

УДК 534.6.:534.88:534.83

ОПТИМИЗАЦИЯ ШУМОЗАЩИТЫ ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПОМОЩИ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ

А.Ю.Семченко, В.В. Паслен

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» (Донецк)

Рассмотрены наиболее эффективные методы защиты объектов города от постороннего шума. Выявлены основные проблемы, которые уменьшают КПД шумозащитных экранов на городской территории, и предложены пути их преодоления.

На сегодняшний день шум представляет собой серьезную опасность для жизни человека. Он может проникать во все сферы быта, производства, учебной и общественной деятельности. Уровни природных и технических шумов колеблются в довольно широких пределах от 10-30 дБ (шелест листьев, шепот человека) до 120-130 дБ (грозовые разряды небесной сферы, старт реактивного самолета на расстоянии 50-100 м).

Уровни шума на территории учебного комплекса, расположенного в городской черте, превышают естественный шумовой фон. Повышенный шум вызывает ухудшение слуха, развитие специфического заболевания – неврита слуховых нервов, последствием которого может быть глухота. Неспецифическое воздействие шума проявляется в нарушениях работы нервной и сердечнососудистой систем (возрастные артериального давления, раздражительность, апатия и т.п.) [1].

Основным источником шума является транспорт. Ожидаемый эквивалентный уровень звука $L_{Аэкр,тер}$, дБА, создаваемый потоком автомобильного транспорта в расчетной точке у наружного ограждения здания, определяется по формуле:

$$L_{Аэкр,тер} = L_{Аэкр} - DL_{A1} + DL_{A2},$$

где $L_{Аэкр}$ – шумовая характеристика потока автомобильного транспорта, определяемая на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения транспорта, дБА; DL_{A1} – снижение уровня шума в зависимости от расстояния от оси ближайшей полосы движения транспорта до расчетной точки (РТ), дБА; DL_{A2} – поправка, учитывающая влияние отраженного звука, дБА, определяемая в зависимости от соотношения h/B , где h – высота РТ над поверхностью территории, м; B – ши-

рина улицы (между фасадами зданий), м [2].

Эквивалентные уровни звука автотранспортных потоков в зависимости от категории улиц и дорог изменяются от 73 до 87 дБА. Эквивалентные уровни звука наземных пассажирских, грузовых и электропоездов, в зависимости от интенсивности и скорости их движения, составляют 66-91 дБА. Шумы от работы мусороуборочной машины, разгрузки товаров, спортивных игр и игр детей имеют эквивалентный уровень звука 65-76 дБА.

Объектами шумозащиты являются территории города с нормируемым шумовым режимом. Для проведения акустических расчетов выявляются источники шума (ИШ), выбираются РТ на территории защищаемого объекта, определяются пути распространения шума.

Для определения уровней шума от потока автотранспорта на примагистральной территории используют также графический метод расчета уровней звука $L_{Аэ\text{кв}}$. Превышение эквивалентного уровня звука $DL_{\text{тер}}$ над допустимым рассчитывается как

$$DL_{\text{тер}} = L_{Аэ\text{кв.тер}} - L_{\text{доп}}.$$

Результаты расчетов отражают на картограммах (картах-схемах) шумового режима (рис. 1) [3].

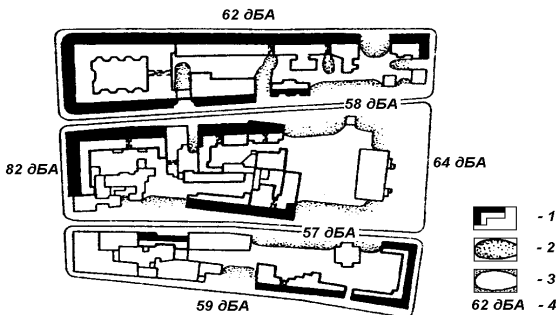


Рис. 1. Картограмма шумового режима застройки:

1 – зоны акустического дискомфорта в помещениях зданий (зачернены); 2 – то же, на территории; 3 – зоны акустического комфорта на территории и в зданиях; 4 – эквивалентные уровни звука в 7,5 м от оси крайней правой полосы движения транспорта

Каждый источник шума характеризуется звуковой мощностью. Звуковая мощность W , Вт, – это количество звуковой энергии, излу-

чаемой источником в окружающую среду за единицу времени. Мощность звука определяется как интенсивность звука сферической поверхности S , внутри которой находится источник шума:

$$W = \oint_S I dS.$$

Уровень звуковой мощности L_W , дБ, источника шума равен: $L_W = 10 \lg \frac{W}{W_0}$, где W_0 – пороговая звуковая мощность, равная 10^{-12} Вт/м²

На рис. 2 можно показать распространение шума на открытой местности.

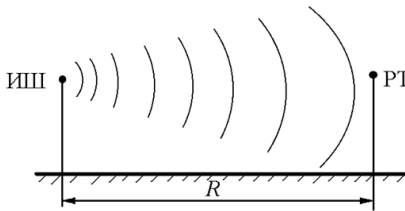


Рис. 2. Распространение шума в открытом пространстве:
 R – расстояние от источника шума до расчетной точки, м

Борьба с шумом в источнике производится инженерно-техническими и организационно-административными методами, а на пути распространения шума в городской среде от источника до защищаемого объекта – градостроительными и строительно-акустическими методами.

Во многих странах интенсивно используются шумозащитные экраны-стенки, как наиболее экономически целесообразный метод борьбы с шумом на пути его распространения. Принцип работы акустического экрана основан на создании за ним зоны звуковой тени. Акустическая эффективность экранов обычно не превышает 20-22 дБА, однако это значение в условиях городской застройки зачастую обеспечивает желаемый эффект. Эффективность снижения шума прямо пропорциональна высоте и протяженности экранирующих сооружений.

Основные элементы шумозащитного экрана

1. Шумопоглощающая панель.

Она считается основным элементом экрана. На одной стенке есть перфорационные отверстия. Внутри панелей находятся звукопоглощающие элементы, часто ими является минеральная вата, находящаяся в оболочке из полиэтилена.

2. Звукоотражающая панель.

В основе таких панелей есть оргстекло. Оно сертифицировано специально для использования в акустических экранах.

3. Горизонтальный профиль.

Такие элементы представляют собой холоднокатаные швеллеры или профильные трубы, служащие каркасом. Это несущие элементы полотна экрана, которые передают ветровые нагрузки к стойкам.

Конструкции экранов достаточно разнообразны. Для их изготовления используют металл, пластмассы, стекло, камень, железобетон. Также в экран могут быть внесены прозрачные вставки, которые позволяют сохранить обзор прилегающей территории. Их выполняют из акрилового либо других типов пластика.

Распространены озеленяемые шумозащитные экраны, совмещающие в себе преимущества полос зеленых насаждений и шумозащитных конструкций. Снижение звука озеленяемыми шумозащитными экранами в среднем на 3-5 дБ превышает данный показатель плоских железобетонных конструкций.

К основным негативным техническим аспектам применения шумозащитных экранов можно отнести следующие:

- экраны создают искусственные барьеры, организационно изолируя участки территорий;
- защищая объекты от шума, экраны частично перераспределяют звуковые потоки. Это приводит к ухудшению акустической ситуации в зданиях и на территории со стороны источника шума;
- экраны влияют на ландшафт и эстетический облик города.

Преодоление физической изоляции территории возможно путем устройства проходов в экране, однако это значительно снизит его эффективность. Необходимо применение шумозащищенных разрывов в виде акустических клапанов, которые минимизируют проникновение шума в уровне экрана.

На рис. 3 представлены варианты таких экранных клапанов.

На данный момент стоит задача определения наиболее эффективных клапанов и над решением данной проблемы работают специалисты в области радиотехники в ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет». Была проведена серия опытов при помощи макетов, имитирующих своим строением и структурным составом клапаны в шумозащитных экранах. Перед клапанами был расположен источник шума с постоянным уровнем шума в 83 дБА (примерно такой уровень шума у оживленной автомагистрали).

При помощи шумомера был измерен уровень шума после клапанов, для каждого случая по три раза на различных уровнях, чтобы по-

лучить максимально точные данные. В табл. 1 можно увидеть результаты экспериментов.

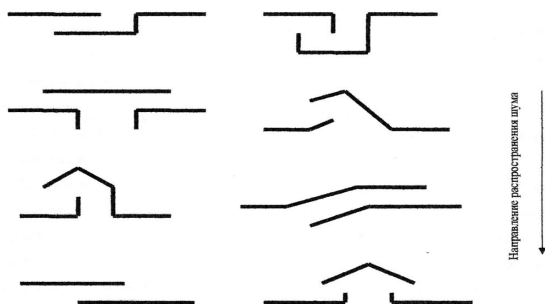


Рис. 3. Схемы акустических клапанов для образования проходов в шумозащитных экранах

Табл. 1 - Результаты экспериментов

№ клапана	Вид клапана	Уменьшение уровня шума, %
1		20,25
2		25,27
3		23,14
4		22,86
5		29,7
6		24,7
7		23,14
8		21,62

Соответственно, можно сделать вывод о том, что оптимальным клапаном является конструкция под номером 5. Данные были сверены с теоретическими. В реальных условиях уровень шума поле акустического экрана должен снизиться на 1/3. Также для большей эффективности используют не только звукопоглощающие защитные экраны, но и отражающие шум. Такие экраны должны учитывать взаиморасположение источника шума, существующих зданий и самого экрана и отражать звуковые волны в определенном направлении, не вызывая ухудшение акустической обстановки.

Звукоориентирующие шумозащитные экраны могут использовать следующие возможности по уменьшению негативного воздействия отраженного шума:

- рассеивание отраженного шума в пространстве, что приводит к уменьшению его интенсивности;
- отражение шума в направлении, не представляющем интереса с точки зрения шумозащиты, например, вверх;
- отражение шума в направлении поверхности земли;

Конструкция звукопоглощающих экранов должна обеспечивать существенную разницу между поглощенным и отраженным звуком (10:1 и более). Для этих целей можно использовать как специальные материалы, покрытия, так и озеленение, особую конфигурацию элементов, и др. [3].

Интенсивное развитие транспорта в стесненных условиях городской застройки приводит к необходимости применения эффективных мероприятий по защите от шума.

Одним из наиболее приемлемых в настоящее время методов защиты городской территории от шума является возведение шумозащитных экранов. Перспективным является использование комбинированных акустических экранов, в которых сочетается преимущества акустических экранов – стенок и зеленых насаждений. Их эффективность чрезвычайно высока без дополнительных затрат. Также необходимым является создание эффективной методики расчета экранов, позволяющей учесть все необходимые характеристики.

Библиографический список

1. Шум, как акустический стрессор, и меры борьбы с ним / О.О. Некипелова, М.И. Некипелов, Е.С. Маслова, Т.Н. Урдаева // Фундаментальные исследования. – 2006. – №5 – С. 55-57
2. Дьяков И.М., Царенко Н.В. Исследование эффективности биопозитивных шумозащитных экранов / Строительство и техногенная безопасность: сб. науч. тр. КИПКС. – Симферополь, 1998. – С. 219-225.
3. Справочник проектировщика. Защита от шума в градостроительстве / под ред. Г.Л. Осипова. – М.: Стройиздат, 1993. – 96 с.
4. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению «Безопасность жизнедеятельности». – М.: Университетская книга, Логос, 2008. – 424 с.
5. ГОСТ ИСО 9612-2013. Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Методы измерений на рабочих местах. Введ. 2014-12-01. – М.: Стандартинформ, 2014.