

УДК 502.7

## К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ШУМОПОГЛОЩАЮЩИХ СРЕДСТВ НА ТЕХНОГЕННЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

© В.В. Булкин, М.В. Калинин, Е.А. Штыков, Д.Е. Фильков

*Ключевые слова:* шум; шумозащитный экран; резонатор.

Представлены результаты исследований применения шумозащитных экранов различных типоразмеров и конструкций. Рассчитана эффективность снижения уровня акустической нагрузки в случае применения шумопоглощающих средств, спроектированных на основе резонатора Гельмгольца. Проведенное моделирование позволяет считать, что такие шумопоглощающие средства могут применяться в условиях урбанизированных, техногенных зон.

### ВВЕДЕНИЕ

Акустическое загрязнение среды обитания человека – это сложная комплексная, требующая больших усилий и средств, проблема. Источники шума весьма разнообразны и нет единого способа, метода борьбы с ними. Тем не менее, существуют эффективные средства борьбы с шумом.

До недавнего времени основное внимание при анализе акустического шума на городских территориях уделялось непосредственной регистрации этого шума и анализу его характеристик. В последнее время актуальной становится задача снижения уровня шума активными методами на селитебных территориях, обусловленная возросшим количеством автомобильного транспорта.

Проанализировав существующие методы борьбы с шумом, можно обозначить четыре основных группы [1].

1. Уменьшение шума в источнике. На практике данный метод реализуется с помощью конструктивных и технологических мер, которые позволяют создавать механизмы и агрегаты с низким уровнем шума.

2. Звукоизоляция представляет собой комплекс мероприятий по снижению уровня шума, проникающего в помещение извне, т. е. ослабление шума с помощью поглощающих материалов.

3. Строительно-планировочные мероприятия. Увеличение расстояния между источником шума и защищаемым объектом, применение акустически непрозрачных экранирующих элементов (откосов, стен и зданий-экранов), создание специальных шумозащитных полос озеленения, применение шумопоглощающих покрытий, использование различных приемов планировки, рационального размещения микрорайонов. Кроме того, строительно-планировочными мероприятиями являются рациональная застройка магистральных улиц, максимальное озеленение территории микрорайонов и разделительных полос, использование рельефа местности и др.

4. Инженерно-технические средства. Акустические экраны и резонансные поглотители различных типов и другие шумозащитные сооружения.

В данной статье особое внимание уделено исследованию и разработке инженерно-технических средств. Применение таких средств позволят осуществлять борьбу с шумом в уже существующих населенных пунктах, микрорайонах с уже сформировавшейся инфраструктурой.

Целью работы является анализ имеющихся методов и инженерно-технических средств борьбы с шумом на открытых техногенных пространствах и предложения по их усовершенствованию.

### СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ШУМОПОГЛОЩЕНИЯ

Наиболее эффективными инженерно-техническими средствами являются акустические экраны и резонансные поглотители различных типов.

Шумозащитные экраны (или, как их часто называют, акустические экраны) предназначены для защиты населения от вредного звукового воздействия, исходящего от железнодорожных и автомобильных магистралей, строительных площадок, промышленного оборудования и других источников шума [2].

Шумозащитный экран – конструкция, возводимая для уменьшения шума, располагаемая, как правило, на высокоскоростных магистралях, проходящих мимо жилых и офисных районов. Установка экрана может уменьшать шумовое загрязнение на 30–40 дБ [2]. Установка таких конструкций экономически обоснована в густонаселенных районах, где трассирование дороги на расстоянии от жилых и офисных зданий невозможно.

Барьеры обычно выполнены в виде панелей с несущими балками слева и справа, есть возможность выполнения проемов для проезда автотранспорта или прохода пешеходов. Обычно вверху панели загнуты в сторону источника шума или наклонены в сторону источника. Таким образом, уменьшается угол, под которым шум выходит в окружающую среду.

Согласно [1], шумозащитные экраны делятся на несколько видов:

а) по типу защиты от шума: звукопоглощающие, звукоотражающие, комбинированные;

б) по светопрозрачности: прозрачные, тонированные, непрозрачные, с прозрачными вставками;

в) по функциональному назначению: шумопоглощающие непрозрачные, шумоотражающие прозрачные.

В зависимости от типа экрана используются различные материалы, такие как оргстекло, полиметилметакрилатное и многослойное стекло, перфорированный металлический лист со звукопоглощающей задней стенкой и др.

Прозрачные барьеры позволяют не нарушать облик города, а также повысить безопасность движения за счет большего угла обзора, лучшей освещенности трассы, а также водители и пешеходы могут визуальнее наблюдать известные им городские ориентиры. Комбинированные экраны с прозрачными вставками уменьшают усталость водителей, т. к. однотонность трассы негативно сказывается на их реакции, более того, водитель может уснуть за рулем или не ощущать реальной скорости движения.

Ограждение возможно двумя способами:

1) изолировать источник шума – экран со стороны жилых домов или при необходимости с обеих сторон вдоль автодороги или железнодорожных путей;

2) изолировать объект шумления – со стороны трассы (с двух-трех сторон) или при необходимости построить замкнутый (со всех сторон) барьер.

Недостатки шумозащитных экранов:

1) создает ощущение ограниченности пространства для водителей;

2) уменьшение освещенности и ограничение обзора, искажение цвета и изображения;

3) ограничивает шаговую доступность этого участка трассы (в случае необходимости немедленной помощи или если нужно оперативно покинуть участок трассы), делит местность на два участка (особенно актуально для железнодорожных путей);

4) дороговизна материалов – в среднем от 3 до 10 тыс. руб. за м<sup>2</sup> без учета работ по установке, причем для эффективной защиты от шума рекомендуется высота не менее 4 м и с запасом по длине – 5 м с обеих сторон;

5) при установке отражающих панелей сила звука практически не снижается, а лишь меняет направление, что создает направленный поток под углом к линии вертикали, который оглушает жителей верхних этажей, пролетающих птиц и создает повышенную вибрацию воздуха над дорогой.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ШУМОЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ

Для выбора конкретных зон, подлежащих шумозащите, был проведен анализ шумовой обстановки в городе Муроме, выявлены наиболее «нагруженные» акустическим шумом участки. Подробно результаты исследований представлены в [3].

Согласно [4], при превышении уровня звука на 15–20 дБА для снижения транспортного шума можно использовать специальные шумозащитные сооружения. Поэтому, учитывая особенности выбранных территорий, были проведены расчеты экранов, которые предлагалось устанавливать на полосе отвода автомобильной дороги. Конструкции шумозащитных экранов предлагалось выполнять из наиболее подходящих по акустическим и затратным характеристикам материалов – дерева или металла. Согласно данным, приведен-

ным в [5], в данных условиях высота экранов составила 9 м.

Расчеты показывают, что применение таких экранов эффективно: возможное снижение уровня шума применительно к трем выбранным зонам может составлять от 27,9 до 45,1 дБ. Однако перечисленные выше недостатки таких решений практически исключают их применение в селитебных зонах.

Более актуальным для снижения акустической нагрузки может быть использование резонансных шумопоглощающих устройств на основе резонатора Гельмгольца. Возможное применение таких устройств описано в [6].

Проведенные в простейших лабораторных акустических камерах исследования показали, что применение защитных устройств в виде резонаторов может обеспечивать снижение уровня шума до 5–6 дБ. Вместе с тем имеют место резонансные явления, приводящие к усилению акустического сигнала, на отдельных частотах до 4–5 дБ.

Вывод, который был сделан по результатам исследований, основывается на необходимости использования полигармонических конструкций, включающих набор резонаторов, настроенных на разные частоты [7–8].

Защитные функции, выполняемые экраном, будут дополняться поглощением падающей на экран звуковой волны, что обеспечит снижение уровня отражаемого сигнала, т. е. будет способствовать решению задачи защиты урбанизированных территорий от акустического загрязнения.

Экспериментальная проверка осуществлялась методом моделирования отражения сигнала в присутствии экрана. Исследование проводилось с использованием шумомера ВШВ-003-МЗ.

Измерения проводились в диапазоне частот максимальной чувствительности уха человека, т. е. для интервала от 1000 до 4000 Гц. В отступление от требований стандартов анализ проводился с шагом в 100 Гц.

Наибольший интерес представляет моделирование работы экрана по ослаблению отраженного сигнала (рис. 1–4). Экран представлял собой короб плоской формы с двумя вариантами передней панели: в виде плоской глухой стенки и в виде панели с щелевыми прорезями. Также внутри короба модели для улучшения звукопоглощения был применен демпфирующий материал.

Результаты моделирования с использованием таких вариантов экрана (рис. 1) показывают, что наряду с ослаблением уровня отраженного сигнала (до 8 дБ) имеются и случаи усиления (до 16 дБ), очевидно, в силу наступления резонанса. В трех других случаях (рис. 2–4) имеет место наиболее ярко выраженное ослабление сигнала.

Полученные результаты показывают:

1) применяемый метод моделирования не может претендовать на абсолютность получаемых результатов, однако он позволяет оценить принципиальную возможность получения эффекта от применения подобных конструкций;

2) решение задачи ослабления сигнала за границей преграды (шумопоглощающего экрана) требует дополнительных исследований, может быть – изменения конструкции экрана;

3) можно считать обоснованным утверждение о том, что сигнал, отраженный от экрана с использованием резонаторов, в большинстве случаев имеет меньший уровень интенсивности.

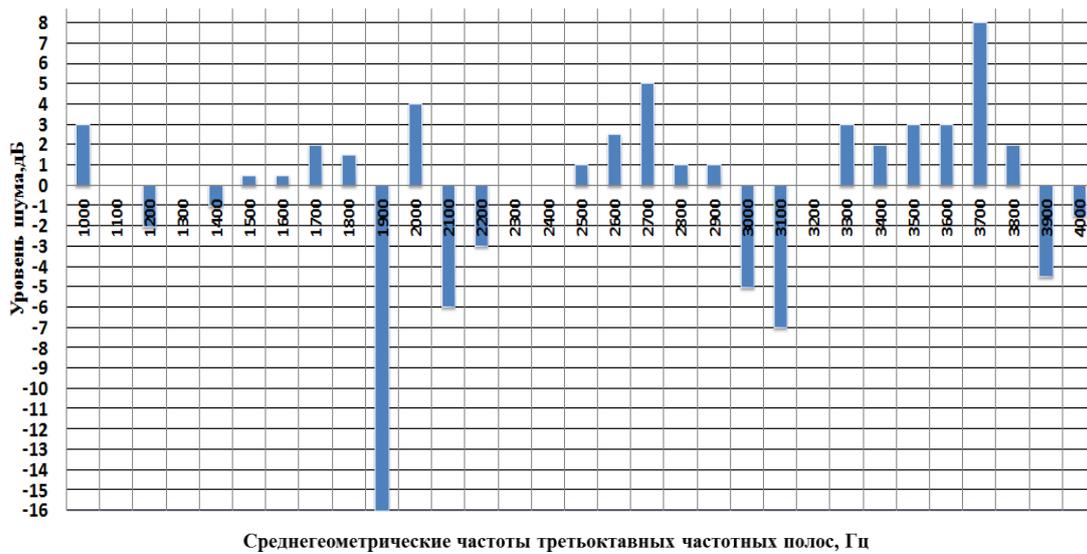


Рис. 1. Результаты экспериментов с экраном 1

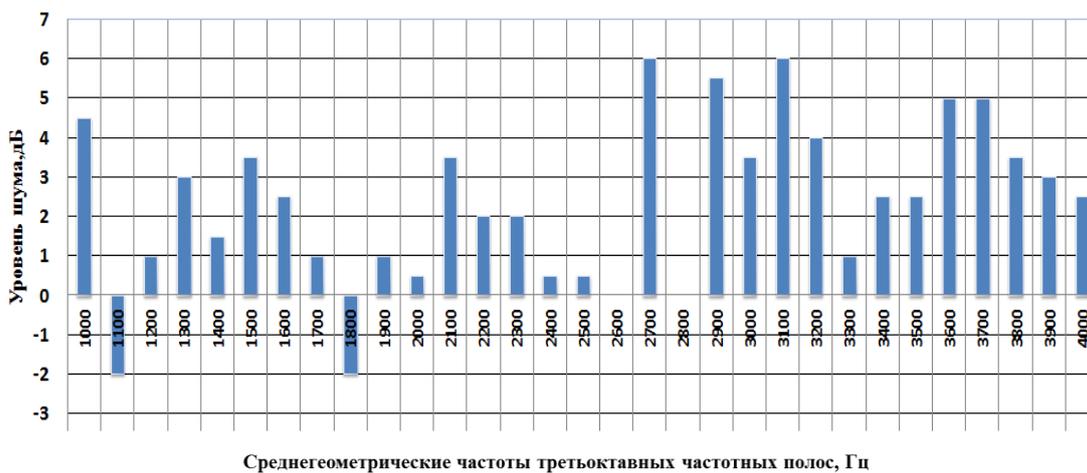


Рис. 2. Результаты экспериментов с экраном 2

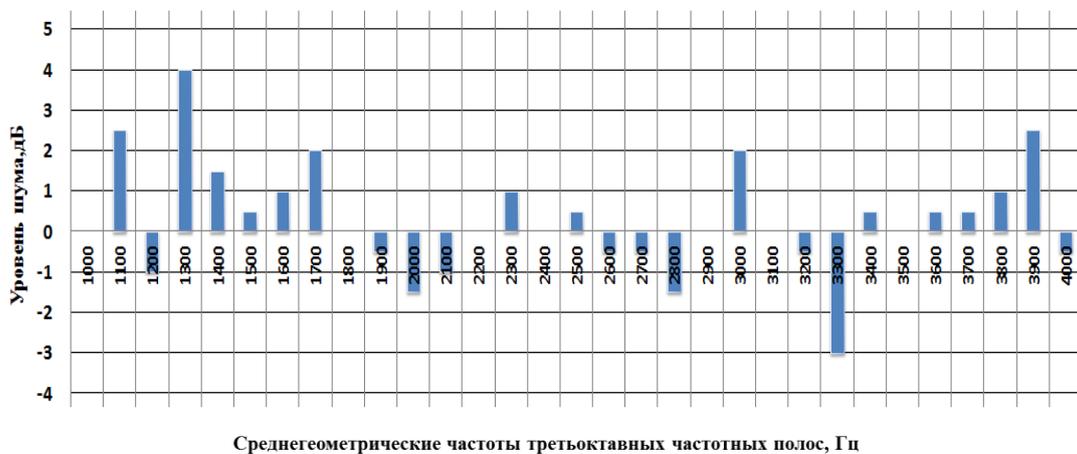


Рис. 3. Результаты экспериментов с экраном 3

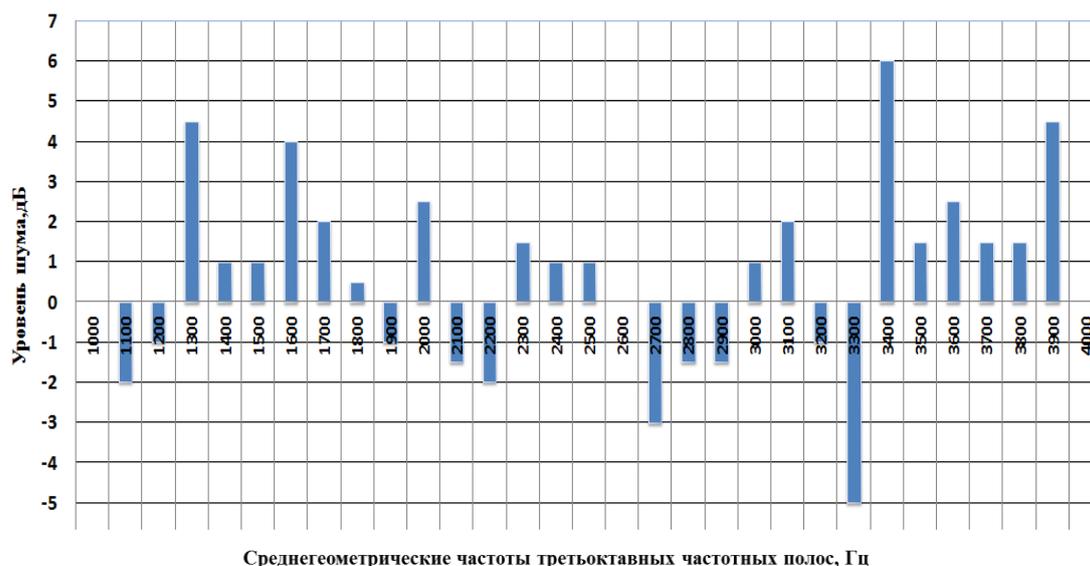


Рис. 4. Результаты экспериментов с экраном 4

## ВЫВОД

Проведенное моделирование позволяет считать, что шумопоглощающие экраны на основе резонаторов Гельмгольца могут применяться в условиях техногенных зон, когда необходимо решить задачу снижения уровня шума на площадках, на которых сосредоточены источники шума и имеются заграждения. Применение таких экранов позволит снизить уровень отраженного сигнала и, тем самым, уменьшить общий уровень зашумленности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по оценке необходимого снижения звука у населенных пунктов и определению требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения. М.: РОСАВТОДОР, 2003. 90 с.
2. Пособие к МГСН 2.04-97. Проектирование защиты от транспортного шума и вибраций жилых и общественных зданий. М.: Госстандарт, 1999.
3. Калиниченко М.В. Некоторые аспекты проблемы загрязнения урбанизированных территорий автотранспортом (на примере г. Муром) // Экология и промышленность России. 2012. № 12. С. 54-59.

4. ОДМ 218.2.013-2011. Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам от 8.12.2011. М.: РОСАВТОДОР, 2011. 65 с.
5. Калиниченко М.В. Разработка шумозащитных мероприятий урбанизированной территории // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2013. Т. 18. Вып. 3. С. 875-878.
6. Калиниченко М.В. Некоторые аспекты применения резонансных поглотителей на урбанизированных территориях // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2013. № 4. С. 18-24.
7. Патент ПМ № 139581 РФ, МПК E01F8/00. Шумопонижающий экран / Булкин В.В., Калиниченко М.В., Фильков Д.Е., Штыков Е.А. Оpubл.: 20.04.2014.
8. Патент ПМ № 139578 РФ, МПК E01F8/00. Шумопоглотитель / Булкин В.В., Калиниченко М.В. Оpubл.: 20.04.2014.

Поступила в редакцию 6 июня 2014 г.

Bulkin V.V., Kalinichenko M.V., Shtykov E.A., Filkov D.E.  
ON QUESTION ABOUT THE USE OF ABSORPTION OF FUNDS ON MAN-MADE SPACES

The paper presents research results of the application of noise screens of various sizes and designs. The calculated reduction of the level of acoustic loads in case of application of absorption of funds designed on the basis of the Helmholtz resonator. The modeling suggests that such sound-proofing tools can be applied in urbanized, industrial zones.

*Key words:* noise; noise screen; resonator.

Булкин Владислав Венедиктович, Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Муром, Владимирская область, Российская Федерация, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры техносферной безопасности, e-mail: vvbulkin@mail.ru

Bulkin Vladislav Venediktovich, Murom Institute (Branch) of Vladimir State University named after Alexander and Nicholay Stoletovs, Murom, Vladimir region, Russian Federation, Doctor of Technics, Associate Professor, Professor of Technoshperic Security Department, e-mail: vvbulkin@mail.ru

Калиниченко Марина Валерьевна, Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Муром, Владимирская область, Российская Федерация, старший преподаватель кафедры техносферной безопасности, заместитель декана по учебной работе, e-mail: marinakali@mail.ru

Kalinichenko Marina Valeryevna, Murom Institute (Branch) of Vladimir State University named after Alexander and Nicholay Stoletovs, Murom, Vladimir region, Russian Federation, Senior Lecturer of Technoshperic Security Department, Vice Dean for Academic Affairs, e-mail: marinakali@mail.ru

Штыков Евгений Андреевич, Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета и м. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Муром, Владимирская область, Российская Федерация, студент машиностроительного факультета, e-mail: shtikov92@mail.ru

Shtykov Evgeniy Andreyevich, Murom Institute (Branch) of Vladimir State University named after Alexander and Nicholay Stoletovs, Murom, Vladimir region, Russian Federation, Student of Machine Building Faculty, e-mail: shtikov92@mail.ru

Фильков Денис Евгеньевич, Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Муром, Владимирская область, Российская Федерация, студент машиностроительного факультета, e-mail: Fil\_92@mail.ru

Filkov Denis Evgenyevich, Murom Institute (Branch) of Vladimir State University named after Alexander and Nicholay Stoletovs, Murom, Vladimir region, Russian Federation, Student of Machine Building Faculty, e-mail: Fil\_92@mail.ru