

Результаты исследования шумопоглощающих экранов на основе резонаторов Гельмгольца в лабораторной акустической камере

А.А. Балашова, П.М. Гуськов, Т.С. Шеронова

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

По данным официальных органов в РФ более 35 млн. человек проживает в условиях акустического дискомфорта, когда в дневное время уровень шума превышает допустимые значения на 25 дБА [1]. Так, по данным территориального органа государственной статистики по Владимирской области в городе Муроме на 110000 населения на период 2015 года насчитывалось более 43 тысяч автомобилей. А уже в 2016 году эта цифра превалила за 50 тысяч [2]. В результате, превышение уровня санитарных норм при интенсивном движении автотранспорта в ряде зон Мурома достигает 22-28 дБ [3]. При этом шум, возникающий на проезжей части магистрали, распространяется не только на примагистральную территорию, но и вглубь жилой застройки.

Целью доклада является анализ предварительных результатов исследования лабораторного макета шумопоглощающего экрана на основе резонаторов Гельмгольца.

Одним из наиболее эффективных строительно-акустических средств защиты от транспортного шума селитебной территории и застройки является сооружение придорожных шумозащитных акустических экранов (АЭ). Акустический экран, это плотная преграда, которая устанавливается на пути распространения звука к защищаемому от шума объекта [4].

В зависимости от физического принципа подавления шума акустические экраны классифицируют на отражающие и отражающе-поглощающие.

Транспортные акустические экраны устанавливаются между линейным источником шума (автодорога с транспортом) и защищаемым объектом. За акустическим экраном образуется звуковая тень, в которой обеспечивается снижение звука экраном.

Плохо проработанным вопросом остаётся проблема возможного увеличения интенсивности уровня шума в зоне перед экраном в результате отражения падающего на экран акустического шума. В данной работе исследовался шумопоглощающий экран, обеспечивающий не отражение, а именно поглощение падающего на экран сигнала.

Основу такого поглощающего экрана может составлять набор резонаторов Гельмгольца, представляющих собой в простейшем виде сосуд с горловиной в виде трубы. В целом резонатор Гельмгольца является колебательной системой с одной степенью свободы и поэтому способен «отзываться» только на одну единственную частоту, соответствующую его собственной резонансной частоте. При этом он способен как усиливать звуковые колебания на своей резонансной частоте, так и ослаблять их.

Для проведения исследований использована лабораторная модель акустического экрана щелевого типа [5]. Экран выполнен из алюминиевого сплава и состоит из двух частей: основной несущей (базовой), на которой сформирована коробчатая конструкция, и коробчатой крышки, которая достаточно плотно «надевается» на несущую часть.

Горловины образуются использованием стандартных уголков из алюминиевого сплава с размером профиля 15 мм. Регулировка зазора обеспечивается перемещением уголков по внешней поверхности коробчатой конструкции с фиксацией винтами. Размер зазора устанавливается с помощью измерительных щупов для регулирования зазоров. Диапазон вариаций зазоров – от 0,5 до 5 мм. Кроме того, имеется возможность регулирования внутреннего объёма (глубины) резонатора. Диапазон изменения глубины – от 45 до 60 мм.

Оценка работы экрана проводилась в лабораторной акустической камере [6]. Измерения проводились в третьоктавных диапазонах на средневзвешенных частотах 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 400; 500; 630; 800; 1000; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000; 5000; 6300; 8000 Гц. В качестве измерительного прибора использовался шумомер ВШВ-003, микрофон которого находился подвешенном состоянии с ориентацией микрофонным капсюлем в сторону экрана. Также использовался стандартный генератор звуковой частоты.

Оценка степени ослабления проводилась для случая поглощения сигнала, падающего экраном с резонаторами, в сопоставлении со случаем падения такого же сигнала на экран с глухой стенкой.

Оценки изменения уровней сигнала показаны на рис. 1. Положительное значение по шкале ординат означает ослабление уровня звукового сигнала при использовании акустического экрана со щелевыми зазорами в сопоставлении с глухой стенкой экрана. Соответственно, отрицательное значение указывает на увеличение уровня сигнала, т.е. на резонанс на данной частоте. Таким образом, можно говорить об ослаблении сигнала в зоне перед экраном.

Рабочая глубина резонаторов – 45 мм. При величине щелевых зазоров 0,5 мм (рис. 1,а) имеется преимущественно положительный результат – ослабление сигнала. Вместе с тем, на ряде частот (250, 3150, 5000 и 8000 Гц) наблюдается явно выраженный резонанс, т.е. не ослабление, а увеличение уровня звукового давления.

При величине щелевых зазоров 1,0 мм (рис. 1,б) также имеется преимущественно положительный результат, однако число резонансных проявлений увеличилось (наиболее ярко на частотах 160, 250, 5000 и 8000 Гц).

При величине зазоров 1,5 мм (рис. 1,в) картина в целом сходная с предыдущим вариантом, но число резонансов несколько менее.

При дальнейшем увеличении зазоров практически во всём диапазоне наблюдаются явно выраженные резонансные явления при отдельных несущественных проявлениях положительного эффекта. Характер поведения экрана при этих величинах зазоров показан на рис. 1,г (максимальное значение зазора - 5,0 мм).

На данном этапе работы можно сформулировать следующие выводы:

1) применение акустических экранов на основе резонаторов Гельмгольца в целом обеспечивает получение положительного результата – ослабления уровня акустического шума;

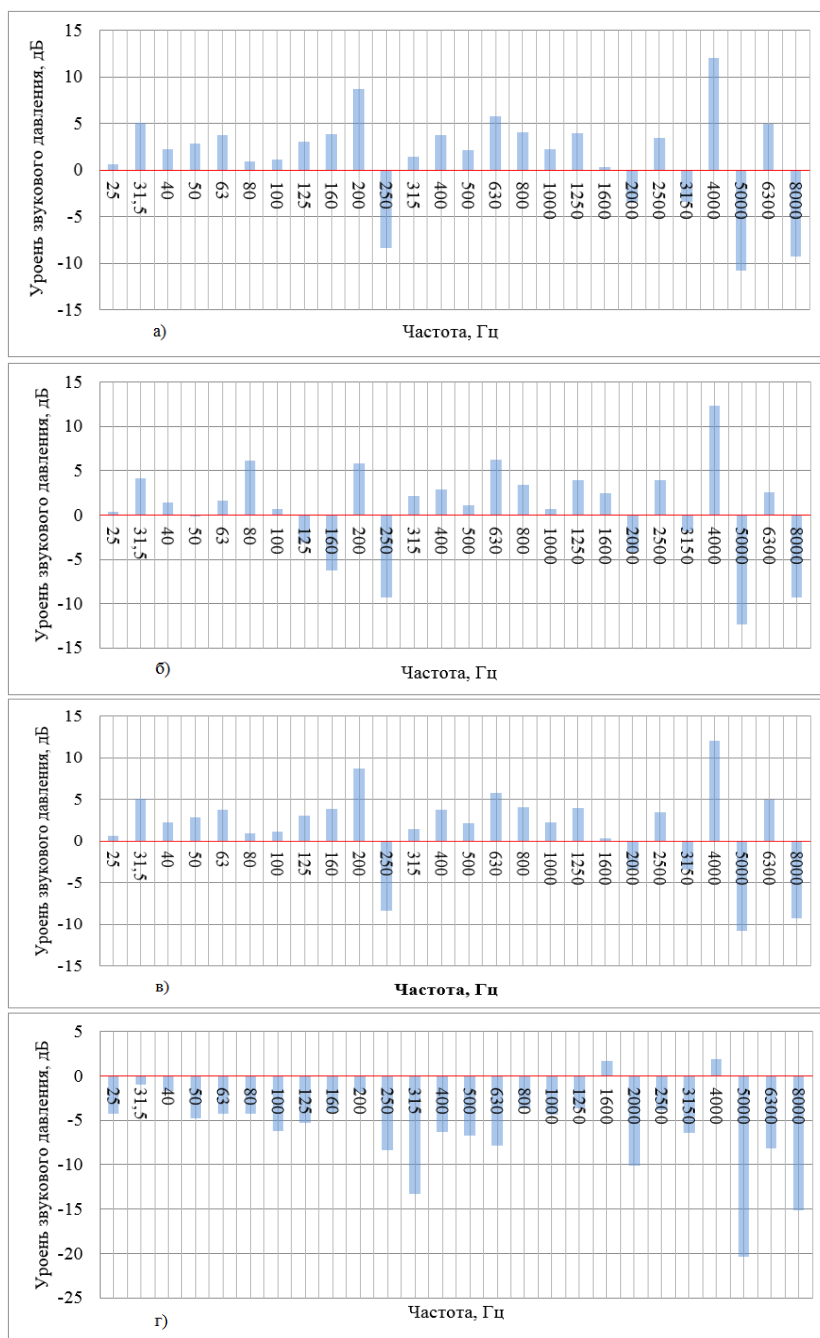
2) для конкретной территории городской среды необходимо осуществлять анализ с целью «подбора» конструктивных параметров экрана, чтобы исключить возникновение резонансных явлений;

3) применительно к конкретным условиям исследований можно сказать, что наиболее положительный результат достигается при величине зазоров 1,0 и 1,5 мм. Очевидно, что дальнейшие исследования следует вести в области значений зазоров около и между этими величинами. Кроме того, следует учесть наличие ещё одной переменной, влияющей на резонансную частоту резонатора Гельмгольца – глубину внутренней полости.

Литература

1. Bulkin V.V. Ecological and meteorological monitoring urbanized areas / The scientific heritage, № 10 (10), 2017. –P.45-48.
2. Bulkin V.V., Borisova D.A. Assessment of carbon oxide on streets of Murom / The scientific heritage, № 10 (10), 2017. –P.49-52
3. Булкин В.В. Акустическое загрязнение промышленных городов (на примере г. Мурома) / Экологические системы и приборы, №1, 2016. –С.18-21.

4. Булкин В.В., Калиниченко М.В., Штыков Е.А., Фильков Д.Е. К вопросу об использовании шумопоглощающих средств на техногенных пространствах / Вестник Тамбовского госуд. ун-та, т.19, вып.5, 2014. –С.1388-1392.
5. Калиниченко М.В., Булкин В.В. Шумопоглощающие экраны на основе резонаторов Гельмгольца: возможности применения для снижения уровня шума // Защита от повышенного шума и вибрации: сборник докладов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 21-23 марта 2017 г., СПб / Под ред. Н.И. Иванова. – СПб.: 2017. – С.412-419.
6. Булкин В.В., Калиниченко М.В. Предварительные результаты построения и проверки лабораторной заглушённой камеры / NOISE THEORY AND PRACTICE. Том 2 №2 (II. 2016). -С. 19-26.



а) $b=0,5$ мм; б) $b=1,0$ мм; в) $b=1,5$ мм; г) $b=5$ мм.

Рис. 1. Гистограммы поглощения сигнала при заданных зазорах