

УДК 624.07

ШУМОЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ

Пауткина Анна Владимировна, доц.,

РУТ (МИИТ), Россия, 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9,
pautkinaannav@mail.ru

Смирнова Ксения Михайловна, студент,

РУТ (МИИТ), Россия, 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9,
ksenia.m.smirnova@yandex.ru

Умаров Дмитрий Тимурович, студент,

РУТ (МИИТ), Россия, 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9,
ognevdimon@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы специфического и неспецифического воздействия шума на человеческий организм. Приводится обзор типов шумовых экранов и методик расчетов эффективности. Приведен расчет конкретного примера и сравнение с экспериментальными измерениями.

Ключевые слова: типы шумозащитных экранов, методика расчета, шумовое загрязнение, физические принципы снижения шума.

NOISE PROTECTIVE SCREENS

Pautkina Anna V., associate professor,

RUT (MIIT), 9/9, Obrazcova str., Moscow 127994, Russia, pautkinaannav@mail.ru

Smirnova Kseniya M., student,

RUT (MIIT), 9/9, Obrazcova str., Moscow 127994, Russia, ksenia.m.smirnova@yandex.ru

Umarov Dmitrii T., student,

RUT (MIIT), 9/9, Obrazcova str., Moscow 127994, Russia, ognevdimon@gmail.com

Abstract. The article deals with the issues of specific and non-specific effects of noise on the human body. An overview of the types of noise screens and methods for calculating efficiency is given. The calculation of a specific example and comparison with experimental measurements are given.

Key words: noise barriers, efficiency calculation methods, noise pollution, physical principles of noise reduction, types of screens.

Введение. Согласно нормативам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), сердечно-сосудистые заболевания могут

возникнуть, если человек по ночам постоянно подвергается воздействию шума громкостью 50 дБ или выше – такой шум издает улица с неинтенсивным движением. Для того, чтобы у человека развилась бессонница, достаточно шума в 42 дБ; чтобы просто стать раздражительным – 35 дБ (звук шепота).

Шум может оказывать специфическое и неспецифическое действие.

Специфическое действие шума сказывается на слуховом анализаторе, его звуковоспринимающей части, начиная с волосковых клеток спирального органа, являющихся рецепторами для нейронов спирального ганглия и, заканчивая нейронами коры извилины Гешли височной доли, где расположен корковый конец слухового анализатора, что приводит к развитию профессиональной тугоухости. Дистрофические (обменные, обратимые), а затем деструктивные (структурные, мало- или необратимые) изменения в слуховом анализаторе развиваются по причине длительной работы органа слуха в режиме повышенной шумовой нагрузки, повышенной афферентной импульсации, в истощающем режиме. Оказывает влияние в развитие профессиональной тугоухости:

1) механический фактор, 2) центральные нарушения трофики слухового анализатора, 3) сосудистые нарушения. Морфологической основой профессиональной тугоухости в основном являются некротические изменения в кортиевом органе и спиральном ганглии. Комбинированное действие шума и вибрации вызывает дегенеративные изменения в вестибулярном анализаторе – отолитовом аппарате и ампулах полукружных каналов, что обуславливает вестибулярный синдром.

Неспецифическое действие шума сказывается на функции центральной нервной системы – вплоть до эпилептиформных припадков; пищеварительной системы – вплоть до язвенных дефектов; сердца – вплоть до инфаркта миокарда; сосудов – вплоть до острого нарушения

кровообращения в миокарде, мозге, поджелудочной железе и других органах по ишемическому или геморрагическому типу.

Негативное воздействие шума не ограничивается болезнями органов слуха, нервной и сердечно-сосудистой систем. В последнее время актуальным стал вопрос, как шум влияет на работающего человека. На многих предприятиях не зря введен регламент на интенсивность шума от аппаратов, машин и различных приборов. Труд в шумном месте приравнивается к условиям риска для здоровья. Как показали исследования, в местах с повышенным шумовым фоном, производительность труда падает более, чем на 10%, а заболеваемость, наоборот возрастает примерно на 37%.

Допустимым можно считать лишь тот уровень шума, который никак не сказывается на здоровье и не оказывает влияния на слух и организм в целом. Оградить себя от излишнего воздействия раздражающих звуков можно с помощью установки звукоизоляции дома или же с помощью шумозащитных экранов.

Основная часть. Шумозащитный экран – это протяжённая искусственная преграда, устанавливаемая на пути распространения шума от транспортных средств к защищаемому от шума объекту, ширина (или толщина) которой много меньше её высоты, состоящая из фундамента и закреплённого на нём шумозащитного полотна.

Шумозащитные экраны рекомендуется устанавливать в случаях, когда уровни шума в расчётных точках с учётом пассивных шумозащитных мероприятий значительно превышают нормативные значения, а другие экранирующие шумозащитные конструкции невозможно устроить или их акустической эффективности недостаточно.

Шумозащитные экраны, устанавливаемые вдоль автомобильных дорог, рекомендуется классифицировать по следующим признакам:

- физическому принципу снижения шума;

- конструктивному решению верхней части;
- материалу шумозащитных панелей;
- типу фундамента;
- области применения.

В зависимости от физического принципа снижения шума шумозащитные экраны рекомендуется подразделять:

- на отражающие;
- отражающее-поглощающие.

По конструктивному решению верхней части шумозащитные экраны рекомендуется подразделять на экраны:

- без надстройки верхней граничной поверхности;
- с надстройкой верхней пограничной поверхности.

В зависимости от материала, из которого сделаны шумозащитные панели, шумозащитные экраны рекомендуется подразделять:

- на металлические (целиком из панелей из конструкционной стали с защитным покрытием, алюминия, нержавеющей стали, металлических сплавов и пр.);
- прозрачные (целиком из прозрачных панелей из полиметилметакрилата, поликарбоната, закаленного стекла и пр.);
- бетонные или каменные (из панелей из бетона, железобетона, кирпича и пр.);
- деревянные, каркас которых состоит целиком из деревянных панелей;
- композитные;
- щепобетонные;
- комбинированные (из панелей из различных материалов, например, металлических и прозрачных, и др.).

По типу фундамента шумозащитные экраны рекомендуется подразделять на экраны:

- с фундаментом глубокого заложения (свайное основание);
- с фундаментами мелкого заложения (столбчатые или ленточные, сборные или монолитные);
- без фундамента (шумозащитное полотно, устанавливаемое на искусственные сооружения или конструктивно выполненное таким образом, что самостоятельно без фундамента способно нести эксплуатационные нагрузки).

В зависимости от области применения шумозащитные экраны рекомендуется подразделять:

- на универсальные (с поверхностной плотностью не более 50 кг/м²), которые могут быть использованы без ограничений как на земляном полотне, так и на искусственных сооружениях;
- тяжёлые (с поверхностной плотностью более 50 кг/м²), которые могут иметь обоснованные расчётами ограничения по использованию на искусственных сооружениях.

На сегодняшний день существуют разнообразные подходы по определению (расчету) эффективности шумозащитных экранов. Одним из наиболее распространенных является подход, предложенный японским ученым З. Маекавой еще в 1969 году [1, 2]. Также широко применяются принципы вычисления эффективности ШЭ в ОДМ 218.2.013–2011 [3] и СП 276.1325800.2016 [4] и некоторые другие.

Мы рассчитали эффективность шумозащитного экрана, расположенного на третьем транспортном кольце и представленного на рисунке 1. (Дата проведения измерений: 20.10.22. Время: 16⁰⁰. Адрес: Москва, 2-я Рыбинская улица, 13).

Теоретические расчеты. Метод З. Маекавы. На рисунке 2 представлена схема расчета по методу З. Маекавы.

Количественные данные (Дано):

$$S_1 = 2 \text{ м}; S_2 = 10 \text{ м}; h_{\text{экp}} = 2,5 \text{ м}; h_{\text{pт}} = 2 \text{ м}; h_{\text{иш}} = 1 \text{ м}; \lambda = 0,34 \text{ м}$$

Найти: $\Delta L_{\text{экр}}$

$$\Delta L_{\text{экр}} = 10 \lg 20N$$

$$N = \frac{2\delta}{\lambda}$$

$$\delta = a + b - c$$

$$a = \sqrt{S_1^2 + (h_{\text{экр}} - h_{\text{иш}})^2}$$

$$b = \sqrt{S_2^2 + (h_{\text{экр}} - h_{\text{рт}})^2}$$

$$c = \sqrt{(S_1 + S_2)^2 + (h_{\text{экр}} - h_{\text{иш}})^2}$$

$$\Delta L_{\text{экр}} \approx 30 \text{ дБ}$$

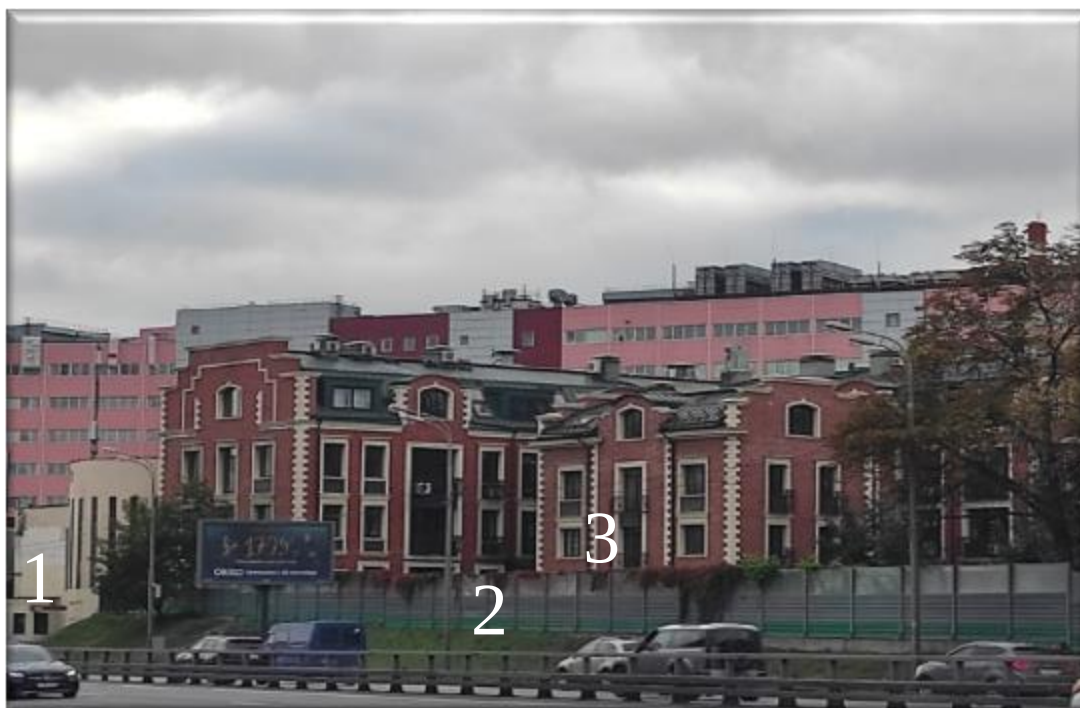


Рис. 1. Жилой дом рядом с Третьим транспортным кольцом.
1 – Источник шума. 2 – Шумозащитный экран. 3 – Точка проведения измерений

Теоретические расчеты. Метод ОДМ 218.2.013–2011 и СП
276.1325800.2016.

Количественные данные (Дано):

$$S_1 = 2 \text{ м}; S_2 = 10 \text{ м}; h_{\text{экр}} = 2,5 \text{ м}; h_{\text{рт}} = 2 \text{ м}; h_{\text{иш}} = 1 \text{ м}$$

Найти: $\Delta L_{\text{экp}}$

$$\Delta L_{\text{экp}} = 18,2 + 7,8 \lg(\delta + 0,02)$$

$$\delta = a + b - c$$

$$a = \sqrt{S_1^2 + (h_{\text{экp}} - h_{\text{иш}})^2}$$

$$b = \sqrt{S_2^2 + (h_{\text{экp}} - h_{\text{pt}})^2}$$

$$c = \sqrt{(S_1 + S_2)^2 + (h_{\text{экp}} - h_{\text{иш}})^2}$$

$$\Delta L_{\text{экp}} \approx 25 \text{ дБ}$$

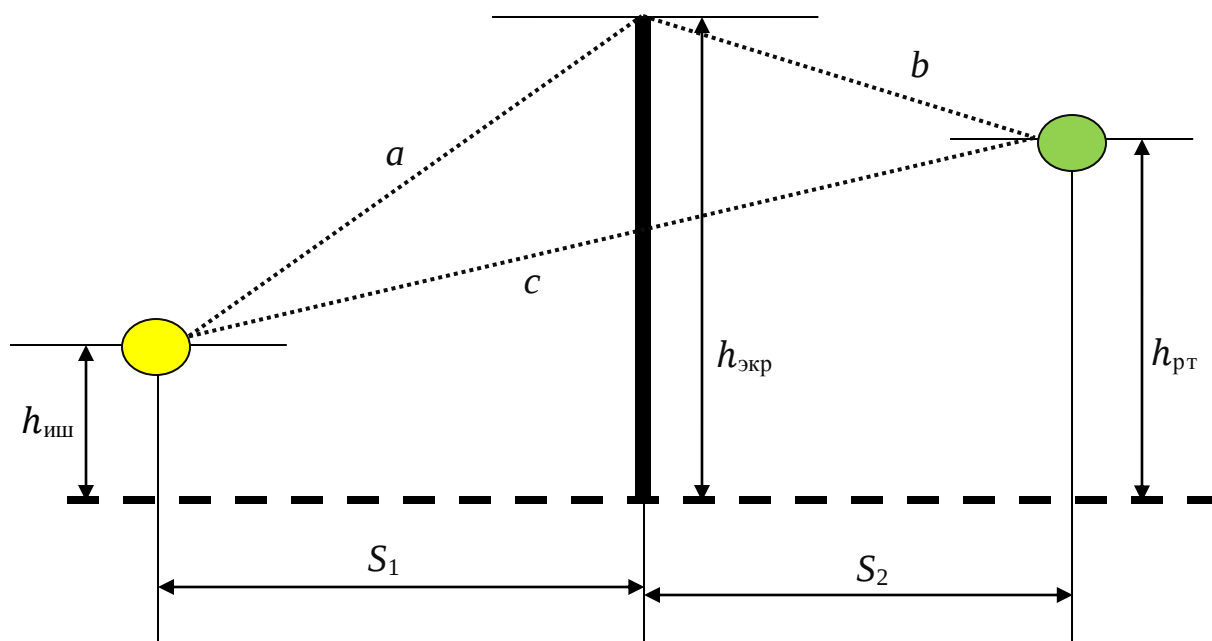


Рис. 2. Расчетная схема определения разности длин путей звукового луча для ана-стенки.

h_{pt} – высота РТ над поверхностью земли; $h_{\text{иш}}$ – отметка ИШ;

$h_{\text{экp}}$ – отметка верхней кромки ШЭ; H_{pt} – отметка РТ.

Проверочные измерения проводились мультифункциональным прибором «4 в 1» ДТ-8820.

Полученные данные: $61,59 \approx \pm 0,03$ дБ.

Расхождение сильное. Увы. Наш результат согласуется со статистическими данными проверки эффективности шумозащитных экранов.

Выводы. По данным обследования эффективности шумозащитных экранов у автомобильных и железных дорог более 80% обследованных шумозащитных экранов не выполняют свои функции. Причинами недостаточной эффективности шумозащитных экранов являются:

1) ошибки при проектировании (в 38% случаев неправильно выбрана высота экрана, а в 85% случаев длина, неправильно выбирается шаг стоек, материал экрана).

2) недостаточный учет особенностей конкретной конструкции.

3) грубое нарушение технологии монтажа. Наличие небольших щелей в результате неплотной подгонки панелей экрана друг к другу значительно снижают эффективность всей конструкции.

4) нарушение целостности (коррозия, деформация) экрана в процессе эксплуатации ввиду некачественных материалов, недостаточно устойчивых к погодным условиям и дорожным реагентам.

Сами методики надо уточнять и строго выполнять рекомендации проектировщиков.

Список литературы

1. Снижение шума в зданиях и жилых районах / Г.Л. Осипов, Е.Я. Юдин, Г. Хюбнер и др.; Под ред. Г.Л. Осипова и Е.Я. Юдина. – М.: Стройиздат, 1987. – 558 с.
2. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084097>
3. Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам. ОДМ 218.2.013–2011. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200096658?ysclid=la3ozngojt155138122>.
4. Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков. СП 276.1325800.2016. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/ab6/4293747053.pdf?ysclid=la3p1kq514809560593>.

References

1. Osipov G.L., Yudin Ye.YA., Khyubner G. and oth.; Ed. Osipov G.L., Yudin Ye.YA. *Snizhenie shuma v zdaniyah i zhilyh rajonah* (Noise reduction in buildings and residential areas), Moscow, Stroyizdat, 1987, p. 558.
2. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084097>
3. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200096658?ysclid=la3ozngojt155138122>.
4. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/ab6/4293747053.pdf?ysclid=la3p1kq514809560593>.

Рецензент: А.Ф. Смык, д-р физ.-мат. наук, доц., МАДИ