

В.В. Булкин

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23.*

Модернизация малогабаритной лабораторной акустической камеры

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. Поскольку в лабораторных условиях создание крупногабаритной камеры практически невозможно, была решена задача создания достаточно негабаритной (малогабаритной) лабораторной камеры, размещение которой возможно в пределах учебной лаборатории.

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. Этот размер выбран исходя из толщины звукопоглощающей минеральной ваты. Для внешней и внутренней обшивки панелей использована фанера. 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 ЗПМ, в качестве которого используется акустический поролон пирамидального и волнообразного профилей. В верхних углах использованы т.н. бас-ловушки углового типа, предназначенные для поглощения низкочастотных акустических сигналов.

Для исследования эффективности шумозащитных экранов предусмотрены направляющие для установки экранирующих конструкций на трёх разных уровнях.

В качестве излучателей акустического сигнала были применены акустические системы (АС) 15АС-213 от министерского комплекса «Ода-102», размещённые в нижней части камеры с установкой в «ложементы», созданные в слое акустического поролона.

Камера активно используется в учебном процессе и обеспечивает проведение исследований акустических шумопоглощающих экранов [1,2,3].

Был выявлен ряд недостатков. Например, особенность конструкции 15АС-213 – наличие акустического фазоинвертора на лицевой панели – создаёт дополнительные шумы, воспринимаемые на слух как знакопеременный поток воздуха («ветер»), что, безусловно фиксируется контрольно-измерительной системой (КИС).

Кроме того, АЧХ самой камеры обладает существенной неравномерностью. Анализ графиков, полученных на различных уровнях звукового давления (УЗД), показывает, что в целом АЧХ камеры при разных уровнях УЗД 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.

Очевидно, что выравнивание АЧХ возможно только при условии замены 15АС-213 на другой тип излучателя.

В качестве излучателей были использованы широкополосные громкоговорители (динамики) типа 10ГДШ-1, предназначенные для закрытых выносных акустических систем бытовой радиоаппаратуры при работе в помещениях. Головка громкоговорителя электродинамического типа, широкополосная, круглая. 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.

Неравномерность АЧХ на средних и высоких частотах составляет 13 дБ, что тоже немало. Однако оформление громкоговорителей в замкнутую конструкцию – АС, особенно с учётом того, что динамик является излучателем не прямого, а компрессионного типа - в конструкцию

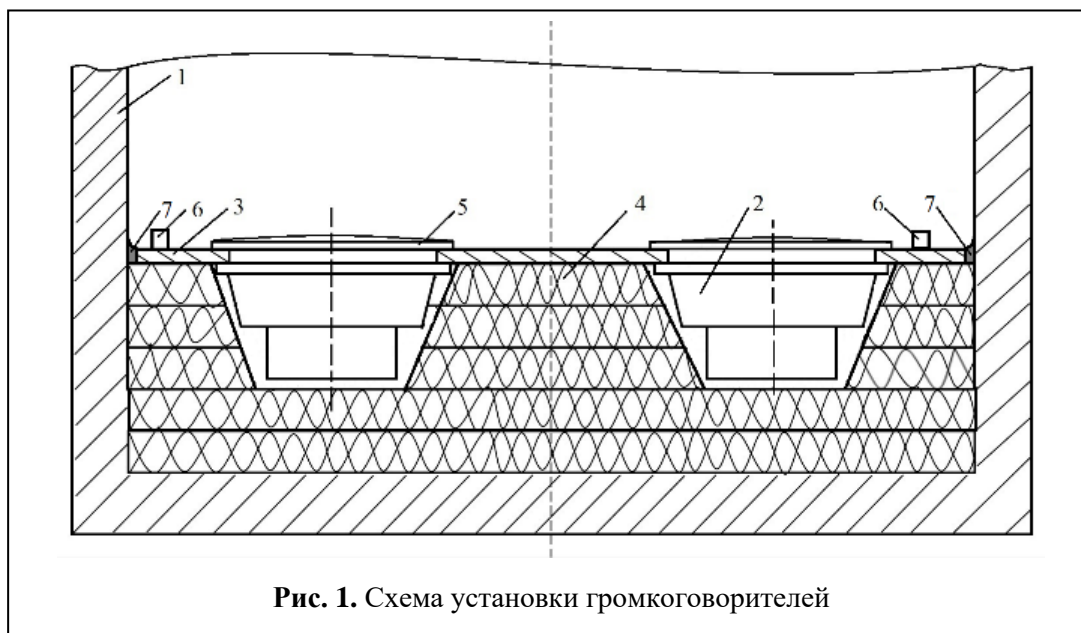
герметичную, приводит к изменению индивидуальных характеристик громкоговорителей, что обеспечивается акустическим оформлением системы.

Для модернизации камеры использовались четыре громкоговорителя 10ГДШ-1, механически закреплённые 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. С учётом классических рекомендаций по акустическому оформлению АС [4,5], внутренний объём заполнен поролоном в несколько слоёв. Громкоговорители защищены от попадания мелких механических элементов (поролоновой крошки) с помощью т.н. москитной сетки.

Схема конструкции АС показана на рис. 5. Стенки камеры 1 состоят из внешнего обрамления в виде фанеры и внутреннего наполнителя - минеральной ваты. Динамики 2, предварительно помещённые в «чулок» из мягкой москитной сетки, закреплены на панели 2 с использованием герметика. Панель 3 уложена на несколько слоёв поролона 4, обеспечивающего не только увеличение внутреннего акустического сопротивления, что важно для громкоговорителей компрессионного типа, но и демпфирование вибрационных колебаний. Сверху динамики закрыты крышками 5, выполненными из прочной металлической сетки. Кроме того, на лицевой стороне панели закреплены две ручки 6, предназначенные для установки и демонтажа панели.

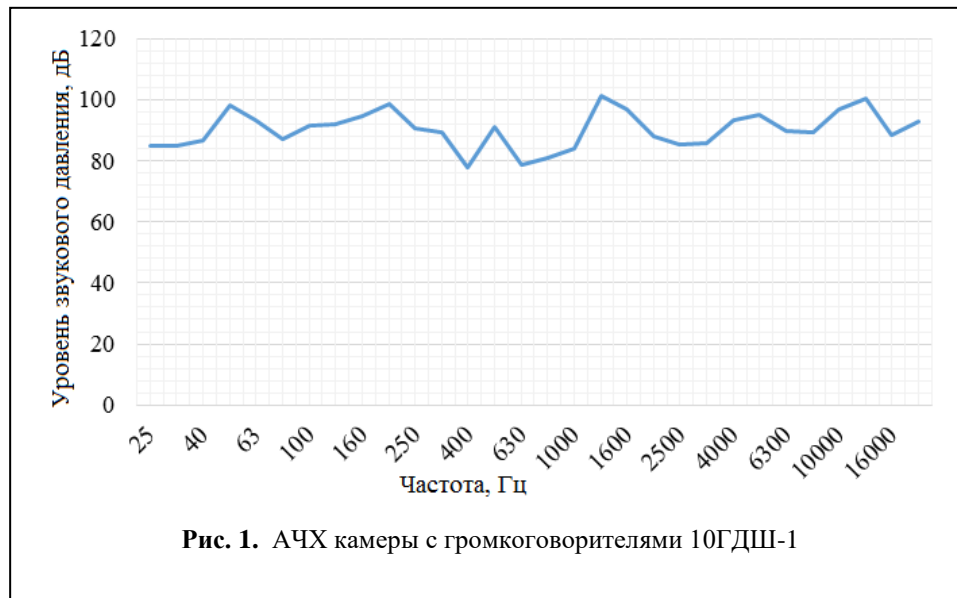
Герметичность рабочего объёма обеспечивается слоем герметика 7, проложенного в зазоре между стенками корпуса 1 и панелью 3. Кроме того, слой герметика выполняет функции дополнительного виброизолятора.



После установки панели её верхняя поверхность была закрыта акустическим поролоном с отверстиями в местах установки динамиков. В углах по узкой стороне были установлены угловые бас-ловушки, аналогичные тем, что установлены в верхней части камеры.

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 из пяти измерений, что для данного случая может считаться достаточным [6]. Поскольку значения уровней звукового давления на каждой частоте в каждой серии отличались стабильностью и размах значений был менее 3 дБ, обработка результатов проводилась определением среднеарифметического значения по каждой частоте. Результаты анализа 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.

Литература

1. Булкин В.В., Калинин М.В. Предварительные результаты построения и проверки лабораторной заглушённой камеры / NOISE THEORY AND PRACTICE. Том 2 №2 (II. 2016). -С. 19-26.
2. Бадин А.А., Завьялов А.О. Лабораторная заглушённая камера / Международный научный журнал «Символ науки», №6/2016. -С.41-43.
3. 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.
4. Справочник по акустике / Иофе В. К., Корольков В. Г., Сапожков М. А. Под. ред. М.А. Сапожкова. -М.: Связь, 1979. -312 с.
5. Эфрусси М.М. Громкоговорители и их применение. -М.: Энергия, 1976. -144 с.
6. Инженерная и санитарная акустика. Сборник нормативно-методических документов. В 2 томах. -СПб.: Компания «Интеграл», 2008.