

Модернизация лабораторной акустической камеры

А.В. Зайцев¹, В.И. Пузырёв¹, Т.С. Шеронова²

¹Муромский институт (филиал) ФГБОУВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23

²АО «Муромский стрелочный завод»

602262, г. Муром, ул. Стахановская, 22а.

Представлены результаты модернизации малогабаритной лабораторной заглушённой камеры для исследования средств защиты от акустических воздействий. Проведена замена акустических излучателей. В результате неравномерность АЧХ снизилась с 37 до 23,5 дБ. Установлены «провалы» в АЧХ на частотах 400 и 630 Гц. Даны рекомендации по выравниванию АЧХ на этих частотах.

Исследование характеристик различных видов шума, а также средств защиты от него, часто требует «изоляции» от внешних шумов, которые могут рассматриваться как мешающие в каждом конкретном случае, а также исключить отражение звуковой волны от стен зданий или иных объектов. Решить эту задачу позволяют безэховые акустические камеры.

В Муромском институте ВлГУ используется такая простейшая камера, обеспечивающая решение задач как учебного процесса, так и ряда исследований научного характера. Созданная камера имеет размеры в пределах 2 м, 1 м и примерно 0,8 м при вертикальной ориентации. Камера выполнена из панелей, каркас которых основан на применении строительных металлических профилей толщиной 50 мм с заполнением минеральной ватой. На передней стороне камеры имеются две двери, обеспечивающие максимальный доступ во внутренний объём.

С целью выравнивания характеристики камеры и снижения уровня эха внутренняя поверхность покрыта звукопоглощающим материалом (ЗПМ), в качестве которого используется акустический поролон пирамидального и волнообразного профилей. В верхних углах использованы т.н. бас-ловушки уголкового типа, предназначенные для поглощения низкочастотных акустических сигналов.

В качестве излучателей акустического сигнала были применены акустические системы (АС) 15АС-213 от министерскокомплекса «Ода-102». Диапазон воспроизводимых частот - 63...20000 Гц, номинальное электрическое сопротивление 4 Ом, предельная (паспортная) мощность 25 Вт.

Расположение АС – в нижней части камеры, направление излучения – вверх. Для снижения влияния внешних вибраций на АС или их собственных вибраций на конструкцию камеры в целом, системы устанавливались на поролоновую подушку и помещались внутри т.н. бас-ловушек, выполненных из акустического поролона толщиной 250 мм. [1, 2].

Для установления АЧХ камеры были проведены измерения уровня звукового давления (УЗД) в третьоктавных диапазонах частот от 25 до 8000 Гц, на разных уровнях звуковой мощности, сериями с определением среднего (на каждой из частот) по серии значения звукового давления.

Анализ полученных графиков показывает, что в целом АЧХ камеры при разных уровнях мощности имеет одинаковый вид, в частности - разброс от минимальных (630 Гц) до максимальных (80 Гц) значений звукового давления во всех случаях составляет примерно 37 дБ. Имеющийся провал в АЧХ на частоте 630 Гц скорее всего может быть объяснён именно особенностями применяемых в камере акустических систем.

Была проведена модернизация камеры, заключающаяся в замене акустических систем. В качестве излучателей были использованы широкополосные громкоговорители (динамики) типа 10ГДШ-1, предназначенные для закрытых выносных акустических систем бытовой радиоаппаратуры при работе в помещениях. Диапазон частот 63–20000 Гц; звуковое давление 0,8 Па; коэффициент гармоник: на частотах 80–125 Гц - 8%; 200–630 Гц - 5%; 1000–10000 Гц - 3%; сопротивление 4 Ом; паспортная мощность 10 Вт; долговременная мощность 15 Вт; кратковременная мощность 20 Вт; основной резонанс 40 ± 8 Гц [3].

Четыре громкоговорителя 10ГДШ-1 были механически закреплены на панели, выполненной из фанеры толщиной 18 мм. Размеры панели – несколько меньше внутреннего сечения камеры. Динамики расположены симметрично относительно сторон панели. Электрическое соединение – последовательное (два динамика на каждый из каналов), в результате чего общее сопротивление по каждому каналу составляет 8 Ом.

Фактически АС формируется внутренними стенками камеры, включая нижнюю, и панелью с динамиками, играющей роль лицевой панели. Внутренний объём заполнен поролоном, уложенным в несколько слоёв. Громкоговорители защищены от попадания мелких механических элементов (поролоновой крошки) с помощью т.н. москитной сетки.

Динамики, предварительно помещённые в «чулок» из мягкой москитной сетки, закреплены на панели с использованием герметика. Панель уложена на несколько слоёв поролона, обеспечивающего не только увеличение внутреннего акустического сопротивления, но и демпфирование вибрационных колебаний. Сверху динамики закрыты крышками, выполненными из прочной металлической сетки. Кроме того, на лицевой стороне панели закреплены две ручки, предназначенные для установки и демонтажа панели.

Герметичность рабочего объёма обеспечивается слоем герметика, проложенного в зазоре между стенками корпуса и панелью. Кроме того, слой герметика выполняет функции дополнительного виброизолятора.

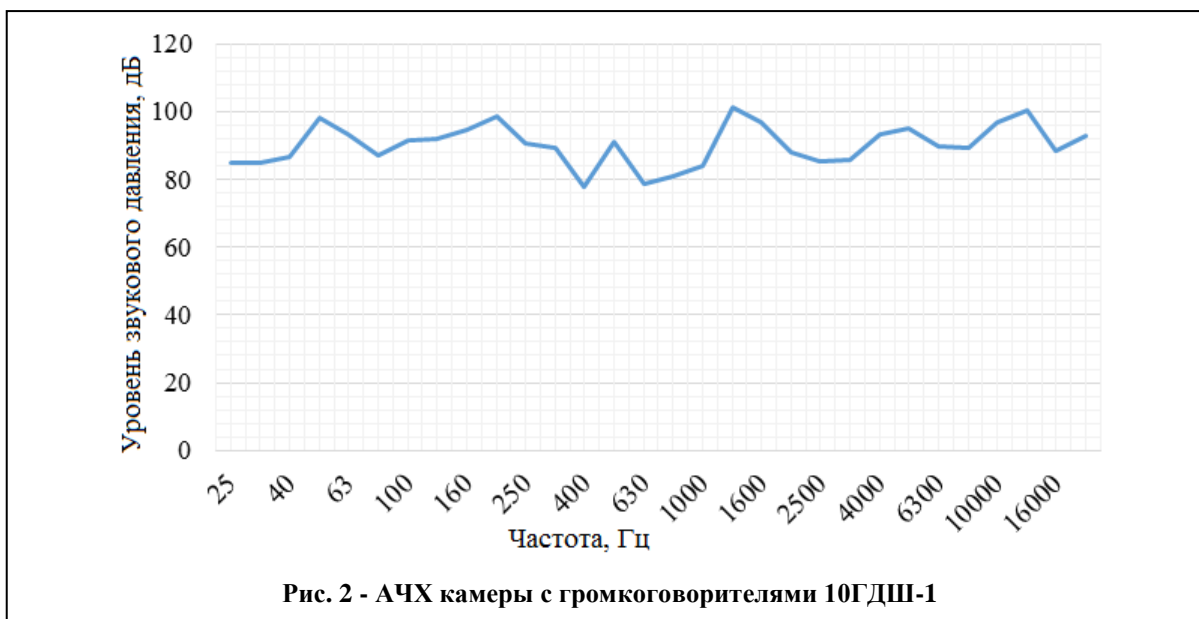
Вид на установленную панель с динамиками показан на рис. 1.



Рис. 1 - Вид на установленную панель с громкоговорителями

Оценка амплитудно-частотной характеристики камеры проводилась с использованием усилителя звуковой частоты «ОДА-102», генератора звуковой частоты TR-0157/002 и шумомера АССИСТЕНТ. Микрофон размещался в верхней части камеры напротив источника звука. Измерения проводились в третьоктавных диапазонах частот на стандартных средневзвешенных частотах в диапазоне от 25 до 20000 Гц.

Была проведена серия измерений, результаты представлены на рис. 2.



Анализ графика показывает, что АЧХ камеры после модернизации имеет более сглаженный вид. Если в исходном состоянии камеры, при использовании акустических систем 15АС-213, неравномерность доходила до 37 дБ, то после модернизации этот параметр уменьшился до 23,5 дБ, причём основной вклад вносит спад значений на частотах 400 и 630 Гц.

Провал АЧХ на этих частотах (особенно 630 Гц) наблюдался и в исходном варианте камеры. Очевидно, это обусловлено конструктивными особенностями самой камеры и в дальнейшем необходимо искать вариант устранения или компенсации такого провала.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что проведённая модернизация лабораторной акустической камеры, заключающаяся в замене источника акустического сигнала, позволила существенно уменьшить неравномерность амплитудно-частотной характеристики по создаваемому звуковому давлению, снизив её на 13,5 дБ. Имеющийся провал характеристики на частотах 400 и 630 Гц обусловлен не влиянием применявшихся ранее акустических систем второго класса 15АС-213, а конструктивными особенностями самой камеры и устранён быть не может в силу её малых внутренних размеров. Возможным вариантом выравнивания характеристики является введение корректирующих амплитудных поправок на этих частотах при формировании звукового сигнала.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-38-00909.

Литература

1. Бадин А.А., Завьялов А.О. Лабораторная заглушённая камера / Международный научный журнал «Символ науки», №6/2016. –С.41-43.
2. Гуськов П.М. Выбор уровня звукового давления в лабораторной акустической камере при исследовании характеристик шумозащитных экранов / Методы и устройства передачи и обработки информации, №19, 2017. –С. 28-31.
3. LD sound. -Режим доступа: <http://ldsound.ru/10-gdsh-1-4-10-gd-36k/>.