

УДК.621.791.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ЗАШУМЛЕНИЯ

*Владислав Галанский, Николай Ващенко, Теодор Королев, Александр Лаврентьев,
Александр Сигаев*

НИЦ «ТЕЗИС» НТУУ «КПИ»

Аннотация: Проведены сравнительные испытания некоторых систем защиты акустической информации (генератор шума и вибрационные преобразователи). Исследованы: амплитудно-частотная и нагрузочная характеристики систем в диапазоне частот 170...5700 Гц, уровень полезного (вибрационного) шума и уровень паразитных акустических помех от пьезоэлектрических и электродинамических вибрационных излучателей.

Summary: The comparison testing of some protection systems of the acoustic information (noise-systems) are carried out, containing a noise signal oscillator and vibration emitters. Are investigated: an gain-frequency and full-load characteristics of noise-systems in a frequency band 170 ... 5700 Hz, an level of useful (vibration) noise and level of an acoustic hiss from vibration piezoelectric and electrodynamic emitters.

Ключевые слова: Система защиты акустической информации, эксплуатационные характеристики, уровень вибрационного шума и акустических паразитных помех, генераторы шума, пьезоэлектрические и электродинамические излучатели.

I Введение

Среди направлений промышленного (и не только) шпионажа важное место занимает перехват речевой информации. И если акустические колебания довольно легко блокировать применением различных средств звукоизоляции (звукопоглощающие покрытия, двойные рамы и т. д.), то со звуковыми волнами в твердом теле дело обстоит намного сложнее. Как показали исследования, звукопоглощающие покрытия мало влияют на распространение виброколебаний в жестких конструкциях. Вместе с тем, эти колебания могут иметь достаточно большую амплитуду и распространяться на значительные расстояния, например, по жестким коммуникациям. Виброакустические колебания могут быть перехвачены радиостетоскопами, лазерными средствами дистанционного съема информации и т. д. Поэтому понятно то внимание, которое уделяют службы безопасности защите речевой информации от утечки по виброакустическим каналам. Спектр пассивных мер защиты достаточно ограничен. К ним относятся методы капитального строительства (стены специальной конструкции типа «сэндвич»), эластичные вставки в жесткие коммуникации и др. Все это сложно, дорого и не всегда реализуемо. Естественно, что в этой ситуации особое внимание обращено к средствам активной защиты – достаточно эффективным и не дорогим. Они представляют собой генератор «белого» шума в звуковом диапазоне частот, нагруженный на вибропреобразователи – пьезоэлектрические или электромагнитные.

Так как единых, достаточно всеобъемлющих требований к этим системам нет, нами была предпринята попытка сравнения нескольких систем активной защиты по ряду параметров, которые представляются нам существенными.

II Основная часть

Повышенный спрос на технику виброакустического зашумления отражается на многообразии предлагаемых на рынке образцов систем виброакустического зашумления стоимостью от 300 до 2000 у. е. Вместе с тем, для оптимального выбора той или иной системы пользователю необходимо принимать во внимание определенный набор эксплуатационных показателей, ряд из которых по тем или иным причинам, к сожалению, отсутствует в нормативных и эксплуатационных документах.

В табл. 1 представлены сравнительные характеристики некоторых генераторов шума (паспортные данные). Очевидно, что этих характеристик явно недостаточно для оптимального выбора той или иной модели и эффективной виброакустической защиты помещений.

Прежде всего представляет интерес амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) системы генератор-виброизлучатель в заданном диапазоне частот. С этой целью нами были исследованы системы БАЗАЛЬТ - 4ГА, ANG-2000 и ОЦЗИ-ВА/Г («Туман-1»).

Виброизлучатель, входящий в комплект системы, закреплялся на виброизолированном стандартном эквиваленте массы (10 кг) и с помощью стандартного измерительного акселерометра шумомера измерялся

уровень виброускорения в рабочей полосе частот. Для того, чтобы оценить мощностные характеристики испытуемых систем, на виброизлучатель подавалось максимальное напряжение с выхода генератора шума.

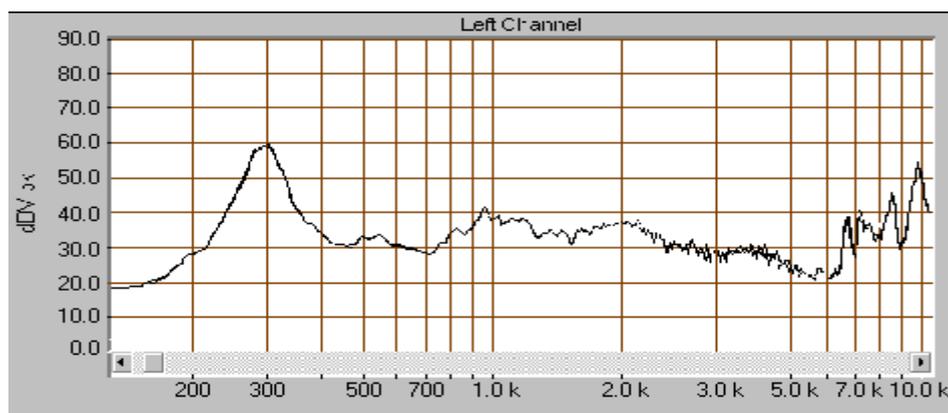
Таблица 1

Эксплуатационные параметры	ОЦЗИ-ВА/Г		БАЗАЛЬТ-4ГА	VNG 006D	ANG-2000	МАРС-Т30
	(тип 1) («Туман-1»)	(тип 2) («Туман-2»)				
Количество подключаемых виброизлучателей:						
- электромагнитных	нет	100	5	нет	4	18
- пьезоэлектрических	100	200	14	12	нет	18
Диапазон рабочих частот шумового сигнала, Гц, не менее	177...5600	177...5600	170...5700	400...5000	не указан	177...5600
Возможность дистанционного управления и контроля работоспособности излучателей с помощью ПК	есть *)	есть *)	нет	нет	нет	нет
Наличие октавного эквалайзера	есть	есть	есть	нет	нет	есть
Глубина регулировки уровней шумовых сигналов в каждой октаве в рабочем диапазоне частот, дБ, не менее	35	35	25	нет	нет	21
Потребляемая мощность, ВА, не более	100	250	65	не указана	24	130

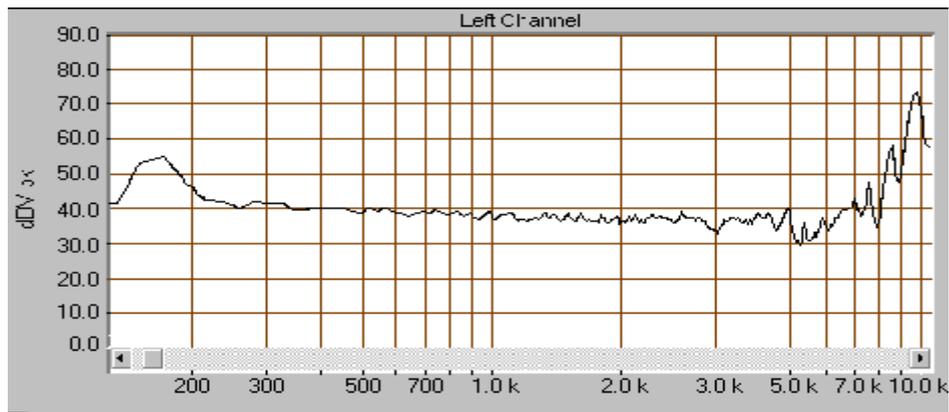
*) – опция

Результаты испытаний представлены на рис. 1.

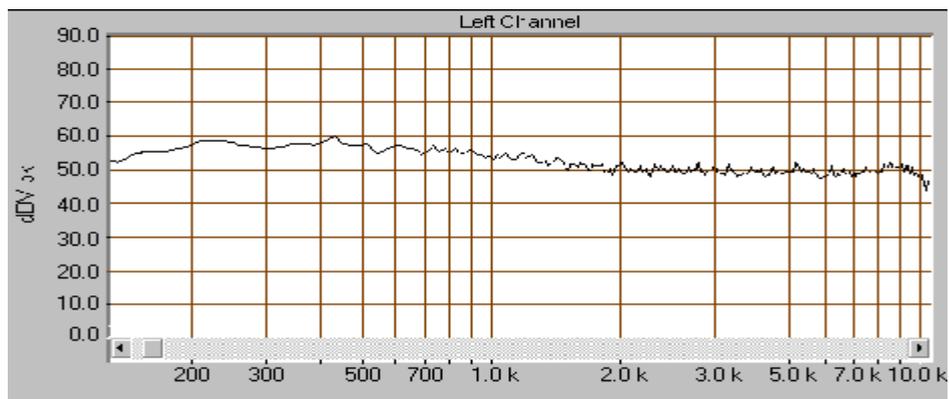
Система БАЗАЛЬТ-4ГА (рис. 1а) в диапазоне частот 170...5700 Гц при среднем уровне виброускорений 35...37 дБ имеет весьма неравномерную АЧХ на низких (170...350 Гц) и высоких (свыше 4500 Гц) частотах. В рабочем диапазоне частот эта неравномерность составляет примерно 32 дБ.



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Спектральные характеристики систем виброзашумления: а) БАЗАЛЬТ-4ГА; б) ANG-2000; в) ОЦЗИ-ВА/Г «Туман-1». Все характеристики сняты с применением штатных вибропреобразователей: БАЗАЛЬТ-4ГА и «Туман-1» – пьезоэлектрических, ANG-2000 – электромагнитного TRN 2000

Система ANG-2000 (рис. 1б) в диапазоне частот (по техническому паспорту) 400...5000 Гц при среднем уровне виброускорений 38 дБ имеет неравномерность АЧХ примерно 8 дБ, однако в диапазоне частот, принятом в Украине (177...5600 Гц), эта неравномерность составляет 25 дБ.

Система «Туман-1» (рис. 1в) в диапазоне частот 177...5600 при среднем уровне шума 57 дБ имеет неравномерность АЧХ примерно 8 дБ.

Одной из важнейших для пользователя характеристик систем виброакустического зашумления является уровень акустического шума, создаваемого виброизлучателями [1]. Часть энергии, поступающей на виброизлучатель, преобразуется в паразитные акустические шумы, которые могут создавать определенный дискомфорт в помещении. Результаты исследований, проведенных в компании "МАСКОМ", показали, что основным источником этих акустических шумов является виброизлучатель [2].

Нами были проведены измерения уровней акустического шума пьезоэлектрических вибраторов, входящих в комплект систем «Туман-1», БАЗАЛЬТ-4ГА и электромагнитного виброизлучателя TRN-2000, входящего в комплект ANG-2000. Каждый виброизлучатель закреплялся на виброизолированном стандартном эквиваленте массы (10 кг) и на него подавалось напряжение с генератора, обеспечивающее создание уровня виброускорения в рабочей полосе частот $U_{ш_{эКВ}}$ +10 дБ и +20 дБ относительно фонового уровня. Одновременно, с помощью шумомера ВШВ-003 измерялся уровень шума $U_{ш}$ в помещении на расстоянии 1 м от излучателя. Измерения выполнялись в помещении с уровнем фонового шума $U_{ф} = 35,8$ дБ. Результаты измерений представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Уровень паразитных акустических шумов от виброизлучателей

Система виброакустического зашумления	Уровень шума $U_{ш}$, дБ при виброускорении $U_{ш_{ЭКВ}}$ на эквиваленте массы:	
	+10 дБ	+20 дБ
ОЦЗИ- ВА/Г («Туман-1»)	42	44
БАЗАЛЬТ- 4ГА	52,2	*)
ANG-2000	46	49,5

*) Выходная мощность генератора не позволяет достигнуть уровня виброускорения +20 дБ относительно фонового уровня вибраций эквивалента массы.

Итоговые результаты сравнения виброакустических систем представлены на рис. 2 – 5.

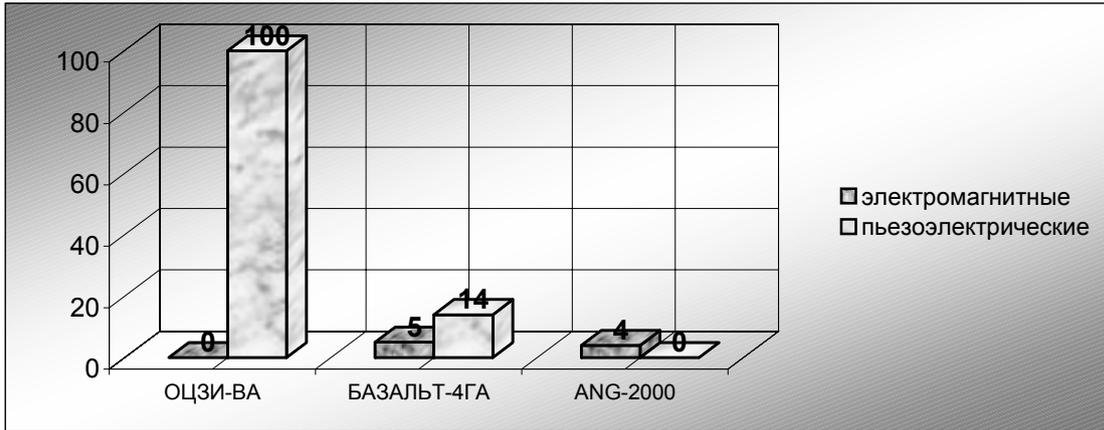


Рисунок 2 – Максимальное количество подключаемых пьезоэлектрических и электромагнитных виброизлучателей в системах виброакустического зашумления

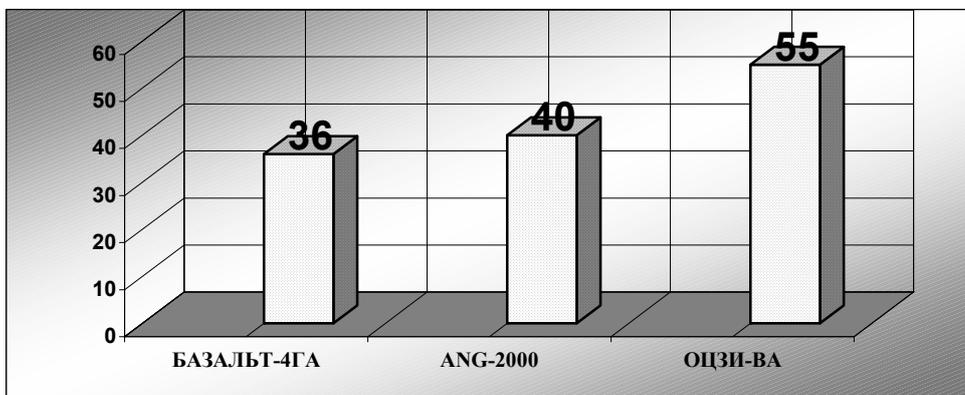


Рисунок 3 – Средний уровень виброакустического зашумления в диапазоне частот 170...5700 Гц при максимальном выходном напряжении генератора

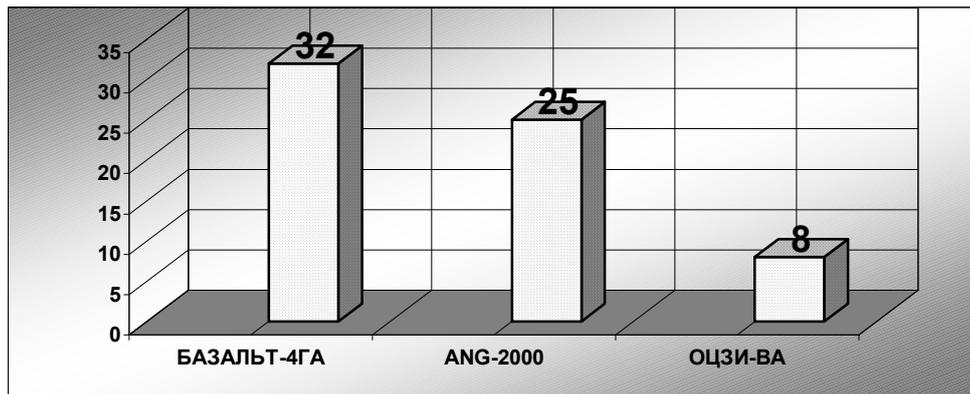


Рисунок 4 – Неравномерность амплитудно-частотной характеристики виброакустических систем в диапазоне частот 170...5700 Гц

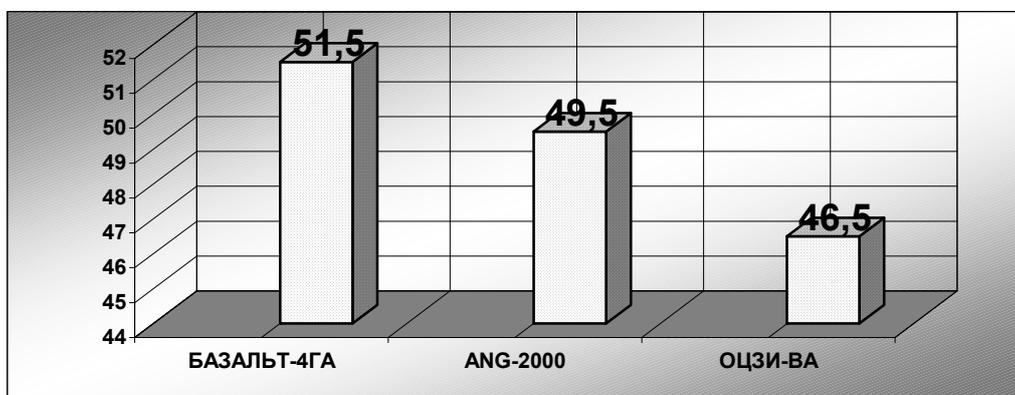


Рисунок 5 – Уровень паразитных акустических шумов от виброизлучателей

III Выводы

1. Хотелось бы обратить внимание на потенциальные возможности пьезоэлектрических виброизлучателей, которыми комплектуются рассмотренные выше системы (рис. 2). Как видно из рис. 1в с помощью этих излучателей может быть реализована мощность зашумления защищенных помещений, значительно превосходящая мощность более дорогостоящих и громоздких электромагнитных излучателей. При соответствующих размерах пьезопреобразователя и достаточной мощности генератора шума он вполне способен «раскачать» капитальную стену. При необходимости можно использовать несколько пьезопреобразователей. Пьезоэлектрический вибропреобразователь может быть не только смонтирован достаточно незаметно на строительной конструкции, но и полностью встроен в стену при проведении капитального ремонта или реконструкции помещения.

2. В настоящее время в НИЦ «ТЕЗИС» НТУУ «КПИ» проводятся сравнительные испытания по определению коэффициента энтропийного качества шума. В нормативно-методической документации он не приводится, однако, очевидно, что он имеет существенное значение, так как определяет маскирующие свойства шумов. Результаты исследований предполагается опубликовать в одном из ближайших номеров этого сборника.

Литература. 1. И. Васильченко, И. Кравченко. Магнитоэлектрические виброизлучатели с уменьшенным уровнем акустического излучения. – «Электронные компоненты и системы», № 8, 2003. 2. Калинин С. Исследование систем виброакустического зашумления. – «Защита информации. Конфидент», № 4, 1998.