

# Настоящий звук с арматурными телефонами Sonion

Артем Козлов, ООО «БИС ЭЛЕКТРОНИК»

E-mail: bis@bis-el.kiev.ua

**В статье описываются базовые особенности применения арматурных телефонов Sonion при создании внутриушных и внутриканальных наушников высокого качества звучания.**

Главной особенностью звукоизлучателей с уравновешенным якорем (арматурных) является техника воздействия на излучающую мембрану.

В обычном динамическом излучателе катушка, создающая переменное магнитное поле, закреплена непосредственно на мембране. В арматурных звукоизлучателях (рис. 1) используется подвижный якорь. Катушка таких телефонов установлена отдельно от мембраны, а на мембрану механически действует якорь. Этот якорь подвешен (уравновешен) так, что его ось движения находится в центре магнитного поля. Реагируя на изменения магнитного поля, якорь передает механические колебания на мембрану, производящую звуковые волны.

Таким образом, арматурные телефоны избавлены от искажений, которыми грешат обычные динамические звукоизлучатели ввиду непосредственного влияния на катушку упругости мембраны и ее массы. В случае с уравновешенным якорем эти недостатки нивелируются относительно большой

массой самого якоря, поэтому точность воспроизведения звука у арматурных наушников заметно выше, чем у простых динамических аналогов.

Еще одно достоинство арматурного телефона — это его миниатюрность. Несмотря на сложность конструкции, такой звукоизлучатель имеет очень скромные размеры. Поэтому он идеально подходит для применения в миниатюрных конструкциях внутриушной или даже внутриканальной гарнитуры.

В корпус миниатюрной гарнитуры можно поместить сразу несколько звукоизлучателей, однако правильно настроить их совместную работу и получить желаемое звучание — это тонкая работа, которую даже можно назвать искусством. Здесь даже маленькая ошибка может привести к неприятным результатам. Проектирование арматурных наушников **довольно сильно** отличается от проектирования динамических.

В таблице 1 вкратце представлены основные отличия между этими двумя типами звукоизлучателей.

Таблица 1. Основные отличия между стандартными динамическими наушниками и наушниками с арматурными звукоизлучателями		
Параметр	Арматурные наушники	Динамические наушники
Особенности	Миниатюрные размеры, высокая эффективность, высокий уровень выходного сигнала,	Большие размеры, прямолинейность
Применение	Заказные и универсальные сборки, полностью изолированный канал звука, одно- и многоканальные системы	Универсальные сборки, не полностью изолированный канал звука, одно- и многоканальные (гибридные) системы
Влияет на АЧХ	Звукоизлучатель, акустика канала и вкладыша, разделительный фильтр, вентиляция	задняя камера корпуса, звукоизлучатель, акустика канала и вкладыша, разделительные фильтр, вентиляция
Не влияет на АЧХ	Задняя камера корпуса	
Характеристика звука	Утонченность, четкость, эффект присутствия	Мягкость и безразличность, сильные басы



**Рис. 1. Внешний вид арматурных телефонов Sonion 1900-й серии**

## ТЕХНИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АРМАТУРНЫХ НАУШНИКОВ

В целом, для наушников применимы те же правила проектирования, что и для громкоговорителей, при этом:

- электрические схемы такие же, но номиналы компонентов будут на порядок ниже;
- конденсаторы используются в качестве ВЧ фильтра (подавляют низкие частоты);
- последовательно включенные с вуферами резисторы вытягивают НЧ звук;
- арматурный звукоизлучатель имеет достаточно большую индуктивность: применение индуктивностей в НЧ фильтре здесь не будет эффективным;
- обычно используются кроссоверы с 6 и 12 дБ на октаву;
- предпочтение отдается SMD компонентам (поверхностный монтаж);

Специалисты компании Sonion предлагают следующую методику проектирования арматурных наушников:

1. Выбираем подходящий звукоизлучатель (первый раз). Его нужно подбирать так, чтобы максимальный уровень звукового давления (Max SPL) был больше требуемого, т.е. с запасом. Звук наушников, работающих с хорошим запасом по звуковому давлению, воспринимается лучше.

2. Проектируем электрическую разделительную схему (применение активных кроссоверов на каждой точке пересечения). Хорошая схема кроссовера позволяет достичь высокого качества звука (т.е. отделить вокальную партию от «бочки»). Обязательно следует обратить внимание на все точки переходов и пересечений (электрические и акустические). Большие кроссоверы в миниатюрных гарнитурах применить невозможно, т.к. конденсаторы и индуктивности высоких номиналов имеют большие размеры. А малые разделительные схемы с низкими номиналами компонентов ограничивают акустические возможности гарнитуры. Кроме того, неаккуратное применение разделительных схем может привести к фазовым несоответствиям и задержкам, что в результате снизит чистоту звука.
3. Не забываем про акустические кроссоверы и акустику конструкции наушников в целом.
4. Тестируем акустические параметры на выходе и возвращаемся к первому пункту до тех пор, пока не будут достигнуты заданные параметры. При этом нужно обращать внимание на повторяемость изделий: две пары наушников могут работать в одном частотном диапазоне, но звучать совершенно по-разному.

При корректировании выходной АЧХ можно сглаживать пики на этой характеристике, например, с помощью демпфирования. Также можно расширить рабочую полосу АЧХ, применив акустический фазоинвертор.

Арматурные звукоизлучатели не терпят «утечек», поэтому необходимо убедиться в том, что накладные наушники плотно прилегают к уху для обеспечения полного звучание низких частот и басов.

Воспринимаемое качество и количество баса зависит и от выбранного звукоизлучателя, и от выходной АЧХ. Телефон с большим усилением обладает более выраженным звуком по сравнению с небольшим широкополосным телефоном, при этом частотные характеристики могут выглядеть одинаково.

### ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ВНУТРИКАНАЛЬНЫХ НАУШНИКОВ

Внутриканальные наушники обеспечивают отличный звук на всей полосе частот, однако для простого обывателя они не являются максимально

комфортными. Поэтому стоит поискать оптимальный баланс/компромис.

Ушные вкладыши являются частью акустической конструкции наушников. Поролоновые вкладыши обеспечивают большее уплотнение наушника. Однофланцевые вкладыши являются хорошим выбором благодаря стоимости уплотнителя и пассивному шумоподавлению. Применение вкладышей с большей апертурой положительно сказывается на качестве ВЧ составляющей звука.

Еще используются литые (заказные) вкладыши. Наушники с такими вкладышами требуют иного подхода к проектированию по сравнению со стандартными.

### ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗВУКОВОДОВ

Особое внимание следует уделить внешним звуководам. Влияние

звуковода на акустику может быть значительным — вплоть до полной потери звука, следовательно конструкцией звуковода пренебрегать нельзя. Распределение акустических пиков (2-го порядка и больше) зависит от длины звуковода, поэтому эту длину нужно отрегулировать (обычно это 6–20 мм), чтобы предотвратить провал в результирующей АЧХ.

Очень узкий звуковод подавляет ВЧ составляющую сигнала, поэтому нужно избегать звуководов с диаметром канала меньше 1.5 мм.

На рисунке 2 показана зависимость АЧХ наушника (звукоизлучатель Sonion 26A005) от диаметра звуковода. Слишком узкий канал звуковода отражается на выходной АЧХ наушника как НЧ фильтр с отсечением высоких частот. Поэтому здесь в качестве оптимального варианта рекомендуется использовать звуковод с диаметром в пределах 1.5–2.0 мм.

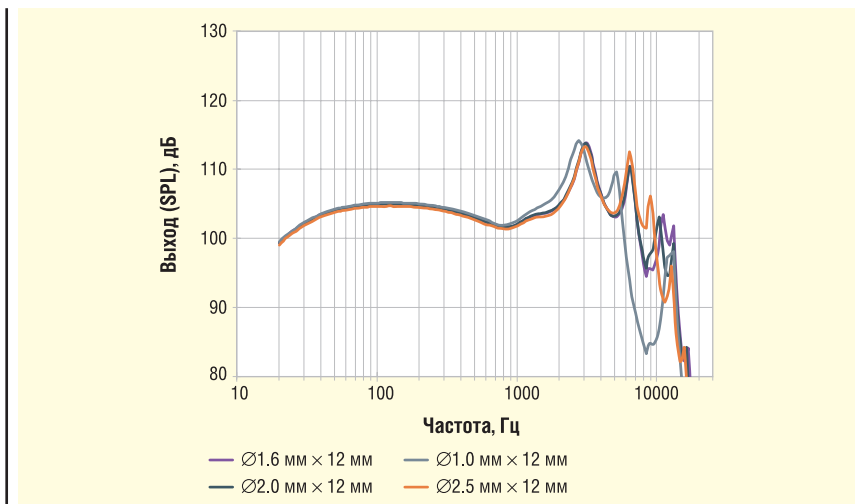


Рис. 2. Зависимость выходной АЧХ от диаметра звуковода

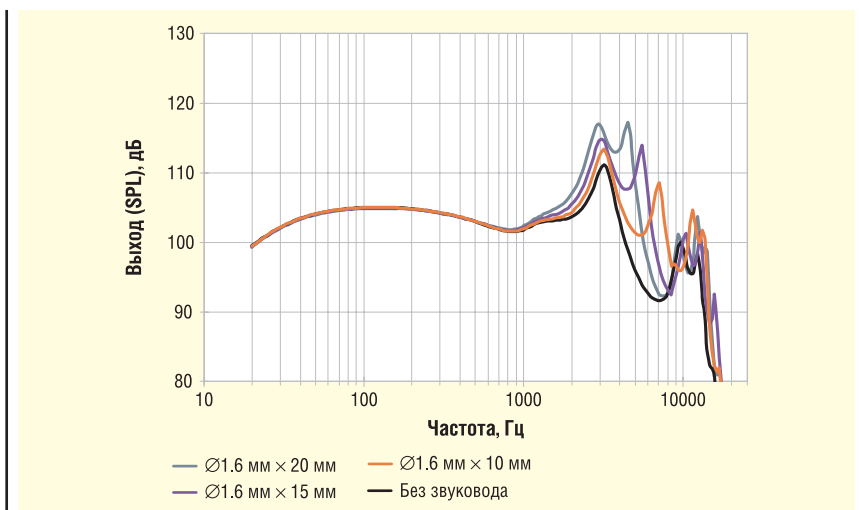


Рис. 3. Зависимость выходной АЧХ от длины звуковода

Параметр	С простым однорежимным управлением	Трехрежимный, двухканальный	Двойной режим управления на модуле AcuPass
Звучание	Чистое, с небольшим акцентом на низких частотах	Приятный звук, акцентированные басы	Приятный звук
Область применения	Бытовая аудиоаппаратура	Бытовая и профессиональная аудиоаппаратура	Бытовая и профессиональная аудиоаппаратура
Полный диапазон	Телефон 2356		
Вуфер (НЧ)		Телефон 33AJ007i/9 (вкл. параллельно)	Телефон 1700
Твитер (ВЧ)		Телефон 2389	Телефон 2300
Разделитель вуфера			AcuPass
Разделитель твитера		Керамический конденсатор 4.7 мкФ	Керамический конденсатор 2.2 мкФ
Демпфер	SSD02 (1500 Ом)		
Демпфер вуфера		SSD07 (4700 Ом)	
Демпфер твитера		SSD01 (680 Ом)	SSD05 (1000 Ом)
Звукопровод, мм	7 × Ø1.5 + 2.5 × Ø2.1 + 3 × Ø2.5	12 × Ø2 (для двух каналов)	Рупор на 13 мм: 7.5 × Ø1.5; 2.5 × Ø2.1; 3 × Ø2
АЧХ и схема	См. рис. 4а	См. рис. 4б	См. рис. 4в

На рисунке 3 показана зависимость АЧХ наушника (на базе Sonion 26A005) от длины звуковода. Как видно из диаграммы, качество звука на высоких частотах зависит от длины звуковода, поэтому здесь рекомендуется использовать короткие звуководы — в среднем 10 мм.

Звуковод трапецевидной формы способен усилить ВЧ составляющую сигнала, поэтому иногда имеет смысл применять «растущую» форму звуковода. В таких случаях рекомендуется выбирать диаметр канала 1.5 мм на входе и 2.5 мм на выходе.

**ПРИМЕРЫ СХЕМ ОТ КОМПАНИИ SONION**

В таблице 2 представлено несколько принципиально различных вариантов сборки арматурных наушников, позволяющих сделать выбор между несколькими типами звучания и разными выходными АЧХ.

Специалисты Sonion рекомендуют определять конструкцию проекта по оптимальной акустике звучания, такой же принцип действует и в конструкторском департаменте компании.

Для производства профессиональных наушников компания Sonion представляет шесть типов своей продукции:

- широкополосные звукоизлучатели (телефоны);
- вуферы (НЧ звукоизлучатели);
- твитеры (ВЧ звукоизлучатели);
- излучатели среднего звукового диапазона (для универсальных приложений);
- модули AcuPass (готовое решение);
- демпферы звука.

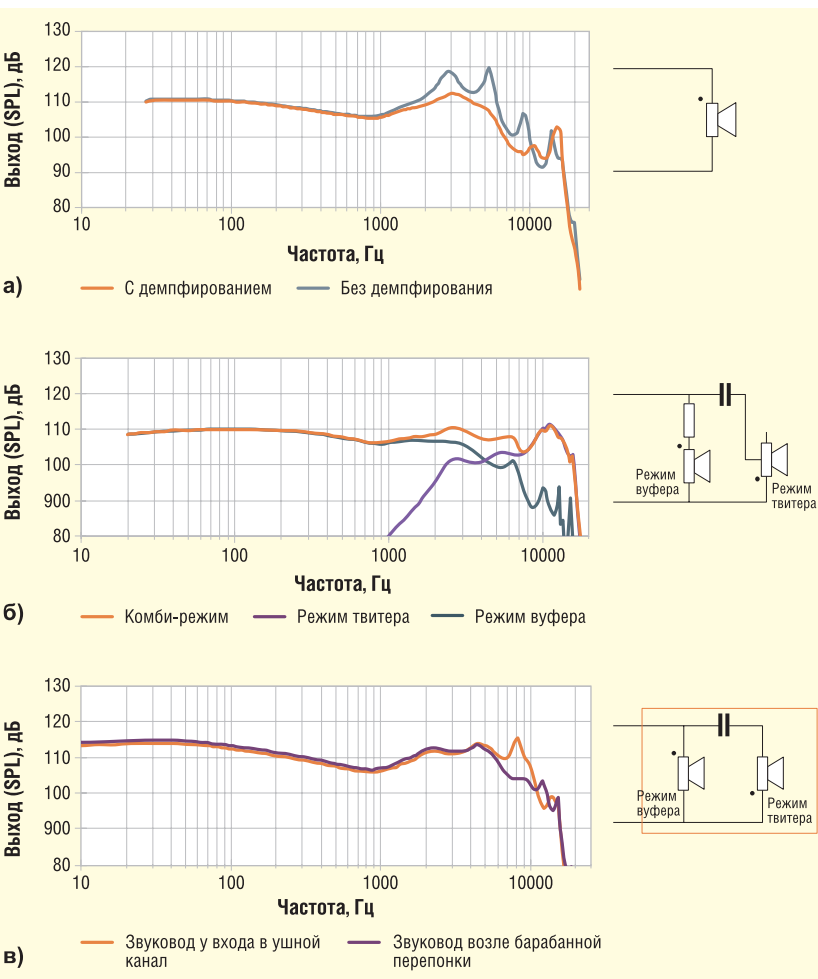
Главным достоинством этих компонентов является богатый профессиональный опыт их создателей!

**Для приобретения продукции Sonion обращайтесь в компанию «БИС ЭЛЕКТРОНИК»:**

03680, г. Киев, бул. И. Лепсе, д. 4, корп. 1, оф. 402,  
 тел./факс: (044) 490-35-99,  
 (044) 404-89-92,  
 e-mail: bis@bis-el.kiev.ua,  
 http://www.bis-el.com

Литература:

1. Designing Earphones with Balanced Armature Receivers, Sonion Academy, 2013.



**Рис. 4. Схема и выходная АЧХ арматурного наушника: с однорежимным управлением (а); двухканального с трехрежимным управлением (б); с двойным режимом управления на модуле AcuPass (в)**