

ВЛИЯНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ

© 2010 Н.И. Иванов, Д.А. Куклин, Н.В. Тюрина

Балтийский государственный технический университет
“ВОЕНМЕХ” им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург

Поступила в редакцию 14.12.2010

Рассмотрены вопросы определения эффективности акустических экранов по их звукоизоляции на примере станции Тосно, расположенной на железнодорожной линии Москва – Санкт-Петербург.

Ключевые слова: шум, акустические экраны, звукоизоляция, эффективность

Для определения эффективности акустических экранов известен и широко используется стандарт ISO 10847-97. Практика поставила вопрос обеспечить мониторинг акустических качеств экранов (АЭ) в процессе их монтажа. Авторами разработана методика мониторинга акустических экранов, позволяющая определить слабые места конструкции и оценить ее звукоизоляцию в натуральных условиях. Методика была применена при установке акустического экрана на одной из станций Октябрьской ж.д., неподалеку от Санкт-Петербурга.

При испытаниях АЭ по стандарту ISO 10847-97 прямым методом установлено, что эффективность составила 16 дБА. В процессе мониторинга установлено, что слабые элементы по всей площади экрана снижают звукоизоляцию его отдельных элементов до 10-12 дБА. Таким образом часть звука проникает через АЭ. Получено, что приведенная звукоизолирующая способность всего экрана составила 20 дБА. Ликвидация слабых элементов позволит увеличить звукоизоляцию и тем самым эффективность акустического экрана не менее чем на 2-3 дБА.

1. ВВЕДЕНИЕ

Акустические экраны для снижения шума вдоль автомобильных и железных дорог – основное средство защиты от шума селитебных территорий. Улучшение их акустических характеристик идет как правило по пути увеличения длины и высоты экранов, применения в конструкции звукопоглощения, а также усложнение формы свободного ребра экрана (Г-, Т-образные

акустические экраны). Практически не обращают внимания на серьезный резерв улучшения акустических характеристик экранов – увеличение звукоизоляции экрана. Это можно объяснить, что заявляемая производителями экранов звукоизоляция достаточно высока и составляет от 28 до 35 дБА. При измерениях эффективности акустических экранов в реальных условиях максимальные значения достигают 15-18 дБА, таким образом разница между звукоизоляцией и эффективностью составляет более 10дБА, что позволяет не принимать во внимание составляющую звука проходящую через экран прямым путем. Практика измерений показывает, что, как правило, акустические экраны при испытаниях не обеспечивают ожидаемого снижения звука. Это заставляет предположить, что реальная звукоизоляция ниже заявленной из-за недостатков монтажа или конструкции экранов. Таким образом, была поставлена задача получить значения звукоизоляции акустических экранов в реальных условиях путем их мониторинга.

2. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На станции Тосно, расположенной на линии Москва – Санкт-Петербург в районе жилой застройки были установлены 2 акустических экрана длиной 600 м каждый. Экраны установлены по обе стороны двухпутного участка железной дороги напротив друг друга. Схема установки АЭ приведена на рис. 1.

Экран установлен на бетонном основании высотой 1 м. Верхняя часть бетонного основания находится на одном уровне с головкой рельса. Далее на резиновых прокладках установлены металлические кассеты со звукопоглощающим материалом общей высотой 3 м. Общая высота экрана составляет 4 м.

3. ИСПЫТАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЭ

Испытания эффективности АЭ были выполнены в соответствии со стандартом ISO 10847-

Николай Игоревич Иванов, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности.

Денис Александрович Куклин, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности.

Наталья Васильевна Тюрина, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности. E-mail: noise@mail.rcm.ru

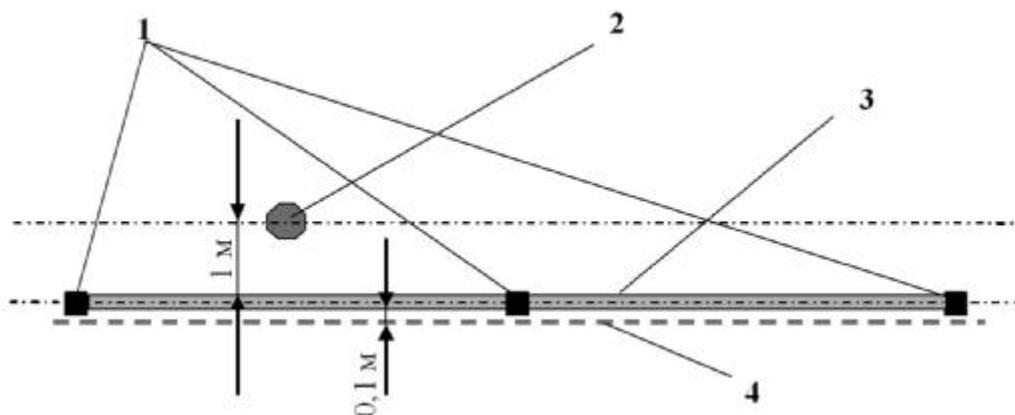


Рис. 3. Расположение искусственного источника шума и линии позиционирования микрофона (вид сверху):
1 – стойки АЭ, 2 – искусственный источник шума, 3 – панели АЭ, 4 – линия позиционирования микрофона

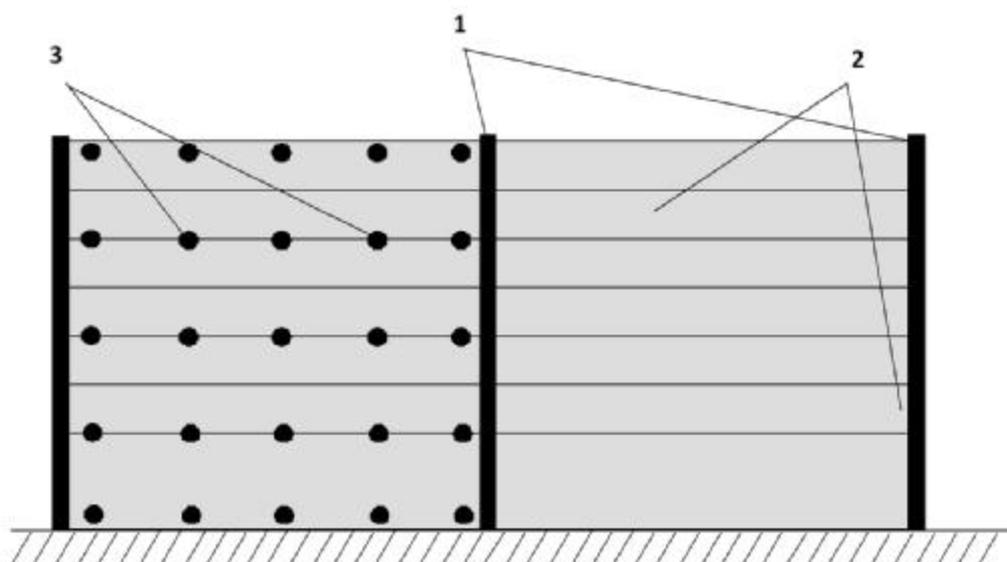


Рис. 4. Расположение линий позиционирования микрофона (вид сбоку):
1 – стойки АЭ, 2 – панели АЭ, 3 – точки позиционирования микрофона

Перед проведением акустического мониторинга проводились измерения уровней фонового шума и визуальный контроль качества установки экрана.

Акустические характеристики искусственного источника шума выбирались таким образом, чтобы уровни шума, создаваемые источником за акустическим экраном, превышали уровни фонового шума не менее чем на 10 дБ.

При работе искусственного источника шума проводились измерения на расстоянии 0,1 м от тела экрана в местах прилегания панелей друг к другу и на уровне примыкания нижней панели экрана к грунту, а также в местах примыкания панелей к стойкам.

Измеряемыми характеристиками являлись уровни звукового давления и уровни звука.

Перед проведением мониторинга определялась средняя звукоизолирующая способность панелей АЭ в сборе. Для этого в 5 точках на высоте от 1 до 2 м на 2-х секциях АЭ, расположенных напротив искусственного источника звука, проводились измерения уровней звука. Расположение точек показано на рис. 5. При этом искусственный источник шума располагался за АЭ на расстоянии 1 м, а измерения шума $L_{с/э}$ проводились в указанных точках на расстоянии 0,1 м от АЭ с обеих сторон АЭ.

Затем проводились измерения уровней шума $L_{б/э}$ на расстоянии 1 м от искусственного источника шума без АЭ.

Средняя звукоизолирующая способность АЭ без щелей определяется:

$$\overline{ЗИ}_{nan} = L_1 - L_2, \text{ дБА} \quad (1)$$

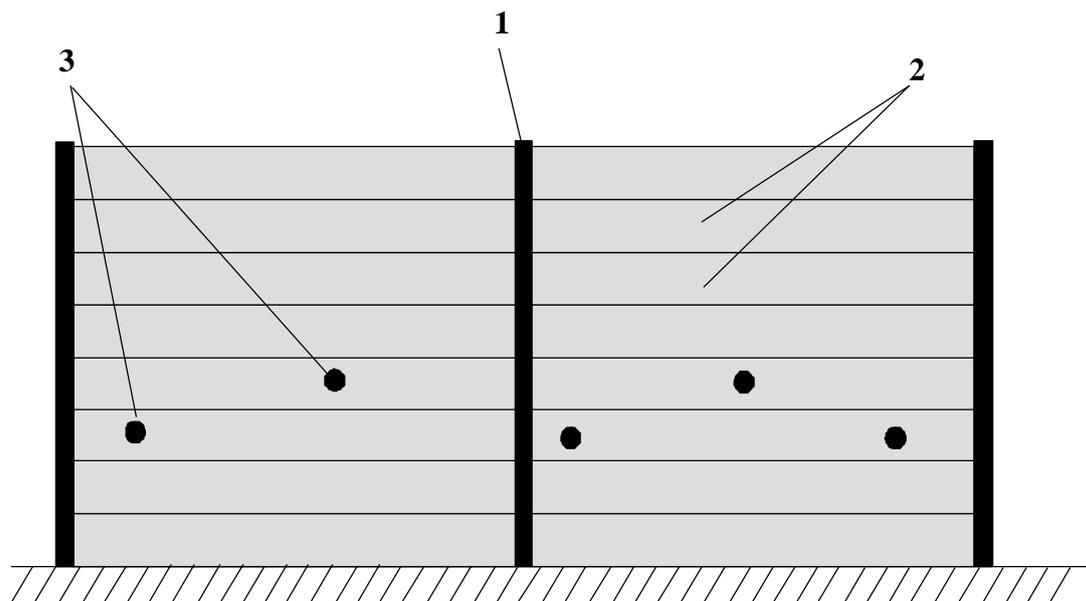


Рис. 5. Расположение точек измерений при определении средней звукоизолирующей способности панелей АЭ в сборке:

1 – стойки АЭ, 2 – панели АЭ, 3 – точки позиционирования микрофона

L_1 – средние октавные уровни звукового давления или уровни звука при испытаниях со стороны источника шума, дБ (дБА);

L_2 – средние октавные уровни звукового давления или уровни звука при испытаниях с обратной стороны АЭ, дБ (дБА).

Средняя звукоизолирующая способность АЭ со щелями и отверстиями определяется аналогично:

$$\overline{ЗИ}_{пан}^{отв} = L_1' - L_2', \text{ дБА} \quad (2)$$

L_1' – средние октавные уровни звукового давления или уровни звука при испытаниях со стороны источника шума, дБ (дБА) в районе щелей;

L_2' – средние октавные уровни звукового давления или уровни звука при испытаниях с обратной стороны АЭ, дБ (дБА) в районе щелей.

Ухудшение средней звукоизолирующей способности панелей АЭ в сборке (индекс качества сборки) определяется:

$$\Delta = \overline{ЗИ}_{пан} - \overline{ЗИ}_{пан}^{отв}, \text{ дБА} \quad (3)$$

Если значение индекса качества сборки $\Delta \leq 3$ дБА, то монтаж экрана можно признать качественным. В противном случае, при монтаже АЭ были допущены ошибки, которые снижают его акустическую эффективность и требуют устранения.

При проведении измерений звукоизоляции АЭ реальным источником шума (поездом) оце-

нивалась обобщенная характеристика звукоизоляции АЭ.

При проведении эксперимента было установлено 4 микрофона, схема расположения которых, приведена на рис. 6.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ

В табл. 1 приведены значения звукоизоляции в “слабых” местах АЭ. Звукоизоляция слабых элементов составила от 8-12 дБА до 15-18 дБА, что ухудшает акустические характеристики экрана. В то же время, в местах проемов, которые защищены контрэкранами, заметного ухудшения звукоизоляции не обнаружено.

Данные испытаний приведенной звукоизоляции, полученные на втором этапе (с применением поездов) и приведенные на рис. 7 показали, что приведенная звукоизоляция АЭ составила 20 дБА, т.е. при увеличении звукоизоляции путем ликвидации “слабых” мест эффективность АЭ может быть увеличена на 2-3 дБА.

Сравнение данных эффективности АЭ с данными звукоизоляции (рис. 2 и 6) объясняет заметное снижение эффективности АЭ на высоких частотах: это происходит за счет уменьшения звукоизоляции.

6. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработана методика акустического мониторинга АЭ, позволяющая контролировать качество их монтажа и выявлять, в случае необходимости, недостатки конструктивных элементов

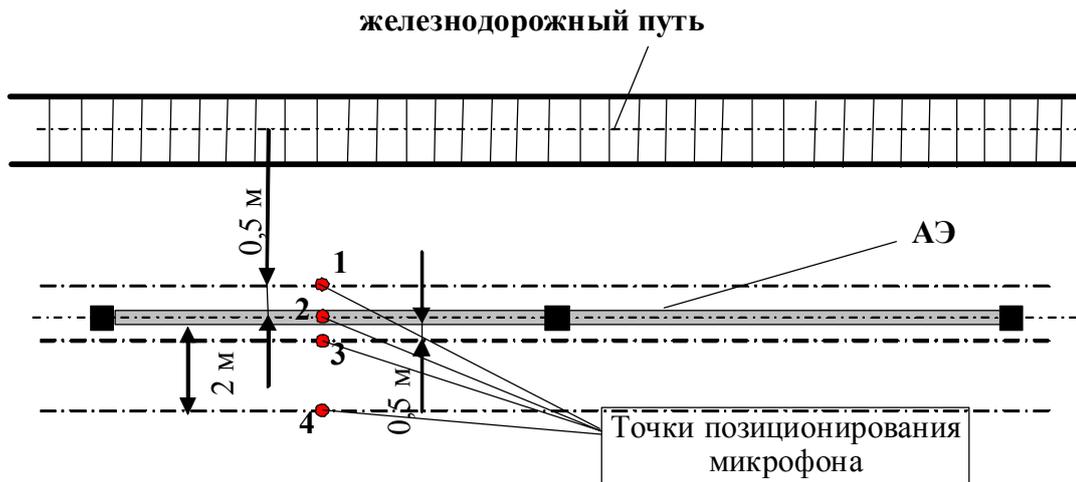


Рис. 6. Схема расположения микрофонов при воздействии реального источника шума:
 микрофон № 1 – 0,5 м от АЭ со стороны ж/д полотна на высоте 1,5 м,
 микрофон № 2 – на высоте 1,5 м над АЭ, микрофон № 3 – 0,5 м от АЭ за экраном на высоте 1,5 м,
 микрофон № 4 – 2 м от АЭ за экраном на высоте 1,5 м;

Таблица 1. Звукоизоляция в “слабых” местах АЭ

Место измерений	Звукоизоляция, дБА
Панель	22-25
Стыки между панелями	15-18
Стыки панелей и бетонного фундамента	12-17
Нижняя часть экрана	8-12
Уплотнения дверного проема	10-12
Контрэкраны	20-22

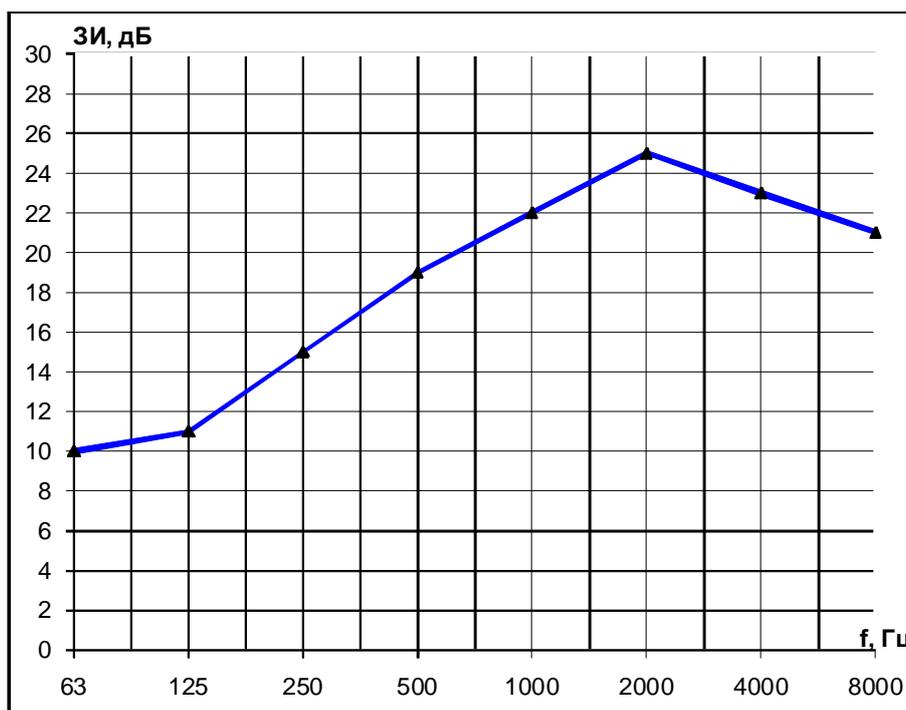


Рис. 7. Значения усредненной звукоизоляции акустического экрана (ЗИ), дБ

АЭ. Процесс мониторинга состоит из двух частей: испытания точечным искусственным источником шума и реальным источником шума (поездом). Испытания точечным искусственным источником звука, перемещаемым вдоль АЭ, обеспечивает поэлементное определение звукоизоляции, своего рода акустическую дефектоскопию. Испытания реальным источником дают характеристику приведенной звукоизоляции АЭ в реальных условиях.

2. В процессе мониторинга выявлено следующее:

– установленные на проемах контр-экраны обладают достаточной эффективностью и не снижают сколько-нибудь заметно эффективности установленного АЭ;

– установлено, что слабым элементом АЭ является его соединение на уровне земли, здесь звукоизоляция снижается до 8-12 дБА, что заметно влияет на эффективность АЭ; этот недостаток объясняется недостатками монтажа – неудачной отсыпкой щебня в местах расположения щелей (недостаточное закрепление щебня

приводит к обсыпанию щебня вследствие действия вибрации и климатических условий и появлению щелей);

– заметно пониженная звукоизоляция (12-17 дБА) отмечена на стыке бетонного основания и панели АЭ, отмечено также понижение звукоизоляции (15-18 дБА) на стыке панелей, что объясняется недостаточным применением уплотняющих резиновых прокладок, обеспечивающих акустическую герметизацию.

3. Приведенная звукоизоляция АЭ составила 20 дБА, что является достаточно высокой величиной, но содержит резерв повышения эффективности АЭ. При полной ликвидации указанных щелей и герметизации стыков общая эффективность АЭ может быть повышена на 2-3 дБА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Malcolm J. Crocker*. Handbook of Noise and Vibration control, John Wiley & Sons, Inc. 2007, 1569 p.
2. Noise and Vibration Control in Vehicles / Edited by Prof. Malcolm J. Crocker and Prof. Nikolay I. Ivanov: Handbook – St. Petersburg.: Interpublish. 1993. 352 p.

INFLUENCE OF SOUND ISOLATION TO THE EFFICIENCY OF NOISE BARRIERS

© 2010 N.I. Ivanov, D.A. Kuklin, N.V. Tyurina

Baltic State Technical University "VOENMECH" named after D.F. Ustinov, St.-Petersburg

Questions of determination of efficiency of sound isolation of noise barriers are considered on the example of Tosno station located near to railway line Moscow – St.-Petersburg.

Keywords: noise, noise barriers, sound isolation, efficiency

Nicolay Ivanov, Doctor of Technical Science, Professor, Head at the Ecology and Life Protection Department.

Denis Kuklin, Candidate of Technical Science, Associate Professor at the Ecology and Life Protection Department.

Nanalya Tyurina, Candidate of Technical Science, Associate Professor at the Ecology and Life Protection Department. E-mail: noise@mail.rcom.ru