

УДК 628.5

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Е.А. Фанина, доцент, к.т.н., Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова, Россия

Аннотация. Изучены акустические характеристики различных звукоизоляционных материалов, используемых при обивке транспортных средств. Предложены новые эффективные материалы с высокими звукоизоляционными параметрами.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, звукоизоляционные материалы, автомобиль, индекс звукоизоляции.

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

К.О. Фаніна, доцент, к.т.н., Белгородський державний технологічний університет імені В.Г. Шухова, Росія

Анотація. Вивчено акустичні характеристики різних звукоізоляційних матеріалів, використуваних при обивці транспортних засобів. Запропоновано нові ефективні матеріали з високими звукоізоляційними параметрами.

Ключові слова: шумове забруднення, звукоізоляційні матеріали, автомобіль, індекс звукоізоляції.

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL COMPOSITE MATERIALS TO IMPROVE SOUND-PROOFING PROPERTIES OF VEHICLES

Ye. Fanina, Associate Professor, Candidate of Engineering Science, Belgorod Shukhov State Technological University, Russia

Abstract. Acoustic characteristics of various sound-insulating materials used in vehicle upholstery have been studied. New efficient materials with high sound-proofing parameters have been proposed.

Key words: noise pollution, sound-insulating materials, a vehicle, a sound insulation index.

Введение

Транспортная система России характеризуется транспортной сетью, одной из наиболее обширных в мире и включающей в себя 87 тыс. км железных дорог, более 745 тыс. км автомобильных дорог с твердым покрытием, свыше 600 тыс. км воздушных линий, 70 тыс. км магистральных нефте- и продуктопроводов, свыше 140 тыс. км магистральных газопроводов, 115 тыс. км речных судоходных путей и множество морских трасс. В ней занято свыше

3,2 млн человек, что составляет 4,6 % работающего населения.

Современное состояние транспортной системы характеризуется низким техническим уровнем производственной базы большинства предприятий и износом подавляющего большинства транспортных средств, что приводит к снижению безопасности их работы, а также отсутствием инвестиций для преодоления данных проблем.

Существенным недостатком при эксплуатации транспортных средств является шумовое загрязнение окружающей среды. Кроме этого, аэродинамический шум, проникающий в пространство салона автомобиля и неблагоприятно воздействующий на организм человека, приводит к снижению акустического комфорта водителя и пассажиров, уменьшению привлекательности автомобиля с точки зрения потребительского спроса.

Анализ публикаций

В мировой практике распространены следующие мероприятия по снижению внутреннего шума в салоне автомобиля [2 – 4]:

- использование высокоэффективных вибродемпфирующих покрытий (ламинатов) на поверхностях панелей кузова (щитках передка, пола);
- использование высокоэффективных глушителей шума систем впуска и выпуска газов;
- применение эффективных виброизолирующих опор силового агрегата и системы выпуска отработавших газов;
- согласование акустических свойств полого пространства пассажирского салона и виброакустических свойств панелей кузова;
- увеличение звукоизоляции салона от шума качения колес и шума, генерируемого двигателем и его системами, агрегатами трансмиссии автомобиля;
- использование в салоне и моторном отсеке автомобиля цельноформованных многофункциональных деталей с высокими звукопоглощающими и звукоизолирующими характеристиками;
- применение низкошумной системы подачи и удаления воздуха из салона и т.д.

Важным элементом является подборка эффективных материалов с высоким индексом звукоизоляции. На качество шумоизоляционной обработки автомобиля влияют:

- высокая способность материала к демпфированию;
- достаточная адгезия (способность к приклеиванию) – для самоклеящихся материалов;
- стойкость к воздействию агрессивных сред – особенно важна для материалов, применяемых в подкапотном пространстве, на которые может попадать масло, пары топлива, противогололедные препараты и пр.;

– низкая гигроскопичность – обязательна для материалов, наносимых на пол кузова, двери и элементы, расположенные в подкапотном пространстве;

– оптимальный удельный вес;

– экологичность – свойства материала должны исключать вредные для здоровья испарения;

– низкая воспламеняемость – особенно важна для материалов, применяемых в моторном отсеке и рядом со жгутами электропроводки. Большое значение при реализации указанных мероприятий по уменьшению шума в салоне имеет аэроакустическая доводка автомобиля в аэродинамических или аэроакустических трубах ведущих мировых научно-технических центров автомобильной индустрии. Цена шумоизоляции зависит от стоимости шумоизоляционных материалов, сложности конструкции автомобиля и может варьироваться на одной и той же модели, к примеру, от 12000 до 47000 рублей [5]. Уровень, на который может снизиться шум в автомобиле, достигает значения – минус 6 – 10 дБ, что примерно в два раза тише, чем в автомобиле до обработки.

Цель и постановка задачи

Таким образом, при всех равных условиях, основным фактором для эффективного снижения звукового давления является подборка шумоизоляционного материала. Эффективность звукоизоляционных материалов в большей степени зависит от толщины, удельного поверхностного веса и физико-химических свойств материалов. Цель работы – разработка эффективных композиционных материалов для снижения шумовых характеристик автомобилей.

Методика проведения исследований

Согласно СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» нормируемым параметром звукоизоляции является индекс изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями R_w , дБ. Индекс изоляции воздушного шума R_w , дБ, ограждающей конструкции с известной частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяется путем сопоставления этой частотной характеристики с оценочной кривой, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 Оценочные показатели индекса звукоизоляции
для средних частот третьоктавных полос, Гц

Показатель	Средние частоты третьоктавных полос, Гц															
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R_w , дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56

Для определения индекса изоляции воздушного шума R_w необходимо определить сумму неблагоприятных отклонений данной частотной характеристики от оценочной кривой ABCD (рис. 1). Неблагоприятными считаются отклонения вниз от оценочной кривой.

Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не

превышает эту величину, величина индекса R_w составляет 52 дБ.

Если сумма неблагоприятных отклонений превышает 32 дБ, оценочная кривая смещается вниз на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений не превышала указанную величину.

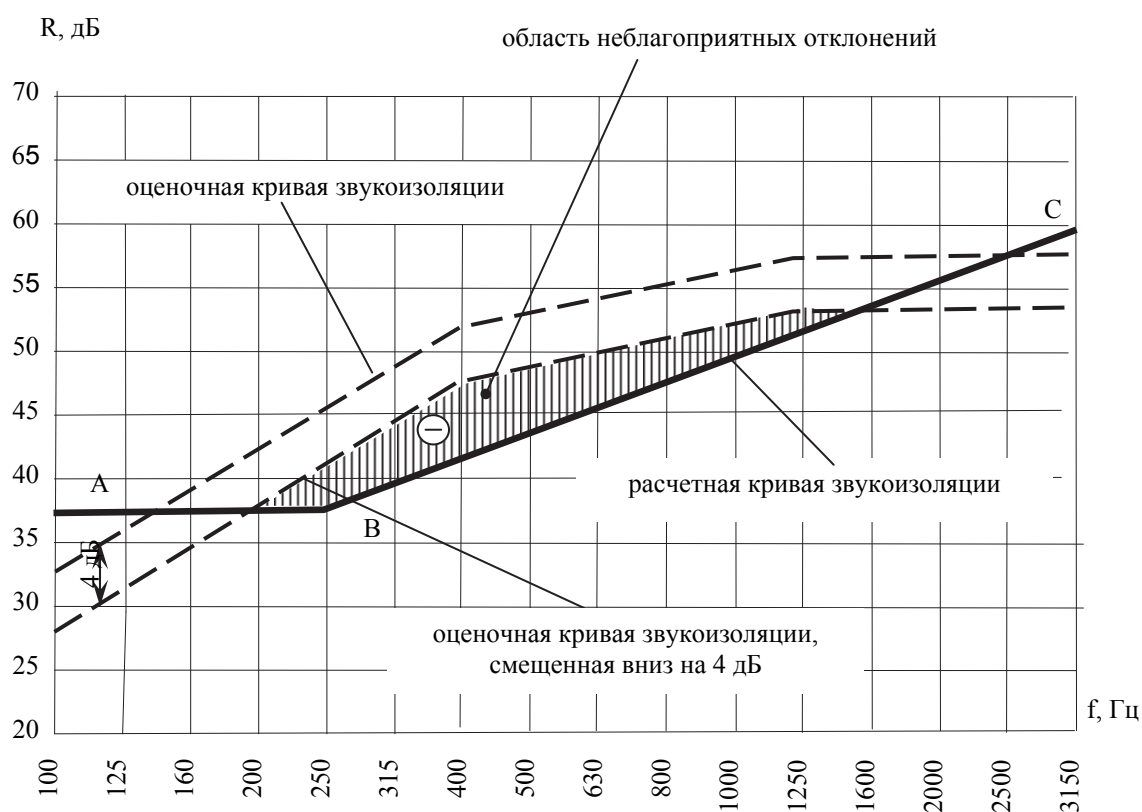


Рис. 1. Частотная характеристика изоляции воздушного шума однослойным плоским ограждением

Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочная кривая смещается вверх (на целое число децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных

отклонений от смещенной оценочной кривой максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала эту величину.

За величину индекса R_w принимается ордината смещенной (вверх или вниз) оценочной

кривой в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц [6]. Для измерения уровня звукового давления для определения индекса звукоизоляции использовали модельную камеру, в которой звуковые волны, передаваемые мощным широкополосным источником звука, проходят через испытуемый материал. В качестве источника

звуковых волн используется цифровой генератор. Приемником является система из предусилителя микрофонного ВПМ-101, капсуля микрофонного конденсаторного М-101 и измерителя шума и вибрации ВШВ-003-М 3 (рис. 2).

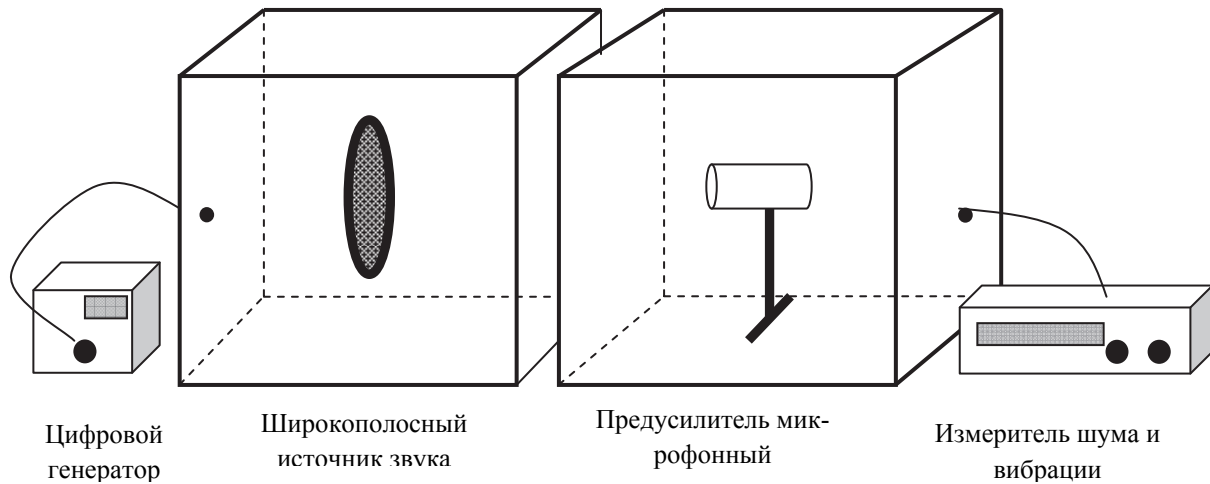


Рис. 2. Модельная камера для определения индекса звукоизоляции

Исследование звукоизоляционных характеристик различных материалов

Современные акустические материалы отличаются по структурным и функциональным характеристикам.

В работе исследовали следующие звукоизоляционные материалы:

- пенополиуретан, модифицированный этиленпропилендиеновым мономером (1);
- пенополиуретан, модифицированный этиленпропилендиеновым мономером и винилацетатом (2);
- пенополипропилен (3);
- эластичный материал с битумным наполнителем (4);
- тканое полотно, модифицированное углеродными добавками (5);
- термостойкая ткань (на основе волокна Trevira CS), модифицированная углеродными добавками (6);
- тканое полотно, модифицированное включениями слюды (7).

В таблице 2 представлены звукоизоляционные характеристики материалов, которые используются при обивке кузова некоторых

автомобилей (1–4), а также материалы, предлагаемые как альтернативные (5–7).

Таблица 2 Звукоизоляционные характеристики акустических композиций

Номер образца	Толщина, мм	Плотность, кг/м ³	Индекс звукоизоляции R_w , дБ
1	20	4,6	14
2	1,5 – 10,5	3,4	10
3	3 – 10	3,9	7
4	2 – 10	3,7	6
5	2	0,7	10
6	2	0,85	12
7	2	1,037	15

Таким образом, материалы на основе слоистых негорючих материалов при незначительной толщине обладают высокими индексами изоляции.

Выводы

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что предлагаемые акустические композиции удовлетворяют требованиям по уровню снижения шума в автомобиле, их качественные характеристики обеспечивают возможность применения в агрессивных средах, при повышенной температуре и на сложных

рельефных поверхностях. При меньшей толщине разработанных материалов (5–7), по сравнению с современными аналогами, достигается значительное снижение звукового давления.

Разработанная модельная камера для определения индекса звукоизоляции позволяет эффективно подбирать шумоизоляционные конструкции в зависимости от их целевого назначения.

Литература

1. Российский статистический ежегодник. 2011: Стат. сб. / Росстат. – М., 2011. – 795 с.
2. Луканин В.Н. Снижение шума автомобиля / В. Н. Луканин, В. Н. Гудцов, Н. Ф. Бочаров. – М.: Машиностроение, 1981. – 158 с.
3. Bisping R. Emotional Effect of Car Interior Sound; Pleasantness and Power and Their Relation to Acoustic Key Features / R. Bisping // Proceedings of the 1995 Noise and Vibration Conference. – Warrendale, Society of Automotive Engineers. – 1995. – Vol. 2. – P. 1203 – 1209.
4. Leinfellner H. On our Way Towards Silent Vehicles / H. Leinfellner, D. Sommer, K. Leiter // AVL Proceedings. Engine and Environment. – Graz, Austria, 1996. – P. 209 – 212.
5. Шумоизоляция автомобиля [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.avtozvuk.cc>.
6. Защита от шума: СНиП 23-03-2003. – Взамен СНиП 11-12-77; приняты и введены в действие постановлением Госстроя России от 30 июня 2003 г. № 136.

Рецензент: В.М. Попов, доцент, к.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 13 августа 2012 г.