

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Отчет о научно-исследовательской работе магистранта в семестре

	<i>Фамилия И.О. магистранта</i>		
Тема магистерской диссертации	Оценка шумового состояния в коттеджном поселке и разработка необходимых мероприятий снижения шума		
Факультет Кафедра	«О» Естественнонаучный «О1» Экология и безопасность жизнедеятельности		
Шифр и наименование направления	20.04.01. «Экология и безопасность жизнедеятельности»		
Наименование магистерской программы	«Инженерная защита окружающей среды»		
Руководитель магистерской программы	Н.И. Иванов		
Научный руководитель магистранта	Г.М. Курцев		
Магистрант	Е.А. Безверхая		
Дата зачисления		Группа	О1М31

Содержание

Раздел 1. Обзор литературы.....	3
Раздел 2. Предметная область.....	9
2.1. Транспортные шумозащитные экраны.....	10
Раздел 3. Материалы, применяемые для акустических экранов.....	11

Раздел 1. Обзор литературы

1. Численные методы расчета акустических экранов – методы граничных и конечных элементов (МГЭ, МКЭ), основанные на волновой теории рассмотрены в следующих трудах:

- Augusztinovicz F. Calculation of noise control by numerical methods - what we can do and we cannot do -yet. //Proceedings of Internoise'97, Budapest, Hungary, August 25-27. -1997. -vol. 1. -p.27-42.
- Hothersall D.C., Chandler-Wilde S.N., Najmirzae M.N. Efficiency of single noise barriers. //J. Sound and Vibration. -1991. -vol. 146. -(2). -p.303-322.
- Duhamel D. Efficient calculation of the three-dimensional sound pressure field around a noise barrier. //Journal of sound and vibration. -1996. -vol. 197. -(5).-p-547-571.
- Shin K., Akihiro M., Ichiro F. A treating of noise barriers of the road as sound radiation system. //Trans. Inst. Electron., Inf. And Commun. Eng. Jap. A. -1991. -vol. 74. -(3). -p.315-322. 129 Kohshi N., Katsuo F. Boundary element analysis of the sound field around a finite barrier. Hi. Jap. Soc. Precis. Eng. -1988. -vol. 54. -(7). -p.1351-1356.

2. Диффрактирование звука с использованием поперечной передачи (диффузии) колебаний вдоль волновых фронтов, предложенных Юнгом и рассмотренных в трудах Малюжинец Г.Д.:

- Некоторые обобщения метода отражений в теории дифракции синусоидальных волн //ФИАН им. П.Н.Лебедева. -М.: -1950.
- Развитие представлений о явлениях дифракции. //Успехи физических наук. -1959. -(69). -в.2. -с.321-326.
- Формула обобщения для интеграла Зоммерфельда //ДАН СССР. - 1958. -т.118. -(6). -с. 1099. 134.

3. В настоящее время при наличии многообразия методик и подходов для оценки эффективности акустических экранов нет общей теории расчета,

но разработано большое количество методов расчета снижения шума акустическими экранами, исследуемых для конкретных условий эксплуатации АЭ:

- Woehrle K., Lutz K. Prediction of installation noise level. //Proceedings of the Internoise'84, Honolulu, Dec. 3-5, 1984. -Vol. 2. - New York. -1984. -p. 1299-1304.
- Jorge P. Arenas Sound barriers and environmental impact studies. Thirteenth International Congress on Sound and Vibration, Vienna, Austria, July 2-6, 2006.
- Kotarbinska E. How to calculate the efficiency of an acoustic barrier in a flat room. //Applied acoustics. -1988. -vol. 23. -(2). -p.99-108.

4. Также для расчетов АЭ используют подходы, базирующиеся на статистической теории акустики. В основе статистической теории лежит допущение о диффузности звукового поля в замкнутых объемах. Эти подходы рассмотрены в трудах:

- Tyurina N., Elkin Y. Investigation of efficiency of vehicles noise reduction providing by shielding constructions//Proceedings of the Eleventh International Congress on Sound and Vibration, 5-8 July 2004, St. Petersburg, Russia, Vol. 4, pp. 2177-2182.
- Tyurina N., Ivanov N., Elkin Y. Experimental study of shielding constructions to be used for noise reduction in vehicles//Proceedings of the conference “Progettare il Risanamento Acustico, March 30, 2006, Florence, Italy. - 2006. -p.227-229.
- Тюрин Н.В., Элькин Ю.И. Влияние размеров и формы на эффективность акустического экрана//Сборник трудов Четвёртой Всероссийской школы-семинара с международным участием «Новое в теоретической и прикладной акустике», 21 ноября 2007г., под ред Н.И. Иванова/ БГТУ «ВОЕНМЕХ». - Санкт-Петербург, 2007.- с. 66-7

- Шубин И.Л. Акустический расчет и проектирование конструкций шумозащитных экранов. Авт. дис. на соиск. уч. ст. д-ра техн. наук, М.: НИИСФ, 2011. -46 с.
- Аистов В.А., Шубин И.Л. Исследование влияния формы шумозащитного экрана на его акустическую эффективность. Academia / Архитектура и строительство, М.: НИИСФ РААСН, 2009. –с. 200-208.
- Шубин И.Л. Опыт проектирования шумозащитных экранов в г. Москве. Сборник трудов XI сессия Российского акустического общества 19-23 ноября 2001года. Архитектурная и строительная акустика IV том, М.: 2001. -стр.9-16.
- Гусев В.П., Шубин И.Л. Решения защиты от шума оборудования систем кондиционирования воздуха, охлаждения и воздушного отопления. Academia/ Архитектура и строительство, М.: НИИСФ РААСН, 2009. –с. 257-266.
- Аистов В.А., Шубин И.Л. Исследование влияния формы шумозащитного экрана на его акустическую эффективность/Academca. Архитектура и строительство. – М: НИИСФ РААСН, 2009, стр. 200-208.

5. Взаимосвязь высоты АЭ и его эффективности рассмотрены в работах:

- Маева З. Акустические экраны: в кн. «Снижение шума в зданиях и жилых районах» / под ред. Г.Л. Осипова и Е.Я. Юдина, М.: Стройиздат, 1987. -с 426-447.
- Пospelов П.И. Прогнозирование и расчет транспортного шума и средств защиты при проектировании автодорог: автореф. дис. на соискание ученой степени док. техн. наук. М.: МАДИ, 2003.

6. Изучению звукопоглощения в конструкции АЭ посвящены следующие работы:

- Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом -М.: Логос, 2015. -432с.
- Осипов Г.Л., Шубин И.Л. Перспективны методы и средства борьбы с автотранспортным шумом на дорогах. «Дорожная экология XXI века» Труды межд. научно-практический симпозиума 15-16 дек. 1999 г., г. Воронеж, Воронеж. гос. арх. - стр. акад., 2000, стр. 215-226.
- D.C. Hothersall, K.V. Horoshenkov, P.A. Morgan, M.J. Swift. Scale modeling of railway noise barriers. Journal of Sound and Vibration (2000) 234 (2), 207-223.

7. Анализ материалов, применяемых для изготовления АЭ подробно проведен в трудах:

- Иванов Н.И., Тюрина Н.В. Акустические экраны и экранирующие сооружения: в кн. Иванов Н.И. «Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом» -М.: Логос, 2015. -с 213-238.
- Ф. Фабри. «Опыт применения акустических экранов для снижения шума в Италии». / Пер. с ит. в трудах III Всероссийской научнопрактической конференции с международным участием «Защита населения от повышенного шума», 22-24 марта 2011 г., СПб, БГТУ.
- Новая концепция защитного экрана. Larmschutz rnit neuem Gesicht. BauPortal. 2009. 121, Ns 9, с. 553. (Немецкий). (РЖ «Шум», №1, 2011, 11.01-99.044).
- Кобиашвили Э. Г., Смолянский В. М. Бетонные экраны для защиты от транспортного шума. Транспортное тоннелестроение. Современный опыт и перспективные разработки. М.: НИИ трансп. стр-ва. 2008, с. 223-231. (Науч. тр. ОАО ЦНИИС. Вып. 248). (Русский). (РЖ «Шум», №1, 2011, 11.01-99.045).

8. Надстройки на АЭ рассматриваются в трудах:

- Шубин И.Л. Акустический расчет и проектирование конструкций шумозащитных экранов. Авт. дис. на соиск. уч. ст. д-ра техн. наук, М.: НИИСФ, 2011. -46 с.
- Аистов В.А., Никольский А. И., Шубин И.Л. Анализ факторов, влияющих на расхождение значений эффективности шумозащитных придорожных экранов полученной при натурных измерениях и расчетным путем. Сб. тр. XII сессии Российского акустического общества. Архитектурная и строительная акустика шумы и вибрации. М: НИИСФ, 2003, с. 43-49.
- Guidelines on Design of Noise Barriers / Environmental Protection Department, Hong Kong, SAR, Second Issue, January, 2003 -36 p.
- Jorge P. Arenas, Ana M. Monsalve. Modification of the diffracted sound field by some noise barrier edge designs. International Journal of Acoustic and Vibration, vol. 6, # 2, 2001, pp. 76-82.

9. Снижение шума автотранспорта путем применения АЭ рассмотрены в трудах:

- Пospelов П.И. Покидько В.Н. Совершенствование метода расчета шумозащитных барьеров, расположенных на поверхности земли с заданным импедансом сб-к научн. Трудов «Вопросы архитектурной акустики, защиты от шума в акустической экологии», М: НИИСФ, 1989, с. 168-175.
- Осипов Г.Л., Шубин И.Л. Перспективны методы и средства борьбы с автотранспортным шумом на дорогах. «Дорожная экология XXI века» Труды межд. научно-практический симпозиума 15-16 дек. 1999 г., г. Воронеж, Воронеж. гос. арх. - стр. акад., 2000, стр. 215-226.
- Пospelов П.И., Строков Д.М., Щит Б.А. Комплексное проектирование средств защиты от шума при реконструкции

МКАД, в сб. трудов «Проектирование автомобильных дорог» М: МАДИ (ГУ), 1999, с. 3-10.

10. Акустические испытания АЭ рассмотрены в работах, стандартах и европейских стандартах:

- ГОСТ Р 51943-2002. Экраны акустические для защиты от шума транспорта. Методы экспериментальной оценки эффективности.
- Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом -М.: Логос, 2015. -432с.
- CEN/TS 1793-4: Technical specification. Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 4, 2003.
- CEN/TS 1793-5: Technical specification. Road traffic noise reducing devices – Test method for determining the acoustic performance – Part 5: Intrinsic characteristics – In-situ values of sound reflection and airborne sound insulation, Brussels, Belgium: CEN (2003).

Раздел 2. Предметная область

Объектом исследования являются шумозащитные конструкции вдоль автомобильных дорог в коттеджном поселке.

Цель работы – разработка методических рекомендаций по определению характеристик и выбору шумозащитных конструкций автомобильных дорог, для достижения нормативных значений.

Акустический экран – система, преобразующая звуковое поле по пути от источника шума к защищаемому от шума объекту (или расчетной точке – РТ).

Акустический экран – наиболее широко используемая форма снижения воздействия шума на дорогах. По существующей политике для планирования и строительства новых крупных автомагистралей, шумозащитные экраны возводятся в том случае, если уровень шума превышает установленные стандарты даже при оптимальном выравнивании дорог и материале дорожного покрытия с пониженным уровнем шума.

В ходе проведения аналитического обзора были получены сведения о применимости различных материалов в конструкциях шумозащитных экранов в мире и сведения о распространенности тех или иных форм.

В практике борьбы с шумом применяются шумозащитные экраны различного конструктивного исполнения. В зависимости от конструктивного исполнения и достигаемого эффекта снижения шума все экранирующие сооружения можно свести к следующим четырем классам:

- экраны-барьеры;
- широкие экраны;
- экраны-тоннели;
- комбинированные экраны.

Экран-барьер (чаще всего такое сооружение и носит название «шумозащитный экран») представляет собой неширокую сплошную плоскую

физическую преграду, отделяющую автомобильную дорогу от жилой застройки.

В отличие от экрана, насыпное сооружение (насыпи, земляные валы) имеет широкую верхнюю часть, обеспечивающую дополнительное снижение шума.

Комбинированный экран позволяет сочетать положительные качества насыпных экранов и экранов-барьеров. Дополнительно экранирующее сооружение может иметь сложную конструкцию, имея, например, тоннелеобразный вид. Такие экраны наиболее эффективны, но очень сложны по конструктивному исполнению.

По принципу действия ШЭ делятся на отражающие и отражающе-поглощающие, в которых используется, помимо отражения, также и поглощение звука.

2.1. Транспортные шумозащитные экраны

К транспортным шумозащитным экранам предъявляются не только требования эффективной шумозащиты [6]. Они также должны быть:

- Безопасными для движения;
- Быть долговечными;
- Ремонтопригодными;
- Иметь эстетичный внешний вид.

По конструктивному исполнению различают:

- Сплошные;
- Составные.

Сплошной экран состоит из панелей одного, а составной – из панелей двух типов, например, отражающе-поглощающих и прозрачных отражающих. В таких случаях часть ШЭ и отражает и поглощает звук, а часть только отражает.

Транспортные ШЭ являются в основном сборно-разборными. Основные элементы — шумозащитные панели, вертикальные стойки и фундамент.

Раздел 3. Материалы, применяемые для акустических экранов

От выбранного материала для экрана зависит его стоимость и эффективность. Все шумозащитные экраны по типу применяемого материала и отражающим или поглощающим свойствам можно разбить на две группы:

- Отражающие (однослойные);
- Поглощающие (многослойные).

Материалы, используемые для однослойных экранов:

- дерево;
- кирпич;
- бетон;
- пластик;
- ж/бетон;
- бетон с добавками из древесных материалов.

Материалы, используемые при производстве многослойных экранов:

- Металлические (металл, ЗПМ, перфорированный лист);
- Бетонные с ЗПМ;
- Алюминиевые трехслойные;
- С резноподобным перекрытием.

Основное свойство отражающих экранов – отражать звук и они имеют меньшую эффективность, чем ШЭ со звукопоглощающими материалами. Чтобы снизить отражение звука от однослойного ШЭ в его материал, например, в бетонную смесь, добавляются древесные материалы и тогда такие ШЭ без хороших звукопоглощающих свойств ($\alpha = 0,01...0,05$), имеют определенные свойства звукопоглощения. Следует отметить, что небольшими поглощающими свойствами обладает дерево. Тем не менее, невозможно создать однослойный ШЭ, совмещающий требуемые прочностные свойства и приемлемое звукопоглощение, поэтому приходится усложнять конструкцию

ШЭ за счет введения специальных звукопоглощающих материалов (ЗПМ) имеющих значения [6-7].

В качестве ЗПМ в трехслойных ШЭ применяют такие материалы, как шлаковата, капроновое волокно, стекловата, пенополиуретан и другие пористые или волокнистые материалы.

Перфорация в трехслойных ШЭ обеспечивает проникновение звука к слою ЗПМ. Конструктивно перфорация может применяться в виде щелей или отверстий. Очень важно, что вид перфорации не влияет на эффективность ШЭ и обусловлен только технологическими требованиями.

Эффективность ШЭ зависит от площади перфорации: чем больше площадь перфорации, тем меньше отражения звука. Минимально необходимая площадь перфорации должна быть не менее 30 – 35 % [6-7].