

УДК 534.833.5

OECD 01.03.AA

Определение эффективной высоты и акустических характеристик шумозащитного экрана

Шашурин А.Е.

К.т.н., доцент каф. «Экология и безопасность жизнедеятельности»
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург

Аннотация

Шумозащитный экран является самой распространенной мерой в борьбе с вредным шумовым воздействием, однако разница в расчетах при определении эффективности экрана в зависимости от выбранной методики может составлять до 6 дБА. Учитывая высокую стоимость шумозащитных экранов определение достаточной и достоверной высоты экрана крайне важно. С учетом того, что источники шума и защищаемые объекты могут находиться на различных высотах, необходимо внедрить понятие «эффективная высота шумозащитного экрана», которая отображает реальную рабочую высоту экрана по отношению к источнику шума. При применении различных видов панелей необходимо учитывать акустические характеристики экрана.

Ключевые слова: шумозащитный экран, эффективная высота, акустические характеристики, звукопоглощение, звукоизоляция.

Determination of the effective height and acoustic characteristics of the noise barriers

Shashurin A.E.

PhD, Assistant Professor of Environment and Safety chair, Baltic State Technical University «VOENMEH»
named after D.F. Ustinov, Saint-Petersburg, Russia

Abstract

The noise barrier is the most common measure in the struggle against harmful noise exposure, but the difference in the calculations for determining the barrier efficiency depending on the chosen methodology can be up to 6 dBA. Taking into consideration the high noise barriers cost, determining a sufficient and reliable barrier height is extremely important. Taking into account that noise sources and protected facilities can be located at different heights, it is necessary to introduce the concept of the 'effective noise barrier height', which shows the actual working height of the barrier in relation to the noise source. When different types of panels are used, it is necessary to take into account the acoustic performance of the barrier.

Key words: noise barrier, effective height, acoustic performance, sound absorption, sound insulation.

Введение

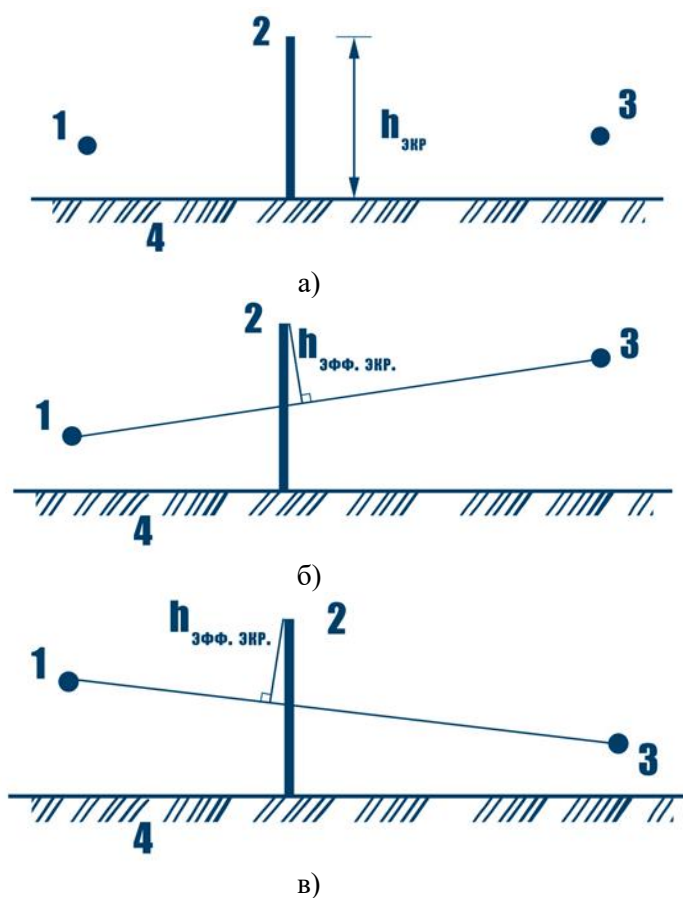
Увеличение плотности потока транспортных средств за счет роста численности населения в развитых и развивающихся странах вызывает интенсивное шумовое загрязнение, что оказывает негативное экологическое воздействие на окружающую среду. Существуют различные методы, направленные на снижение шума, вызванного автомобильным, железнодорожным и промышленными источниками шума, однако наиболее эффективным мероприятием, снижающим шум на пути от источника до защищаемого объекта, являются шумозащитные экраны. Шумозащитные экраны представляют собой сборно-разборную конструкцию, состоящую из опорных стоек и акустического полотна, в свою очередь представленного системой горизонтальных

*E-mail: kb_iak@mail.ru (Шашурин А.Е.)

профилей и акустических панелей. По своим свойствам шумозащитные экраны могут быть как шумопоглощающие, так и шумоотражающие. Важными параметрами при проектировании шумозащитных экранов являются его длина, высота и материал.

1. Эффективная высота

Важной особенностью при рассмотрении расчётных схем для определения эффективности шумозащитного экрана (далее – ШЭ) является возможное расположение расчетной точки (далее – РТ) не только на высоте 1,5 м над уровнем земли, но и на других высотах, соответствующих высотам нормируемых этажей в защищаемом здании. В таком случае, только часть высоты шумозащитного экрана является рабочей и представляет собой препятствие, и тогда вместо $h_{\text{экр}}$ необходимо вводить в расчёты понятие эффективной высоты экрана $h_{\text{эфф. экр}}$ – перпендикуляра из вершины свободного ребра на линию, соединяющую источник шума (далее – ИШ) и РТ (рисунок 1) [1].



- а) эффективная высота ШЭ совпадает с фактической высотой ШЭ
 б), в) определение эффективной высоты ШЭ при различных высотах РТ и ИШ

Рис. 1. Определение эффективной высоты ШЭ:

1 – ИШ, 2 – ШЭ, 3 – РТ, 4 – опорная поверхность

В настоящее время в России действует несколько нормативно-технических документов, представляющих методы расчета эффективности шумозащитных экранов, основными из которых являются:

- ОДМ 218.2.013-2011 «Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам» [2];
- ГОСТ 31295.2 «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета» [3];

– СП 276.1325800.2016 «Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков» [4].

Однако, ни в одном из вышеперечисленных документов, нет упоминания о понятии «эффективная высота ШЭ». Данный термин был впервые предложен проф., д.т.н. Ивановым Н.И. [5], а также встречается в работах Тюриной. Н.В. [1, 6]. Методика расчета акустической эффективности ШЭ, установленного на эстакаде, предложенная Н.Н. Мининой и Н.В. Тюриной, также основывается на понятии эффективной высоты ШЭ [7].

Понятие эффективной высоты также встречается в зарубежных источниках, содержащих технические требования к акустическим экранам [8-11]. Но следует заметить, что само понятие «эффективная высота» не регламентировано однозначно и имеет различную смысловую нагрузку в различных источниках [12], а расчет эффективной высоты был рассмотрен лишь немногими зарубежными коллегами [13, 14].

2. Акустические характеристики шумозащитного экрана

К акустическим характеристикам экрана относят его звукоизоляцию и звукопоглощение. Под звукопоглощением понимается ослабление звука вследствие перехода звуковой энергии в тепловую в звукопоглощающих материалах и конструкциях. Звукоизоляция является количественной характеристикой метода защиты от воздушного шума, основанного на отражении звука от плотной преграды. Эти характеристики в немалой степени сказываются на эффективности экранов.

2.1. Понятие усреднённого коэффициента звукопоглощения экрана

Важным элементом в конструкции ШЭ является звукопоглощающий материал, располагаемый со стороны источника звука для исключения многократных отражений, схематично представленных на рисунке 2.

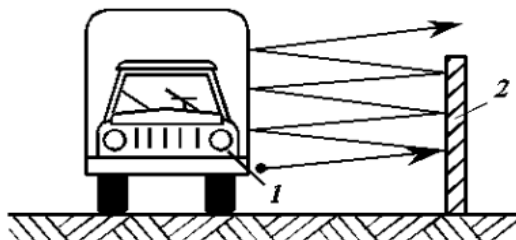


Рис. 2. Схема переотражений для ШЭ без звукопоглощения:
1 – источник шума; 2 – отражающий экран

Разница в акустической эффективности отражающих и отражающе-поглощающих ШЭ может достигать 3–4 дБА. Величина поглощения звука определяется значениями коэффициента звукопоглощения ШЭ и эквивалентной площадью звукопоглощения ШЭ.

Немалая часть шумозащитных экранов выполняется в виде комбинаций из панелей, содержащих звукопоглощающий материал в нижней части экрана, с панелями из прозрачного стекла в верхней части экрана, работающими только на отражение звука, а также звукоотражающего фундамента (рисунок 3).

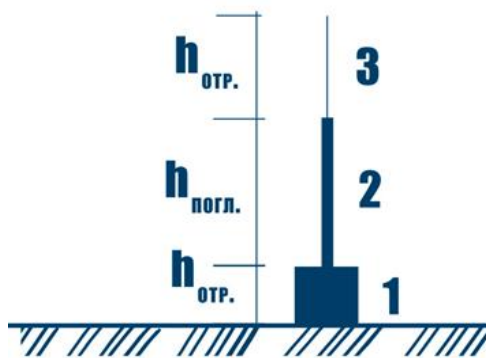


Рис. 3. Схема комбинированных шумозащитных экранов:
1 – отражающий звук фундамент, 2 – отражающе-поглощающие панели,
3 – отражающие звук светопрозрачные панели

В таком случае в расчётах вместо $\alpha_{\text{экр}}$ вводится понятие усреднённого коэффициента звукопоглощения экрана $\bar{\alpha}_{\text{экр}}$, равного:

$$\bar{\alpha}_{\text{экр}} = \frac{h_{\text{ф}}\alpha_{\text{ф}} + h_{\text{погл}}\alpha_{\text{погл}} + h_{\text{отр}}\alpha_{\text{отр}}}{h_{\text{ф}} + h_{\text{погл}} + h_{\text{отр}}} \quad (1)$$

где $h_{\text{ф}}$ – высота фундамента, м;

$h_{\text{погл}}$ – высота отражающе-поглощающих панелей, м;

$h_{\text{отр}}$ – высота отражающих светопрозрачных панелей, м;

$\alpha_{\text{ф}}$ – коэффициент звукопоглощения материала фундамента;

$\alpha_{\text{погл}}$ – коэффициент звукопоглощения материала отражающе-поглощающих панелей;

$\alpha_{\text{отр}}$ – коэффициент звукопоглощения материала отражающих светопрозрачных панелей.

2.2. Звукоизолирующие свойства экрана

Звукоизоляция шумозащитных экранов, измеренная в натуральных условиях, заметно ниже звукоизоляции акустических панелей этих экранов, измеренной в акустической камере. Так, необходимо оценивать звукоизоляцию именно в натуральных условиях, с учетом, в том числе, имеющихся щелей (проемов) через приведенную звукоизоляцию экрана ($\bar{ЗИ}$), которая определяется по формуле:

$$\bar{ЗИ} = ЗИ_{\text{экр}} - 10 \lg \frac{\frac{S_{\text{экр}}}{S_{\text{пр}}} + 10^{0,1(ЗИ_{\text{экр}} - ЗИ_{\text{пр}})}}{1 + \frac{S_{\text{экр}}}{S_{\text{пр}}}}, \text{ дБ} \quad (2)$$

где $S_{\text{экр}}$ – площадь шумозащитного экрана, м²;

$S_{\text{пр}}$ – площадь проёма (щели), м²;

$ЗИ_{\text{экр}}$ – звукоизоляция экрана, дБ;

$ЗИ_{\text{пр}}$ – звукоизоляция проёма (щели), дБ.

Снижение эффективности экрана ($\Delta ЗИ_{\text{экр}}$) при слабой звукоизоляции определяется по рисунку 4 [5].

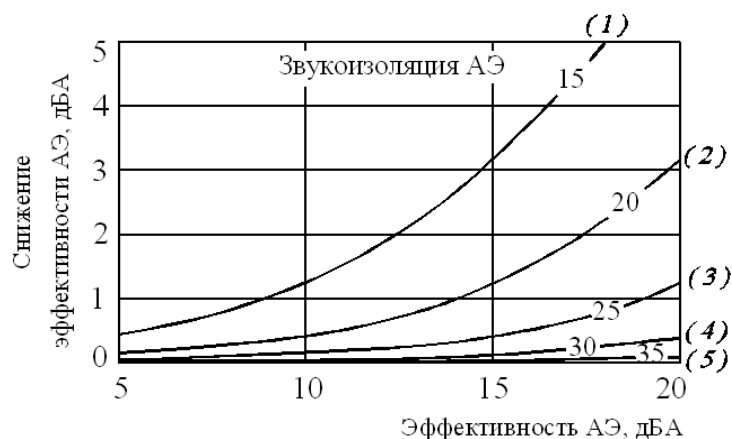


Рис. 4. Снижение эффективности ШЭ при уменьшении его звукоизоляции: (1) – (5) звукоизоляция ШЭ [5]

Акустическая эффективность экрана с поправкой на звукоизоляцию $\Delta L_{\text{экр}}^{\Delta \text{ЗИ}}$ определяется формулой:

$$\Delta L_{\text{экр}}^{\Delta \text{ЗИ}} = \Delta L_{\text{экр}} - \Delta \text{ЗИ}_{\text{экр}}, \text{ дБ} \quad (3)$$

где $\Delta L_{\text{экр}}$ – акустическая эффективность экрана, дБ;
 $\Delta \text{ЗИ}_{\text{экр}}$ – поправка на звукоизоляцию экрана, дБ.

Заключение

Определение корректной прогнозируемой эффективности шумозащитного экрана является важнейшим этапом при проектировании шумозащитных мероприятий. Разнообразие действующих методик зачастую дает завышенные результаты, недостижимые в реальных условиях. Для повышения точности расчетов в статье предлагается понятие эффективной высоты шумозащитного экрана – перпендикуляр из вершины свободного ребра на условную линию, соединяющую источник шума и расчетную точку, и метод ее определения. Также предлагается использование приведенной звукоизоляции шумозащитного экрана (ЗИ) и средний коэффициент звукопоглощения экрана ($\bar{\alpha}_{\text{экр}}$), получаемые в натуральных условиях, вместо акустических характеристик, получаемых в лабораторных условиях в акустических камерах.

Список литературы

1. Тюрина, Н.В. Решение проблемы снижения шума на селитебных территориях и рабочих местах в помещениях акустическими экранами: автореф. дис. на соиск. уч. степени доктора техн. наук: 01.04.06 / Тюрина Наталья Васильевна. – СПб., 2014. – 54 с.
2. ОДМ 218.2.013-2011. Методические рекомендации по защите от шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам.
3. ГОСТ 31295.2 «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета»/
4. СП 276.1325800.2016 здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков
5. Иванов, Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник / Н. И. Иванов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: изд-во Логос, 2015. – 432 с.

6. Тюрина Н.В. Исследование акустических экранов// XXVII сессия Российского акустического общества, посвященная памяти ученых-акустиков ФГУП «Крыловский государственный научный центр» А. В. Смольякова и В. И. Попкова Санкт-Петербург, 16-18 апреля 2014 г.

7. Тюрина Н.В. и Минина Н.Н. Снижение шума акустическими экранами, установленными на эстакадах// Безопасность жизнедеятельности, 2012. Выпуск №6. С.262-27

8. Richard E. Klingerm Michael T. McNerney, Ilene Busch-Vinshniac. Design Guide for Highway Barriers// Center For Transportation Research// The University of Texas at Austin// November 2003. p.96.

9. Noise wall design guideline. Design guideline to improve the appearance of noise walls in NSW// March 2016.

10. A Guide to the Reduction of Traffic Noise (For use by Builders, Designers and Residents)// VicRoads Publication Number 01224. 2003.

11. Bahman Dae. Application of Polyurethane Products in Accelerated Construction of Innovative Noise Barrier//Western Graduate and PostdoctoralStudies// Electronic Thesis and Dissertation Repository, 2864. 2015.

12. Hans Bendtsen. Noise Barrier Design: Danish and Some European Examples// The Danish Road Institute – Road Directorate and University of California Pavement Research Center. May 2010.

13. Rafal Zuchowski, Michal Marchacz. Evaluation of the effectiveness of screening with noise barriers with account to an edge noise reducer//Architecture civil engineering environment (The Silesian University of Technology). No.3/2009.

14. Dispense di Fisica Tecnica 2. Parte I: Acustica// Ing. Oreste BOCCIA// Università degli Studi di Chieti-Pescara// A.A. 2013/14. P. 62-72.