

Калиниченко М.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail: marinakali@mail.ru*

Испытание модульного шумозащитного экрана

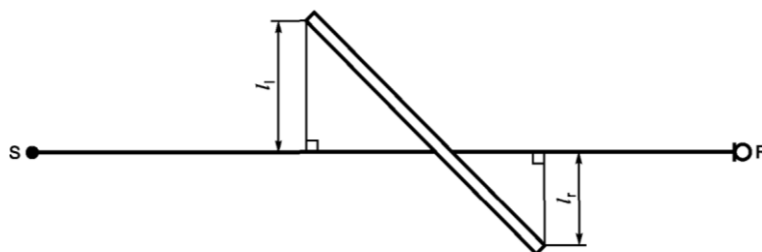
Интенсивная хозяйственная деятельность, особенно на урбанизированных территориях, рост количества автотранспортных средств, привели к увеличению акустической нагрузки на жителей городов. Уровень шума от промышленных предприятий обычно ниже транспортного, однако особенности его характеристик (тональность, ударный, импульсивный, высокочастотный и т.п.) более вредны для здоровья населения [1]. Все эти источники формируют неблагоприятную акустическую среду, которая негативно воздействует на здоровье человека.

В связи с этим вспоминаются слова Роберта Коха (1843-1910) «Когда-нибудь человеку придётся ради своего существования так же упорно бороться с шумом, как он борется сейчас с холерой и чумой», подтверждающие актуальность рассматриваемой темы.

Существует множество, вполне эффективных, методов борьбы с шумом, одним из которых является метод звукоизоляции защищаемого объекта. В отечественной нормативной документации [2] разработаны модели акустических экранов, которые служат преградой между источником шума и защищаемым объектом.

Согласно [2], экранирующим препятствием является объект, если:

- поверхностная плотность его не менее 10 кг/м^2 ;
- поверхность его сплошная (без больших разрывов или просветов);
- горизонтальный размер экрана в направлении, перпендикулярном к линии, соединяющей источник и приемник, более длины звуковой волны λ с частотой, равной среднегеометрической частоте октавной полосы, т.е. $l_1 + l_2 > \lambda$ (см. рис.1).



S – источник шума; R – приемник

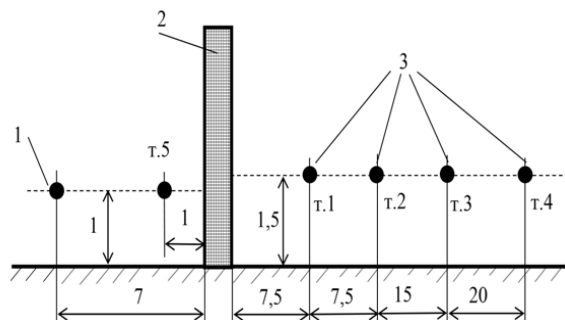
Рис. 1. Акустический экран, вид сверху

За акустическим экраном (АЭ) формируется зона акустической тени, где и наблюдается существенное снижение звукового давления. Очевидно, что степень ослабления звуковой волны зависит от характеристик акустического экрана, таких как его высота, ширина, толщина, плотность материала и конструктивные особенности конструкции и др. [3,4 и др.]. Следовательно, важным является изучение характера влияния свойств экрана на его шумозащитные характеристики.

Для проведения эксперимента был создан макет лабораторного АЭ экрана, с помощью которого можно формировать конструкцию на основе сочетания отдельных модулей. Конструкция экрана основана на сочетании вертикально установленных несущих стальных стоек закрепленных в грунте и смонтированных на этих стойках сменных модулей. Сменные модули имеют размер 1520×1520 мм, определяемый размерами фанерных листов, использованных при их изготовлении. Основу модуля составляет каркас из брусков, внутренний объём заполнен поролоном, выполняющим функции звукопоглощающего

материала. С одной стороны глухая стенка образована листом фанеры, с другой поролоновые листы закрыты сеткой и рейками, в результате чего образуется щелевая структура.

Структура экрана предусматривает установку боковых откосов для исключения дифракции звука на боковых рёбрах основного экрана. Длина основной части экрана 9 метров, высота 3 метра. АЭ устанавливался на открытом пространстве, перед трехэтажным зданием. Измерения проводились в пяти точках (четыре точки за АЭ, одна точка перед АЭ). Схема расположения точек измерения показана на рис. 2. Расстояние 7 метров от ИШ до АЭ определяется требованиями стандарта [5] в части контроля уровня шума от автотранспорта. Расстояние до точек измерений (ТИ) определялось планировочными возможностями территории эксперимента. Модули, составляющие структуру экрана, были установлены глухой стороной в направлении источника шума, что предполагает ощутимое отражение от экрана звуковой волны.



1 – Источник шума; 2 – Акустический экран; 3 – Точки измерений

Рис. 2. Схема расположения точек контроля УЗД

Для формирования акустического сигнала использовались усилитель InvoTone 1500 и две акустические системы (АС) Delta 4215, обеспечивающие, при номинальной мощности звукового сигнала 500 Вт, максимальный уровень звукового давления (УЗД) до 124 дБ на расстоянии 1 метра от АС.

При оценке эффективности экрана использовался принцип сравнения результатов измерения с исходной АЧХ звукоусилительной системы. Такой подход позволяет взаимно компенсировать все «паразитные» шумы и сигналы, вызванные дифракцией и огибанием экрана звуковой волной, выделив непосредственно изменения основного сигнала.

В силу этого, а также шумового характера используемого акустического сигнала, на каждой рабочей частоте определялось значение изменения ΔL_f УЗД в ТИ в сравнении с АЧХ исходного сигнала

$$\Delta L_f = L_f^{АЧХ} - L_f^{ТИ}, \quad (1)$$

где $L_f^{АЧХ}$ – УЗД на частоте f на расстоянии 1 метр от АС (т.5); $L_f^{ТИ}$ – УЗД на частоте f в рассматриваемой точке измерения.

В качестве контрольно-измерительного средства использовался шумомер I класса АССИСТЕНТ. Для получения более полной картины контроль осуществлялся в третьоктавных диапазонах в линейном режиме измерения. В каждой из точек фиксировалось пять групп значений уровня звукового давления на каждой из средневзвешенных частот, после чего среднее значение по частотам вычислялось по соотношению [6]

$$L_{fcp} = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right), \quad (2)$$

где L_{fcp} – среднее значение УЗД на частоте f ; i – число измерений на данной частоте (в нашем случае $i=1 \dots 5$); L_i – зафиксированное значение УЗД на конкретной частоте в i -том измерении.

Результаты представлены на рис. 3. Разностные кривые приведены для всех пяти ТИ. Кривая 5 характеризует АЧХ в зоне перед экраном (т.5 на расстоянии 1 метр от него).

Анализ полученных зависимостей позволяет сделать вывод о высокой эффективности применённого экрана. Так, в диапазоне частот от 200 до 5000 Гц ослабление шума находится на уровне 60 дБ, уменьшаясь за пределами этого диапазона. Кривая, характеризующая АЧХ в т.5

(зона перед экраном) показывает, что в рассматриваемом диапазоне УЗД на 9-18 дБ (соответственно, частоты 3150 и 200 Гц) меньше исходной АЧХ, а в диапазоне 315-2000 Гц УЗД превышает 100 дБ. Разумеется, в т.3 и т.4 существенный вклад в ослабление вносит расстояние. Однако анализ изменения шума на низких частотах показывает более существенное изменение УЗД ΔL_f в т.1 (зона акустической тени) в сравнении с т.2, а тем более с т.3 и т.4. Так, на частоте 25 Гц в т.1 фиксируемое снижение уровня шума составляет 18 дБ, а уже в т.2 – всего 2 дБ, на частоте 63 Гц – 28 и 19 дБ, на частоте 125 Гц – 31 и 21 дБ, и т.д. Очевидно, что во втором случае уже проявляется влияние дифракции и огибания экрана звуковой волной. Повышение уровня ослабления на этих частотах в т.4 следует отнести к общему ослаблению сигнала с расстоянием.

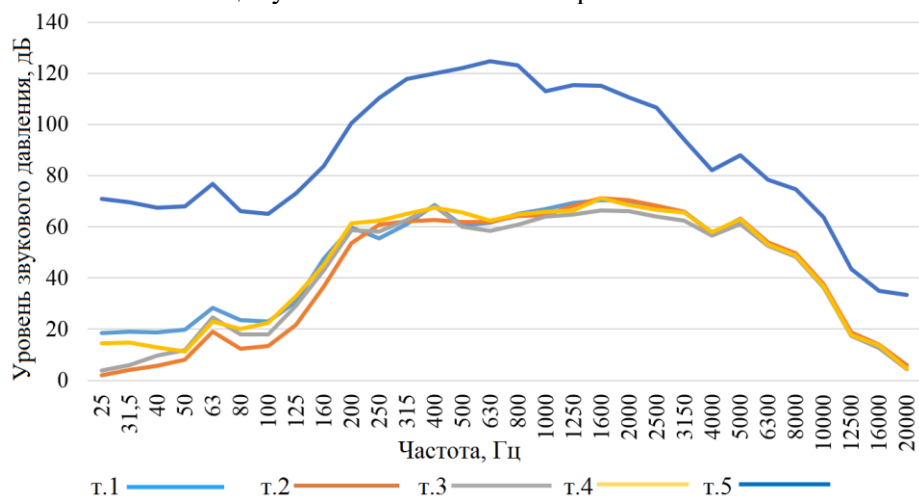


Рис. 3. Результаты измерений

Очевидно, что при дальнейших исследованиях необходимо использовать полную модель экрана, включающую элементы, снижающие дифракцию и исключающие огибание его звуковой волной

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

Литература

1. Булкин В.В. Акустическое загрязнение промышленных городов (на примере г. Мурома) / Экологические системы и приборы, №1, 2016. –С.18-21.
2. ГОСТ 31295.2-2005. Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета.
3. Bulkin V.V., Sereda S.N., Kalinichenko M.V. Assessment of the acoustic screen absorbing properties based on the Helmholtz resonator / Akustika, vol.32, March 2019. P.201-205.
4. Щадинский А.В. Эффективность применения акустических экранов // Молодой ученый. 2015, №7 (87). - С. 226-233.
5. ГОСТ 20444-2014. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. –М.: Стандартинформ, 2015. -13 с.
6. ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий / Инженерная и санитарная акустика. Сборник нормативно-методических документов. В 2 томах. Том 1. –СПб.: Компания «Интеграл», 2008. – С.355-384.