|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *voenmeh* | | МИНОБРНАУКИ РОССИИ  федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  **(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»)** | | | |
| БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-02 | | | |
| Факультет |  | | О |  | Естественнонаучный |
|  |  | | шифр |  | наименование |
| Кафедра |  | | О1 |  | Экология и безопасность жизнедеятельности |
|  |  | | шифр |  | наименование |
| Дисциплина |  | | Разработка шумовиброзащитных мероприятий | | |

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

на тему:

|  |
| --- |
| Разработка мероприятий по снижению уровня шума |
| в легковом транспортном средстве |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнил студент группы | | | | О1М31 | |
| Коробов Д.Д. | | | | | |
| Фамилия И.О. | | | | | |
| Руководитель: | | | | | |
| Шашурин А.Е. | |  |  | | |
| Фамилия И.О. Подпись | | | | | |
| Оценка | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |  |
| «\_\_\_\_\_\_» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | 2018 г. |

Санкт - Петербург

2018 г

# Реферат

В курсовом проекте на тему: «Разработка мероприятий по снижению уровня шума в легковом транспортном средстве» были описаны пути распространения шума в автомобиле и какие бывают источники шума в данных транспортных средствах.

Также была представлена характеристика и замеры шума внутри различных автомобилей.

Проведены исследования шумозащитных материалов. И возможность их применения в шумоизоляции транспортных средств.

Ключевые слова: шум, источники шума, звукоизолирующие материалы, требования, уровень звукового давления,

Данный курсовой проект содержит:

Страниц – 23;

Таблиц – 5;

Рисунков – 7;

Источников использованной литературы – 11.

**Содержание**

[Реферат 2](#_Toc517337303)

[Введение 4](#_Toc517337304)

[1. Шум в транспортных средствах 5](#_Toc517337305)

[1.1. Нормативы для легковых автомобилей: 5](#_Toc517337306)

[1.2. Шум и вибрация 6](#_Toc517337307)

[1.3. Источники шума в автомобиле 6](#_Toc517337308)

[1.4. Пути распространения шума в автомобиле 7](#_Toc517337309)

[2. Замеры шума в салоне автомобилей 8](#_Toc517337310)

[3 Методы борьбы с шумом 13](#_Toc517337311)

[3.1. Конструктивный метод 13](#_Toc517337312)

[3.2. Пассивный метод 13](#_Toc517337313)

[3.3. Практические приемы борьбы с шумом. 13](#_Toc517337314)

[3.4. Применение шумозащитных методов на практике 15](#_Toc517337316)

[Заключение 21](#_Toc517337317)

[Список сокращений 22](#_Toc517337318)

[Список использованной литературы 23](#_Toc517337319)

# Введение

Под шумом понимается беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, мешающие получению полезной информации.

Шум оказывает вредное влияние на физическое состояние человека: угнетает центральную нервную систему; вызывает изменение скорости дыхания и пульса; способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни; может приводить к профессиональным заболеваниям. Под влиянием шума наступают изменения в органе зрения человека и вестибулярном аппарате; нарушаются функции желудочно-кишечного тракта; повышается внутричерепное давление; происходят нарушения в обменных процессах организма и т.п.

Шум с уровнем звукового давления 30 … 35 дБ является привычным для человека и не беспокоит его. Повышение уровня звукового давления до 40 … 70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, снижение производительности умственного труда, а при длительном действии может явиться причиной невроза, язвенной и гипертонической болезни.

Длительное воздействие шума свыше 75 дБ может привести к резкой потере слуха — тугоухости или профессиональной глухоте.

Автомобили с низким уровнем шума — это требования современного рынка. Сегодня покупателя интересует не только новая модель автомобиля, но и насколько он удобен в эксплуатации. Длительная поездка в автомобиле с высоким уровнем шума приводит к быстрой утомляемости водителя и снижает безопасность движения. К сожалению, многие детали автомобилей испытывают вибрацию и являются дополнительными источниками шума. За рубежом проблему снижения шума решают не только конструкционно, но и за счет применения широкого ассортимента вибро- и звукопоглощающих материалов. Дополнительное использование вибро- и звукопоглощающих материалов повысит комфортность автомобиля.

**1. Шум в транспортных средствах**

В данной работе рассмотрено снижение шума в салоне автомобиля.

Различают шум внешний, оказывающий воздействие на окружающих, так и шум внутренний, оказывающий воздействие на водителя и пассажиров. Значение показателей шума для транспортных средств нормируется ГОСТ и международными стандартами.

**1.1. Нормативы для легковых автомобилей:**

По внешнему шуму – не более 74 дБА , согласно ИЭК 51 от 2016 г.[13]

По внутреннему и внешнему шуму — не более 78 дБА, согласно [ГОСТ Р 52231-2004](http://zakon-auto.ru/files/gost52231-2004.docx). [12]

За рубежом нормативы пересматриваются каждые 2 года, причем требования к снижению шума довольно жесткие – снижение на 2-3-дБА. У нас до сих пор актуален ГОСТ 2004 [12].

Согласно пункту 3.1. ГОСТа под внешним шумом автомобиля понимается совокупность звуков, производимых механизмами, системами и узлами автомобиля при его работе (функционировании) и представляющих собой волновое механическое движение частиц (акустические колебания) воздушной среды с большим числом частот различных амплитуд. Говоря простыми словами это шум выпускной системы двигателя.

Контрольное значение шума (дБА) – наибольшее значение шума выпускной системы двигателя, измеренное при сертифицированных испытаниях на неподвижном автомобиле. Контрольное значение шума указывают в сертификате соответствия а также в эксплуатационной документации на Ваш автомобиль.

Снижение шума на 3 дБА субъективно воспринимается человеком как, снижение звукового давления прим. в 2 раза. Зависимость изменения шума выраженная в дБА величина — логорифмическая.

Особое значение имеет частотная характеристика шума — важная составляющая акустического комфорта в салоне. Так автомобиль может «вписываться» в самые жесткие стандарты по общему уровню шума, но частотная характеристика шума будет такова что на всех или некоторых режимах движения можно услышать неприятные звуки высокой или низкой тональности, «завывания», скрипы и т.д.

В качестве примера можно привести семейство ВАЗ-2109 — изначально тихий (в салоне) автомобиль досаждает скрипом низкокачественного пластика и низкочастотным шумом на низких оборотах коленчатого вала (1,5-2,0 об/мин).

**1.2. Шум и вибрация**

По природе происхождения шумы делятся на воздушные и структурные. Средой распространения воздушного шума является воздух. Средой распространения структурного шума является твердое тело. Применительно к автомобилю это выглядит так. Работающий двигатель через элементы крепления передает вибрацию на кузов, панели которого в зависимости от степени вибрации издают звук — структурный шум.

**1.3. Источники шума в автомобиле**

Условно подразделяются на две группы:

*а) первичные:*

* Двигатель;
* Трансмиссия;
* Система выпуска отработанных газов;
* Шины;
* Потоки воздуха, обтекающие автомобиль при движении.(аэродинамический шум).

Для выпускной системы автомобилей в Росии по ГОСТ Р 41.51 (Правила ЕЭК ООН N51) [13]. не должен превышать значений приведенных в таблице 1.

Таблица 1 Допустимые уровни шума выпускной системы двигателей автомобилей, находящихся в эксплуатации

|  |  |
| --- | --- |
| Тип автомобиля | Уровень шума, дБА |
| Автомобили легковые категории  и грузопассажирские и грузовые категории | 96 |
| Автобусы категории  и автомобили грузовые категории | 98 |
| Автобусы категории  и автомобили грузовые категории | 100 |

*б) вторичные:*

* Металлические панели кузова (пол, крыша, крылья, двери, арки колесных ниш и т.д);
* Крупногабаритные пластмассовые детали интерьера а/м (панель приборов, формованные накладки дверей, декоративный кожух переднего пола под рукоятку КПП, накладки стоек);
* Мелкие металлические конструкции (тяги привода замков, стеклоподъемников и т.п).

**1.4. Пути распространения шума в автомобиле**

Воздушный шум от первичных источников проникает в салон а/м через неплотности кузова (дверные проемы, технологические отверстия пола спереди а/м), а также остекление а/м. Чем толще стекло и панели кузова, тем выше их звукоизоляционные свойства. Воздушный шум от первичных источников тем ниже, чем оптимальнее конструкция самих источников: двигателя, трансмиссии, системы выхлопа, шин (высота и рисунок протектора).

Структурный шум проникает в а/м через элементы подвески к кузову силового агрегата, трансмиссии, системы выхлопа, ходовой части. Вибрация, передаваемая через элементы подвески, заставляет колебаться все без исключения панели кузова, которые в свою очередь излучают структурный шум. Кроме того, звук, излучаемый элементами системы выхлопа (трубами, резонатором, глушителем), приводит к дополнительному возбуждению пола а/м, что вносит ощутимый вклад в общий уровень внутреннего шума. В общий уровень шума в салоне а/м немалую долю вносит отраженный звук (получающийся при отражении звуковых потоков, издаваемых первичными источниками, от дорожного покрытия).

**2. Замеры шума в салоне автомобилей**

Предлагаю вашему вниманию информацию о шумоизоляции машин, замеры которых проводились в районе головы водителя. Замеры проводились на незапущенных ТС (двигатель выключен и соответственно звук издают только внешние источники) – столбец с надписью «фоновый шум». На запущенных ТС на холостом ходу, на скорости 40, 80 и 120 км/ч. Разница в данных таблицах указывает на различие между предыдущими замерами, больше для наглядности превышения шума (желтым цветом). Красным и зеленым цветом показаны 5 замеров машин показавших лучшие результаты и 5 машин показавших наиболее плохие результаты из выбранных 30-ти машин.

|  |  |
| --- | --- |
| Наилучшая шумоизоляция:   1. BMW 750i 2. Lexus ES 250 3. Mercedes Benz E200 4. Audi A6 5. Skoda Octavia A7 | Наихудшая шумоизоляция:   1. LADA Granta 2. Skoda Octavia A5 3. Ford Focus III 4. Skoda Octavia Tour 5. Volvo XC V70 |

Таблица 2. Замер шума автомобилей на холостом ходу

|  | **Марка автомобиля** | **Марка шин** | **Фоновый шум, дБА** | **Холостые, дБА** | **Δ, дБА** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Mazda 3 | Bridgestone В250 | 35 | 41 | 6 |
| 2 | Ford Focus II | Michelin Energy | 35 | 42 | 7 |
| 3 | Skoda Superb | Pirelli Cinturato P7 | 35 | 42 | 7 |
| 4 | Mercedes Benz E200 | Bridgestone Potenza | 34 | 41 | 7 |
| 5 | Skoda Octavia A7 | Michelin Energy | 35 | 42 | 7 |
| 6 | Lexus ES 250 | Yokohama dB E70 | 35 | 42 | 7 |
| 7 | Renault Megane II | Bridgestone В390 | 34,5 | 42 | 7,5 |
| 8 | Skoda Octavia Scout FL | Continental ContilceContact | 35 | 43 | 8 |
| 9 | Audi A6 | Pirelli Cinturato P7 | 33 | 41 | 8 |
| 10 | Mercedes S500 4Matic | Michelin Primacy HP | 33 | 41 | 8 |
| 11 | BMW 750i | Dunlop SP Sport Maxx GT | 34 | 42 | 8 |
| 12 | Skoda Octavia Scout FL | Dunlop SP Sport 01 | 35 | 43,5 | 8,5 |
| 13 | Skoda Octavia Scout FL | Michelin Primacy 3 | 35 | 43,5 | 8,5 |
| 14 | Skoda Octavia Scout FL | Bridgestone Ice Cruiser 7000 | 35 | 44 | 9 |
| 15 | Renault Latitude | Michelin Primacy 3 | 33 | 42 | 9 |
| 16 | Subaru Outback | Yokohama Geolandar g95 | 35 | 44 | 9 |
| 17 | Ford Focus III | Michelin Primacy HP | 32 | 42 | 10 |
| 18 | Skoda Octavia Tour | KUMHO KU31 | 34,5 | 45 | 10,5 |
| 19 | Subaru Forester | Yokohama G051 | 34,5 | 45 | 10,5 |
| 20 | Skoda Octavia A5 | Amtel | 33 | 43,5 | 10,5 |
| 21 | Skoda Octavia A5 | Amtel (новая трасса) | 33 | 43,5 | 10,5 |
| 22 | Citroen C5 | Nokian Hakka Green | 33 | 46 | 13 |
| 23 | Volvo XC V70 | Yokohama Avant ST | 31 | 45 | 14 |
| 24 | LADA Granta | Maxxis MA-Z4S | 34 | 49 | 15 |

Таблица 3. Замер шума автомобилей на скорости 40 км/ч

|  | **Марка автомобиля** | **Марка шин** | **Фоновый шум, дБА** | **40 км/ч, дБА** | **Δ, дБА** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Mercedes Benz E200 | Bridgestone Potenza | 34 | 58 | 24 |
| 2 | Lexus ES 250 | Yokohama dB E70 | 35 | 60 | 25 |
| 3 | BMW 750i | Dunlop SP Sport Maxx GT | 34 | 60 | 26 |
| 4 | Skoda Octavia Scout FL | Michelin Primacy 3 | 35 | 61 | 26 |
| 5 | Skoda Superb | Pirelli Cinturato P7 | 35 | 62 | 27 |
| 6 | Skoda Octavia Scout FL | Continental ContilceContact | 35 | 63 | 28 |
| 7 | Skoda Octavia A7 | Michelin Energy | 35 | 63 | 28 |
| 8 | Mercedes S500 4Matic | Michelin Primacy HP | 33 | 61 | 28 |
| 9 | Skoda Octavia Scout FL | Bridgestone Ice Cruiser 7000 | 35 | 64 | 29 |
| 10 | Renault Latitude | Michelin Primacy 3 | 33 | 62 | 29 |
| 11 | Citroen C5 | Nokian Hakka Green | 33 | 62 | 29 |
| 12 | Subaru Outback | Yokohama Geolandar g95 | 35 | 64,5 | 29,5 |
| 13 | Renault Megane II | Bridgestone В390 | 34,5 | 64 | 29,5 |
| 14 | Audi A6 | Pirelli Cinturato P7 | 33 | 63 | 30 |
| 15 | Subaru Forester | Yokohama G051 | 34,5 | 65 | 30,5 |
| 16 | Skoda Octavia Scout FL | Dunlop SP Sport 01 | 35 | 66 | 31 |
| 17 | Volvo XC V70 | Yokohama Avant ST | 31 | 62 | 31 |
| 18 | Mazda 3 | Bridgestone В250 | 35 | 66 | 31 |
| 19 | Ford Focus III | Michelin Primacy HP | 32 | 63 | 31 |
| 20 | Ford Focus II | Michelin Energy | 35 | 68 | 33 |
| 21 | Skoda Octavia Tour | KUMHO KU31 | 34,5 | 68 | 33,5 |
| 22 | Skoda Octavia A5 | Amtel (новая трасса) | 33 | 67 | 34 |
| 23 | LADA Granta | Maxxis MA-Z4S | 34 | 70 | 36 |
| 24 | Skoda Octavia A5 | Amtel | 33 | 70 | 37 |

Таблица 4. Замер шума автомобилей на скорости 80 км/ч

|  | **Марка автомобиля** | **Марка шин** | **Фоновый шум, дБА** | **80 км/ч, дБА** | **Δ, дБА** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Lexus ES 250 | Yokohama dB E70 | 35 | 66 | 31 |
| 2 | BMW 750i | Dunlop SP Sport Maxx GT | 34 | 65 | 31 |
| 3 | Skoda Octavia Scout FL | Michelin Primacy 3 | 35 | 66 | 31 |
| 4 | Skoda Octavia Scout FL | Continental ContilceContact | 35 | 67 | 32 |
| 5 | Audi A6 | Pirelli Cinturato P7 | 33 | 65 | 32 |
| 6 | Mercedes Benz E200 | Bridgestone Potenza | 34 | 67 | 33 |
| 7 | Skoda Superb | Pirelli Cinturato P7 | 35 | 68 | 33 |
| 8 | Skoda Octavia A7 | Michelin Energy | 35 | 68 | 33 |
| 9 | Skoda Octavia Scout FL | Bridgestone Ice Cruiser 7000 | 35 | 68 | 33 |
| 10 | Citroen C5 | Nokian Hakka Green | 33 | 67 | 34 |
| 11 | Skoda Octavia Scout FL | Dunlop SP Sport 01 | 35 | 69 | 34 |
| 12 | Mercedes S500 4Matic | Michelin Primacy HP | 33 | 68 | 35 |
| 13 | Renault Latitude | Michelin Primacy 3 | 33 | 68 | 35 |
| 14 | Subaru Outback | Yokohama Geolandar g95 | 35 | 70 | 35 |
| 15 | Renault Megane II | Bridgestone В390 | 34,5 | 71 | 36,5 |
| 16 | Subaru Forester | Yokohama G051 | 34,5 | 71 | 36,5 |
| 17 | Volvo XC V70 | Yokohama Avant ST | 31 | 68 | 37 |
| 18 | Ford Focus II | Michelin Energy | 35 | 72 | 37 |
| 19 | Skoda Octavia A5 | Amtel (новая трасса) | 33 | 70 | 37 |
| 20 | Mazda 3 | Bridgestone В250 | 35 | 73 | 38 |
| 21 | Skoda Octavia Tour | KUMHO KU31 | 34,5 | 73 | 38,5 |
| 22 | Ford Focus III | Michelin Primacy HP | 32 | 72 | 40 |
| 23 | Skoda Octavia A5 | Amtel | 33 | 74 | 41 |
| 24 | LADA Granta | Maxxis MA-Z4S | 34 | 76,5 | 42,5 |

Таблица 5. Замер шума автомобилей  на скорости 120 км/ч

|  | **Марка автомобиля** | **Марка шин** | **Фоновый шум, дБА** | **120 км/ч, дБА** | **Δ, дБА** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Lexus ES 250 | Yokohama dB E70 | 35 | 71 | 36 |
| 2 | BMW 750i | Dunlop SP Sport Maxx GT | 34 | 70 | 36 |
| 3 | Audi A6 | Pirelli Cinturato P7 | 33 | 69 | 36 |
| 4 | Skoda Octavia Scout FL | Bridgestone Ice Cruiser 7000 | 35 | 71,5 | 36,5 |
| 5 | Skoda Superb | Pirelli Cinturato P7 | 35 | 72,5 | 37,5 |
| 6 | Skoda Octavia Scout FL | Michelin Primacy 3 | 35 | 73 | 38 |
| 7 | Skoda Octavia Scout FL | Continental ContilceContact | 35 | 73 | 38 |
| 8 | Mercedes Benz E200 | Bridgestone Potenza | 34 | 72 | 38 |
| 9 | Skoda Octavia A7 | Michelin Energy | 35 | 73 | 38 |
| 10 | Mercedes S500 4Matic | Michelin Primacy HP | 33 | 72 | 39 |
| 11 | Subaru Outback | Yokohama Geolandar g95 | 35 | 74,5 | 39,5 |
| 12 | Subaru Forester | Yokohama G051 | 34,5 | 74 | 39,5 |
| 13 | Skoda Octavia Scout FL | Dunlop SP Sport 01 | 35 | 75 | 40 |
| 14 | Renault Latitude | Michelin Primacy 3 | 33 | 73 | 40 |
| 15 | Renault Megane II | Bridgestone В390 | 34,5 | 75 | 40,5 |
| 16 | Skoda Octavia A5 | Amtel (новая трасса) | 33 | 73,5 | 40,5 |
| 17 | Citroen C5 | Nokian Hakka Green | 33 | 74 | 41 |
| 18 | Volvo XC V70 | Yokohama Avant ST | 31 | 72 | 41 |
| 19 | Ford Focus II | Michelin Energy | 35 | 76 | 41 |
| 20 | Skoda Octavia Tour | KUMHO KU31 | 34,5 | 76 | 41,5 |
| 21 | Mazda 3 | Bridgestone В250 | 35 | 77 | 42 |
| 22 | Ford Focus III | Michelin Primacy HP | 32 | 75 | 43 |
| 23 | Skoda Octavia A5 | Amtel | 33 | 76,5 | 43,5 |
| 24 | LADA Granta | Maxxis MA-Z4S | 34 | 80 | 46 |

**3 Методы борьбы с шумом**

Разделяются на конструктивный и пассивный.

**3.1. Конструктивный метод**

1. Применение отбалансированных силовых агрегатов и узлов трансмиссии;
2. Правильный подбор и расчет эластичных элементов подвески силового агрегата, трансмиссии, ходовой части, системы выхлопа;
3. Правильный расчет конструкции системы выхлопа и определение точек ее подвески к кузову;
4. Правильное моделирование конструкции кузова и его жесткости;
5. Выбор прогрессивных конструкций уплотнителей окон и дверных проемов и т.д.

**3.2. Пассивный метод**

## Применение шумоизоляционных и прокладочных материалов.

1. Применение защитных кожухов.

Применение шумоизолирующих материалов последняя ступень в создании «тихого» автомобиля, т.е. прежде всего автомобиль «доводится» конструкционно, а уже потом если возможности конструкции исчерпаны – используются вибро-, звуко- и шумопоглощающих и прокладочные материалы.

**3.3 Практические приемы борьбы с шумом**

Результаты испытаний показывают, что установка полного комплекта шумоизоляционных материалов, например, на автомобиль ВАЗ-2109 позволяет при интенсивном разгоне на третьей передаче снизить интенсивность звука на 40%, а уровень звукового давления — на 30%.

С тех пор как появился автомобиль, люди ищут способ избавиться от присущего ему шума, ставшего неотъемлемой чертой нашего времени. Возможность в салоне негромко разговаривать с пассажиром, наслаждаться хорошей музыкой. Когда в машине ничего не скрипит и не действует на нервы.

Существует несколько различных подходов к шумоизоляции. Первый основан на использовании готовых комплектов, таких как, например, Noisebuster. В него входят заранее вырезанные куски разных материалов и схема автомобиля, на которой показано, в каких местах их клеить. Комплекты сделаны специально под определенную марку машины. Этот сравнительно простой путь позволяет снизить уровень шума примерно на 3 дБ, или приблизительно в полтора раза. В автомобиле становится комфортнее, но многим клиентам хочется большего, особенно при шумоизоляции машин, в которых устанавливают хорошую аудиосистему. В таком случае клиенту обычно предлагают импортные материалы, а стоимость услуги сразу подскакивает до 60000 рублей и выше.  
При инсталляции "продвинутых" аудиосистем владельцы и отечественных машин, и недорогих иномарок зачастую могут позволить себе потратить на шумоизоляцию в районе 30000 рублей. Основное требование к материалам – возможность добиться действительно хороших результатов, сопоставимых с "дорогой" шумоизоляцией на основе импортных материалов.

Материалы должны обладать необходимыми свойствами. Во-первых, специальными: шумоизоляционными и вибропоглащающими. Во-вторых, эксплуатационными: температурной стойкостью, прочностью клеящего слоя, коррозийной стойкостью. И, в-третьих, технологическими: они легко режутся, гнутся и повторяют сложные профили автомобильного кузова и панелей.  
В отличие от готовых комплектов, которые сделаны скорее для самодельщиков, эти материалы поставляются в профессиональной упаковке – листах и рулонах (так удобнее работать при покрытии больших поверхностей).

Чтобы эффективно бороться с шумом, необходимо разобраться в причинах, способствующих его возникновению.

Природа шумов и вибраций в автомобиле разная: разные источники, разные частотные спектры, разная интенсивность. Самая большая проблема при борьбе с внешним шумом – это то, что металл кузова является прекрасным проводником звука. В этом легко убедиться, стукнув по любому металлическому предмету. Соответственно, каждый удар коромысла по клапану, вращение подшипника, каждый удар подвески и амортизатора через буфер передает на кузов и в окружающее пространство свой звук. Добавьте к этому шум и дребезг от пластиковых панелей, шум от вентилятора, нагнетающего воздух. Каждый из них работает в своем частотном диапазоне и создает в салоне тот особый звуковой фон, который действует на нервы.

Естественно, что не существует и универсальных материалов, которые одинаково хорошо снижают шумы на всех частотах. Лучший способ – использовать многослойное покрытие, где каждый слой имеет свои определенные свойства, и такое покрытие в целом обладает оптимальной характеристикой шумо- и вибропоглощения.

Одни материалы обладают хорошими демпфирующими свойствами – будучи приклеенными к пластмассовой панели или к тонкому листовому металлу, они увеличивают его массу и снижают частоту резонанса. Другой механизм лежит в основе материалов из вискозоэластичных компонентов, преобразующих энергию "шумовых" колебаний в тепловую. После обработки вместо громкого звона вибрирующий элемент уже издает намного более тихий и глухой звук, амплитуда которого быстро затухает. Кроме демпфирования, на пути шумов ставят преграду, используя материалы с алюминиевым слоем. Такой тип изоляции называют sound barrier. Часто они выступают в роли своеобразного акустического экрана. И, наконец, третья группа материалов просто поглощает звук, попавший или возникший в салоне, – обычно это мягкие пенистые полимерные материалы.

**3.4. Применение шумозащитных методов на практике**

Для начала салон автомобиля сначала полностью разбирается: снимаются сиденья, обшивка потолка и дверей, торпеда. Затем металл автомобиля готов к обработке. Первый слой– из вибропласта. Этот самоклеящийся материал на основе смеси каучуков с лицевой стороны имеет слой из довольно толстой алюминиевой фольги. Отлично гасит вибрацию. Хорошо подходит для обработки пола, тоннеля, дверей, перегородки моторного отсека, крыши, крышек капота и багажника [10].

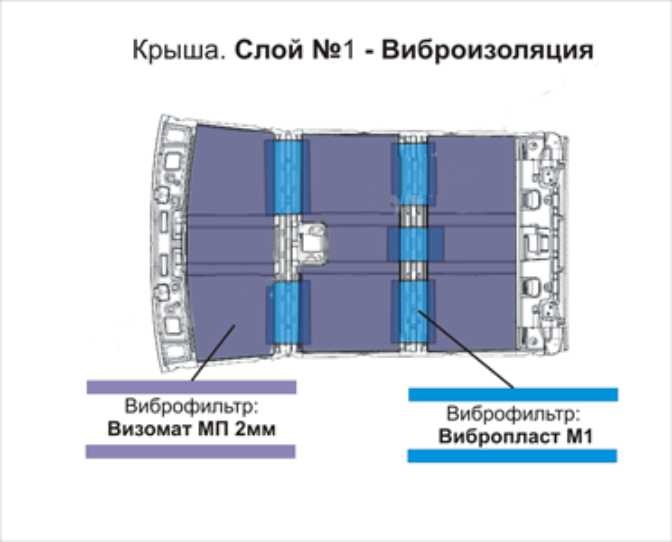


Рисунок 1. Виброизоляция крыши автомобиля

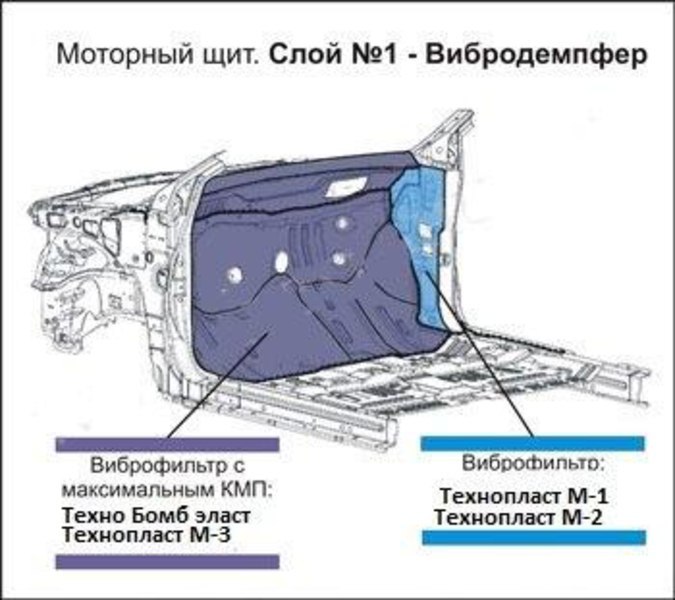


Рисунок 2. Виброизоляция моторного щита автомобиля.

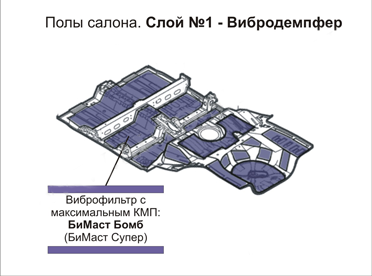


Рисунок 3. Виброизоляция пола автомобиля

Благодаря мягкой ("сырой") каучуковой основе вибропласт обеспечивает 100-процентное герметичное покрытие поверхности так, что она не контактирует ни с воздухом, ни с влагой. Поэтому вибропласт еще и играет роль дополнительного антикоррозийного покрытия. Он надежно держится практически на любой поверхности. Хорошо гасит низкочастотную составляющую шумового спектра: гул кузова, шумы от подвески. Перед нанесением материала обрабатываемую поверхность нужно обезжирить ацетоном или растворителем и дать подсохнуть 5-10 минут [10].

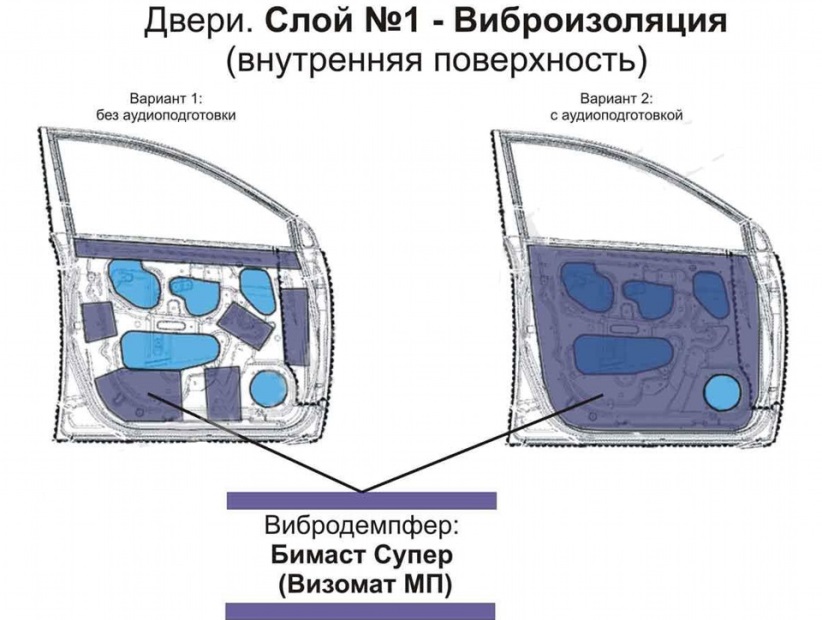


Рисунок 4. Виброизоляция дверей автомобиля

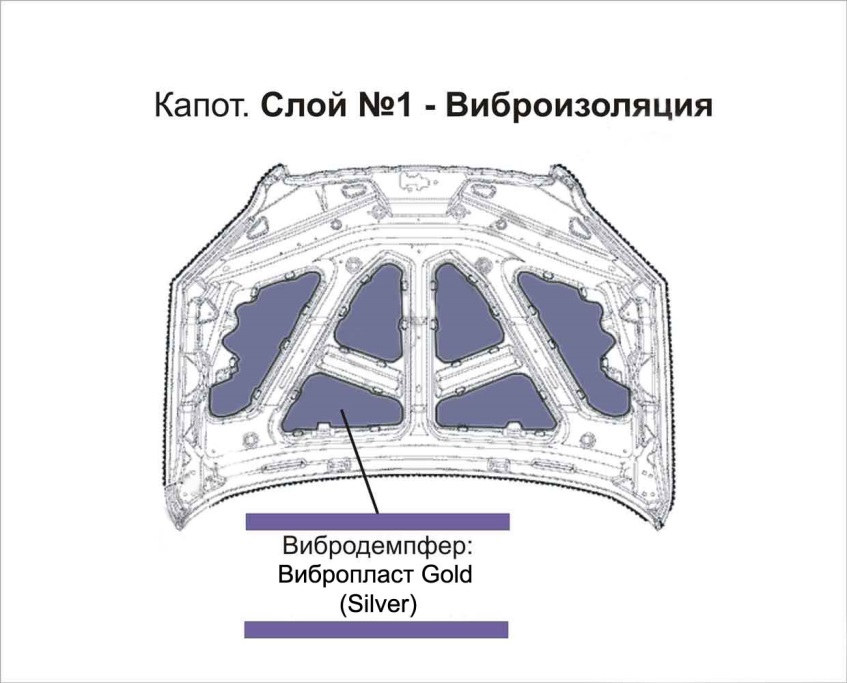


Рисунок 5. Виброизоляция капота

Впрочем, вибропласт – наименее критичный к качеству поверхности из всех материалов. Однако он и самый дорогой. Минимальная цена в городе, исходя из стоимости комплекта на автомобиль, около 16 реальных денежных единиц за 1 кв.м.

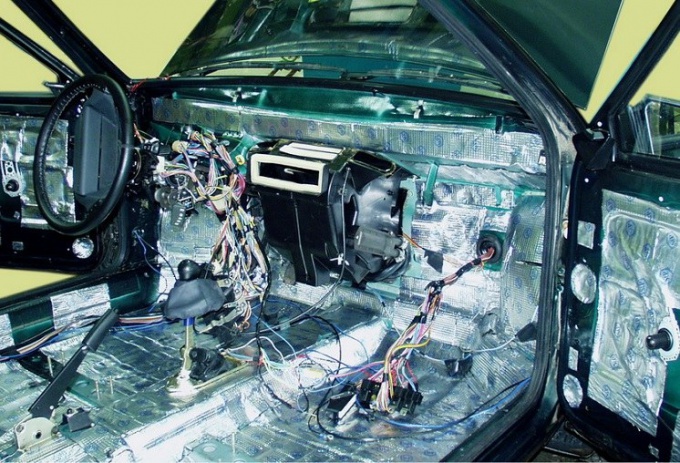


Рисунок 6. Применение вибропласта на автомобиле ВАЗ –2109

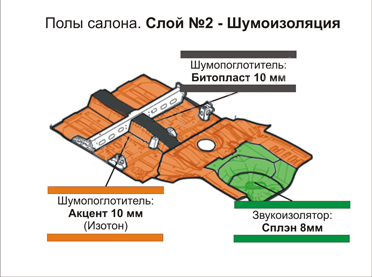


Рисунок 7. Применение сплена в нише запаски

Следующий слой – из сплена. Сплен – звукопоглощающий материал из пенополиэтилена. Чаще всего применяются три варианта разной толщины: 2, 4 или 8 мм. Он также имеет липкий слой и клеится поверх вибропласта.

Для третьего слоя используется визомат – самоклеящийся полимерный материал. В обычном состоянии он довольно жесткий, но при разогреве с помощью теплопистолета (строительного фена) визомат размягчается и легко наносится на поверхность. Он очень удобен в работе, не впитывает влагу. Отлично гасит резонансы не только металлических, но и пластмассовых панелей [10].

Многослойное покрытие получается на самых проблемных с точки зрения шумов местах: на полу, дверях, перегородке моторного отсека (щитке передка). В этом многослойном композите есть все, что нужно для эффективной борьбы с шумами и вибрациями: липкая битумная основа, алюминиевый виброгасящий слой, пористый закрытоячеистый звукопоглотитель и плотный внешний слой. Однако при дефиците денежных средств можно ограничиться и двумя слоями (вибропласт и сплен). Вместо сплена, где позволяют условия, лучше использовать более толстый пористый материал – пролин. Однако его упругость по всей поверхности не всегда дает возможность применить его под плотно прилегающими декоративными панелями. В этом случае необходимым условиям отвечает материал битопласт. Он, имея пористую, хорошо гасящую звук структуру, в точках крепления ужимается без особых усилий и позволяет добиться плотной "привязки" внешних ранее дребезжащих элементов декоративной отделки салона к предварительно обработанной поверхности кузова автомобиля. Как полезный побочный эффект – устранение скрипов.

Для моторного отсека используют изотон – самоклеящийся материал с толстой пенополиуретановой основой и металлизированным лавсановой пленкой внешним слоем, стойким к агрессивным средам и высоким температурам. Его можно применять вместе с вибропластом, например, для обработки щитка передка со стороны моторного отсека. Обязательное условие хорошей звукоизоляции под капотом – обработка капота вибропластом с последующей оклейкой изотоном [10].

Кроме перечисленных выше поверхностей кузова, обрабатываются и дверные панели, и торпедо, которое полностью демонтируется. Металлическую поверхность под торпедо обрабатывают таким же способом, как и пол, – тройной шумоизоляцией. При самой серьезной обработке некоторые полости торпедо заполняют пеной, чтобы весь узел стал монолитным и глухим. Почти всегда после такой операции установщики увеличивают число точек крепления торпедо к кузову.

При более тщательной обработке места соприкосновения металла и пластика обрабатываются специальной лентой для устранения скрипов. Стыки между деталями из пластика дверных панелей обрабатываются и по возможности укрепляются для устранения скрипа и дребезжания. Особое внимание уделяется звенящим деталям механизмов отпирания дверей и стеклоподъемников. Тем не менее, на фоне общего снижения шума даже незначительное дребезжание на отдельных участках наших дорог вызывает раздражение. По этой причине часть машин после обработки все же возвращается на устранение терявшихся ранее мелких шумов. Владельцу "Волги", "Нивы" или какого-либо дизельного автомобиля уменьшения шума полностью не достичь. К сожалению, в данных автомобилях полная тишина недостижима, без существенных конструктивных изменений. Но если удается снизить шум в 2-2,5 раза, на слух это очень заметно.

**Заключение**

В результате данной работы был разработан комплекс мероприятий по защите от шума в транспортных средствах

И обработка кузова и салона, способная снизить шум при движении, – один из наиболее распространенных сейчас способов придать машине индивидуальность и комфортность.

Впрочем, естественно, никто не мешает, используя материалы "Шумоизол", предлагать и "более малобюджетную" или простую шумоизоляцию для массового потребителя, однако результат будет менее эффективен. В этом случае следует обращать внимание на тип автомобиля, где он произведен, насколько он старый и какой в машине двигатель. Анализ этих данных позволяет сосредоточить антишумовую обработку на наиболее проблемных местах и сократить расходы на данный вид услуг. Однако полная обработка позволяет, помимо шума, решить еще и проблему сохранения автомобиля.

Дело в том, что пористые материалы, ко всему прочему, способствуют сохранению температуры в салоне как зимой, так и летом. Меньше усилий тратит кондиционер на поддержание температуры в салоне – меньше расход топлива. К тому же, не выпадает конденсат на металле при перепадах температуры за бортом. При обработке подкапотного пространства изотоном быстрее происходит прогрев двигателя зимой и медленнее происходит остывание.

Были приведены таблицы, из которых видно, что проведение данных мероприятий снижает шум в автомобилях до нормативных или близких к ним значениям.

**Список сокращений**

ЗИ – звукоизоляция.

ЗП – звукопоглощение.

ИШ – источник шума.

ТС – транспортное средство

УЗД – уровень звукового давления.

**Список использованной литературы**

1. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник / Н.И. Иванов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2015 - 424 с.
2. Горлов Ю.П Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий Москва: Высшая школа, 1989 – 384 с.
3. Лопашев Д.З., Осипов Г.Л., Федосеева Е.Н. Методы измерения и нормирование шумовых характеристик – М.: Государственное издательство стандартов, 1983 – 232 с.
4. Блинова Л.П., Колесников А.Е., Ланганс Л.Б. Акустические измерения // М.: Государственное издательство стандартов, 1971 – 272 с.
5. Шубов И.Г. Шум и вибрация электрических машин Л.: Энергоатомиздат, 1986 – 208 с.
6. Eckard Mommertz. Acoustics and sound insulation. *Birkhäuser*, 2009 – 112 с.
7. Wyerman, B. and Connelly. Attenuation of Vehicle Noise using Different Trunk Insulation Systems. SAE *Technical Paper*, 2009 – 150 с.
8. Sound Insulation*: Theory into Practice*. Dr Carl Hopkins. — Routledge, 2008 – 181 с.
9. Eckard Mommertz. Acoustics and sound insulation. *Birkhäuser*, 2009 – 147с
10. Шумоизоляция автомобиля. Иллюстрированное пособие. Монолит, 2015 – 48 с.
11. Осипов Л.Г., Бобылев В.Н. Звукоизоляция и звукопоглощение. –М.: Астрель, 2009 – 450 с.

# 12) [ГОСТ Р 52231-2004](http://zakon-auto.ru/files/gost52231-2004.docx). Внешний шум автомобилей в эксплуатации. Допустимые уровни и методы измерения.

# 13) ГОСТ Р 41.51-2004 (Правила ЕЭК ООН N 51). Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств, имеющих не менее четырех колес, в связи с производимым ими шумом.