие мотосезона на
в выставке «Мотовесна
2023» (<https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2023/02/otkrytie-motosezona-na-vystavke-motovesna-2023.htm>)
5 Фев 2023

КОММЕНТАРИИ



Айпат (<https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2017/06/processor-usilitel-amp-da-806dsp-panacea.htm#comment-1254>) от 14 Apr

Статья: Процессор-усилитель
AMP DA-80.6DSP PANACEA
(<https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2017/06/processor-usilitel-amp-da-806dsp-panacea.htm#comment-1254>)
V4, что входит в комплект?
Пульт есть? ...



СЕРГЕЙ (<https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2020/07/test-aktivnogo-sabvufera-ural-as-d12a-dual-hurricane.htm#comment-1253>) от 13 Apr

Статья: Тест активного
сабвуфера URAL AS-D12A DUAL
HURRICANE (<https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2020/07/test-aktivnogo-sabvufera-ural-as-d12a-dual-hurricane.htm#comment-1253>)
спору не спорьте но для
повседневного прослушивания
он реально валит ...



андрей (<https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2021/07/audiosistema-na-gidrocikle-brp-rxp300.htm#comment-1251>) от 28 Mar

Статья: Аудиосистема на
гидроцикле BRP RXP300
(<https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2021/07/audiosistema-na-gidrocikle-brp-rxp300.htm#comment-1251>)
давайте сколько будет
стоить установить такую
музыку на RXT -300 ...

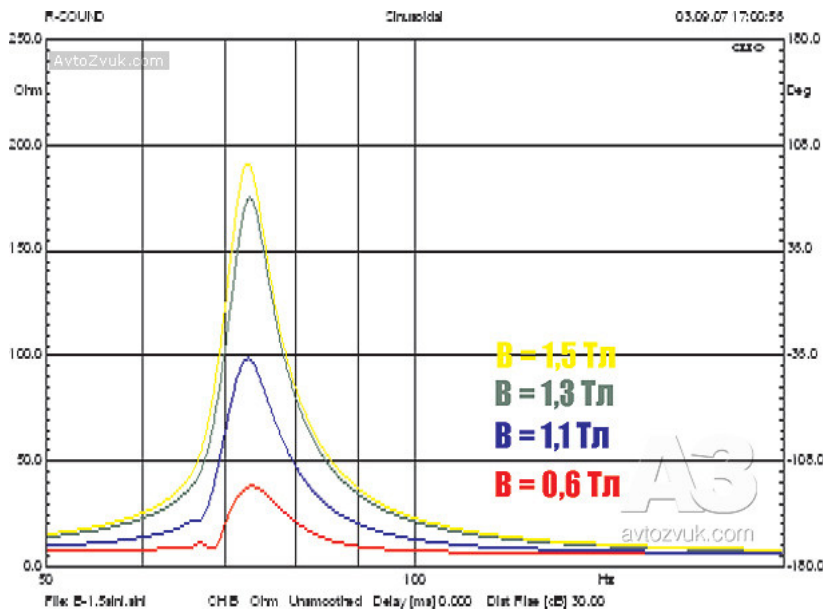


Стэтхэм (<https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2018/11/usiliteli-jbl-stage-a6002-a9004.htm#comment-1250>) от 24 Mar

Статья: Усилители JBL Stage
A6002 и A9004 (<https://www.xn--80aeatqv1al.xn--p1ai/az/2018/11/usiliteli-jbl-stage-a6002-a9004.htm#comment-1250>)
давайте. Есть усилки JBL
stage A6002 (подключаю к
блинам 6X9), хо ...



Теперь обратим наши взоры на обе АЧХ выше 1000 Гц, опять с точки зрения величины В. Если пренебречь неравномерностью АЧХ в этой области, совершенно ясно, что обе кривые различаются не только по частоте, но и по крутизне среза. Для синей это примерно 12 дБ/окт., а для красной — примерно 18дБ/окт. Поскольку эта область работы ГГ называется областью, управляемой массой, и традиционно имеет крутизну спада 12 дБ/ окт., возникает справедливый вопрос: откуда у красной кривой появился еще один порядок («лишние» 6 дБ/окт.)? Ответ прост: из-за низкого значения В. Дело в том, что сила, действующая на звуковую катушку, воздействует на неё не абсолютно жестко, а через гибкость магнитного поля, т.е. через пружину. Если эта пружина достаточно мягкая (скажем так: слабая, чтобы яснее была связь с индукцией поля) — вот вам и еще один порядок да еще и низкая частота среза АЧХ.



Теперь посмотрим на еще одну веселую картинку, под номером 2. Это — зависимость кривой импеданса громкоговорителя от величины индукции в зазоре В.

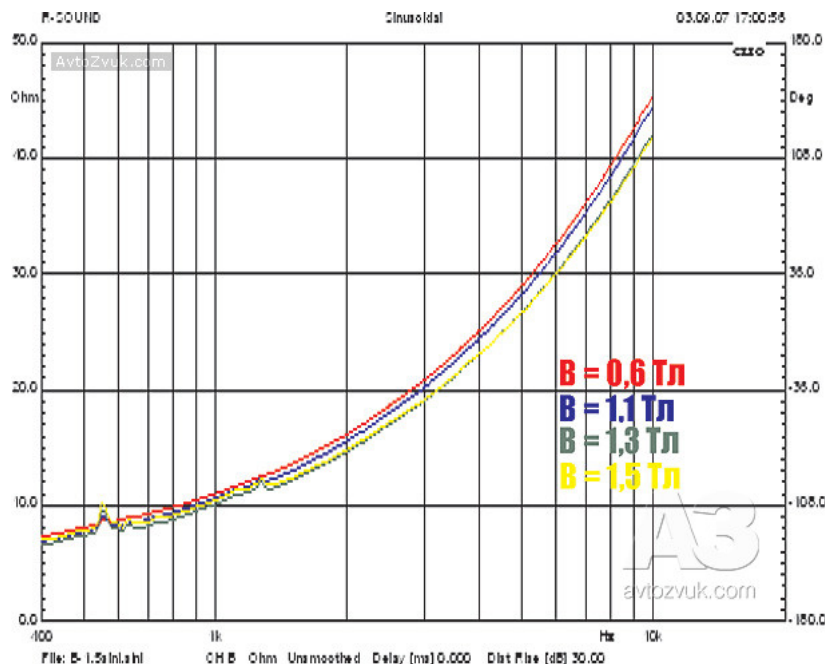
На графике приведены кривые импеданса одного и того же ГГ при разных значениях в зазоре и одной и той же звуковой катушке. Какие особенности мы можем наблюдать, так сказать, невооруженным глазом?

Первое: на двух нижних кривых хорошо заметны следы переходного процесса, который является продуктом взаимодействия гибкости магнитного поля и массы подвижной системы. Второе: более тонкий эффект — изменение F_s в пределах ± 1 Гц, при, казалось бы, неизменной массе подвижной системы и гибкости подвеса. То, что Q_{ts} при этом изменяется в разы, даже не обсуждается, в этой «сборной» величине основной вклад принадлежит силам электромагнитной природы.

Какие последствия с точки зрения влияния на звуковые особенности ГГ имеют эти явления? А вот какие: переходный процесс оказывает радикально портящее влияние на начальный участок импульсной характеристики, что будет наглядно показано в соответствующем разделе, а потому ГГ с индукцией в зазоре менее 1 Тл (а таких в автоакустике подавляющее большинство) — инвалиды от рождения и для воспроизведения музыки и вокала практически непригодны. На практике это те головки, у которых число слоев ЗК больше двух, и уж тем более — двухкатушечные динамики. И у тех и у других зазор вынужденно широкий, и индукция в нём мала.



(<https://www.salonav.com>)

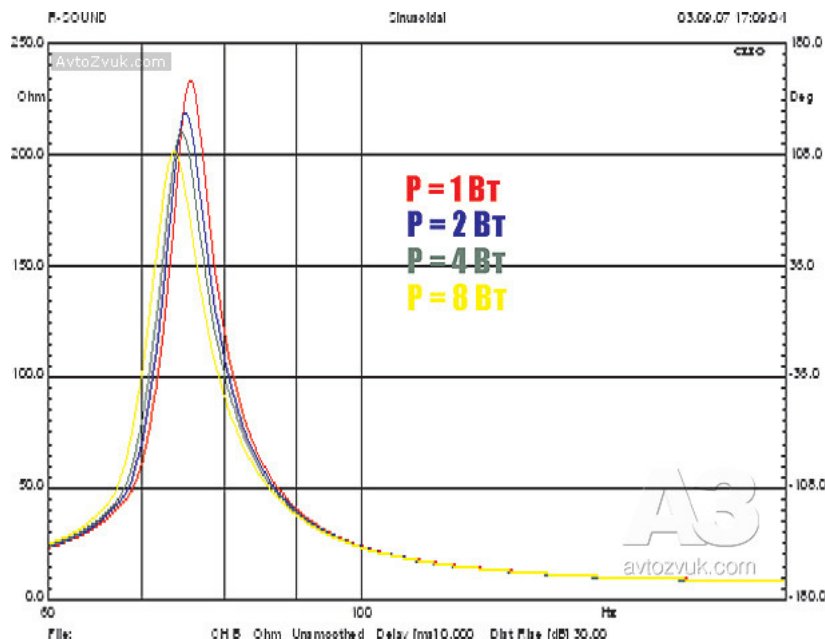


Однако импедансная кривая несёт ценную информацию и далеко от области основного резонанса. Вот те же кривые, что и в прошлом примере, но в диапазоне частот 400 — 10000 Гц. На графике (3) видно: кривые для $B = 0,6$ Тл и $B = 1,1$ Тл различаются существенно, а при изменении индукции с 1,3 до 1,5 Тл — почти никак. Значит, магнитная цепь с индукцией в зазоре 1,3 и 1,5 Тл находится в состоянии насыщения, а при более низких значениях — нет. А в отсутствие насыщения звуковая катушка будет модулировать магнитное поле в зазоре гораздо сильнее, чем в том случае, когда индукция превышает 1 Тл.

Модуляция индукции в зазоре — явление далеко не безобидное. Оно приводит к слабо управляемому басу, неточному воспроизведению низкочастотной огибающей, которая отвечает за пространственные характеристики звуковой системы, а на верхних частотах рабочего диапазона — за мягкость и, как бы ни странно выглядело это слово в таком контексте, за естественность звучания. В специализированных высокочастотных головках, в просторечии — пищалках, индукция в зазоре является вообще определяющей, на фоне которой изыски с проводами из драгоценных металлов представляют собой не более чем тараканы бег. А ведь всё упомянутое — только вершина айсберга процессов, связанных с величиной индукции в зазоре ГГ. Дальнейшее углубление в них потребует длительных экскурсов в области материаловедения и конструкций магнитных цепей, что само по себе может быть и интересно, но для людей, не связанных с разработкой ГГ окажется нудноватым и без перспектив практического применения. Однако в разделе, посвященном АЧХ, кое о чём я напишу подробнее.

Следующим весьма важным параметром ГГ является Q_{ts} — полная добротность ГГ, и здесь вопрос заключается не в том, как использовать этот параметр в компьютерных программах по моделированию акустического оформления, а в том, каковы границы его применения и насколько достоверны результаты измерений при различных режимах и различной акустической обстановке вокруг измеряемого ГГ. А ведь от этих особенностей зависят результаты моделирования и характеристики реальных акустических систем.

Итак, посмотрим для начала, как изменяется Q_{ts} в зависимости, скажем, от напряжения, при котором проводятся измерения.



На обозначенном цифрой 4 графике измерения проводились при мощности на ГГ 1, 2, 4, 8 Вт, что соответствует напряжению 2,83, 3,99, 5,62, 7,93 В. Даже в таком небольшом диапазоне мощностей мы наблюдаем смещение резонансной частоты вниз с увеличением напряжения при одновременном снижении высоты пика импеданса, при этом выше и ниже области резонанса кривые практически совпадают. Легко можно заметить, что F_s и Q_{ts} меняются, и весьма существенно. Исследования этого вопроса показали, что в разных ГГ с точки зрения конструкции и примененных материалов определяющими могут быть разные процессы: токи Фуко в алюминиевом или медном каркасе, активные потери в шайбе и/или подвесе и т.п.

Вопрос о преобладающем факторе в описанном эффекте дискутируется уже давно, причем если в какой-то момент специалисты сошлись во мнении, что основное — это релаксационные потери в подвижке, сильно зависящие, к слову сказать, от той же Q_{ts} , то когда аналогичный вопрос возник в связи с внесенным сопротивлением, это отнесли к скорости движения диффузора. Здесь огромную пользу приносит методика измерения импеданса на импульсе, что более информативно, но такие измерительные системы — наперечёт.

Примерно такая же картина наблюдается при изменении положения ГГ в пространстве (диффузором вверх, вниз или вертикально), причем в зависимости от массы подвижной системы ГГ разница будет весьма существенна. Здесь понятно: сила земного притяжения и несимметричность потерь в подвесе.

Точно так же будет иметь место разница в измерениях Q_{ts} при разных способах крепления даже в одинаковом положении, например, жестко в тисках или на подвеске. Здесь влияет в основном масса неподвижной части ГГ в соотношении с массой подвижной системы и скоростью движения последней.

Наличие экрана или расположенного рядом такого же ГГ, подключенного параллельно, также внесет изменения в результат измерения, например, для двух ГГ калибра 18 дюймов значения Q_{ts} для трех вариантов замеров (одна головка, две рядом, две рядом в экране размером 1200 x 800 мм) будут, соответственно, 0,25, 0,27 и 0,32. Поэтому длительное и скрупулезное моделирование НЧ-оформления, например ФИ, без учета вышесказанного является праздным времяпрепровождением, хотя, если получать удовольствие от процесса...

Здесь возникает главный практический вопрос: на каких же уровнях измерять TS-параметры? Формально они считаются параметрами слабого сигнала, а с точки зрения практики?.. Вопрос, приходится признать, до сих пор является открытым и, боюсь, внятного ответа на него ни от кого не получить, я думаю, что нужно ориентироваться на те диапазоны входных напряжений, при которых ГГ будет использоваться, хотя в профессиональной звукотехнике известны устройства, корректирующие параметры тракта в зависимости от уровня сигнала.

Это лишь некоторые соображения, касающиеся только двух параметров TS, которые широко используются для расчетов и моделирования АС. В следующей главе посмотрим свежим и непременно критическим взглядом на V_{as} и к.п.д. громкоговорителя. Это тоже целый космос...

