

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

А.В. Пузаков, А.В. Просиков

ШУМОИЗОЛЯЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Оренбург

2015

УДК 629.5.8)
ББК 39.33-04я73
П 88

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Р.Ф. Калимуллин

Пузаков, А.В.

П-88 Шумоизоляция автомобилей: методические указания / А.В. Пузаков, А.В. Просиков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 73 с.

Методические указания по выполнению лабораторной работы предназначены для студентов, обучающихся по программе высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов при изучении дисциплины «Технология тюнинговых услуг».

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

© Пузаков А.В.,

Просиков А.В., 2015

© ОГУ, 2015

Содержание

Введение.....	5
1 Цель работы.....	6
2 Задание.....	6
3 Оборудование и инструмент.....	6
4 Основные теоретические сведения.....	7
4.1 Теория возникновения и распространения шумов в автомобиле.....	7
4.2 Источники шума в автомобиле.....	9
4.3 Нормы уровня шума.....	13
4.4 Способы борьбы с шумом в автомобиле.....	15
4.4.1 Конструктивный метод.....	15
4.4.2 Шумопоглощающие элементы.....	17
4.4.3 Пассивный метод.....	20
4.5 Обзор материалов, применяемых при шумоизоляции.....	24
4.5.1 Назначение и предъявляемые требования.....	24
4.5.2 Вибродемпфирующие материалы.....	26
4.5.3 Звукопоглощающие материалы.....	29
4.5.4 Звукоизолирующие материалы.....	32
4.5.5 Теплоизолирующие материалы.....	35
4.5.6 Противоскрипные материалы.....	37
4.5.7 Декоративные материалы.....	38
4.6 Схема установки шумоизоляционного покрытия.....	40
4.6.1 Схема шумоизоляции дверей автомобилей.....	43
4.6.2 Схема шумоизоляции пола салона автомобиля.....	46
4.6.3 Схема шумоизоляции капота автомобиля.....	47
4.6.4 Схема шумоизоляции крыши автомобиля.....	48
5 Порядок выполнения работы.....	50
5.1 Оценка шумовых характеристик автомобилей.....	50

5.2 Порядок нанесения шумовиброизоляционного покрытия.....	53
5.2.1 Подготовка к монтажу.....	53
5.2.2 Разборка салона.....	55
5.2.3 Очистка салона.....	55
5.2.4 Монтаж шумовиброизоляции.....	56
5.3 Оценка эффективности шумоизоляции.....	58
6 Контрольные вопросы.....	60
Список использованных источников.....	64
Приложение А Форма протокола испытаний автотранспортного средства	65
Приложение Б Бланк лабораторной работы.....	68
Приложение В Уровни шума.....	72

Введение

Лабораторные работы являются одной из форм проведения занятий по дисциплине «Технология тюнинговых услуг». Целью занятий является приобретение практических навыков выполнения работ по тюнингу и дооборудованию автомобилей, а также освоение методов определения эффективности подобных воздействий.

Лабораторная работа «Шумоизоляция автомобиля» посвящена вопросам возникновения и способам борьбы с шумом в автомобилях, разработке схем нанесения шумовиброизолирующего покрытия и оценке эффективности мероприятий по шумоизоляции автомобилей.

Лабораторная работа содержит описание процедуры замера уровня внутреннего и внешнего шума автомобиля до и после проведения шумоизоляции, порядок выполнения комплекса работ по улучшению виброакустических свойств автомобилей, а также описание основных шумовиброизолирующих материалов.

Контрольные вопросы позволяют оценить, как степень подготовленности студентов к защите лабораторных и практических работ, так и общий уровень знаний по данному разделу курса.

1 Цель работы

Приобрести практические навыки улучшения виброакустических свойств автомобиля. Научиться измерять внешний и внутренний уровень шума автомобиля. Сделать вывод об эффективности проведенных мероприятий.

2 Задание

1. Провести экспериментальное определение внешнего и внутреннего уровня шума автомобиля во время стоянки и в движении до улучшения его виброакустических свойств.

2. Подобрать необходимый шумовибропоглощающий материал и составить схему его нанесения.

3. Выполнить комплекс воздействий по улучшению виброакустических свойств автомобиля.

4. Провести экспериментальное определение внешнего и внутреннего уровня шума автомобиля во время стоянки и в движении после улучшения его виброакустических свойств

5. Сравнить уровни шума до и после проведения шумоизоляции сделать заключение об эффективности мероприятий по улучшению виброакустических свойств автомобиля.

3 Оборудование и инструмент

Фигурные отвертки, плоскогубцы, ключи, съемник пластиковых клипс, технический термофен (тепловой пистолет), прикаточный валик, нож со сменными лезвиями, ножницы; наждачная бумага, щетка с металлической щетиной, шпатель, состав для обезжиривания поверхности,

перчатки, шумомер ОКТАВА-110А.

4 Основные теоретические сведения

Наиболее характерными причинами транспортного дискомфорта, присутствующими в большинстве серийно выпускаемых автомобилей среднего класса, в частности, российских, в общем случае являются звуковые колебания и вибрации, возникающие в процессе движения автомобиля и передающиеся от двигателя и трансмиссии напрямую в салон. Объяснение подобного рода процессам принято находить в несовершенстве заводской технологии вибродемпфирования, шумопоглощения и шумоизоляции, вызванное стремлением производителя сократить издержки на производство и себестоимость одной сборочной единицы, и поэтому использующим изначально менее качественные звукогасящие материалы с низкими эксплуатационными свойствами.

Повышение вибрации и шума внутри салона автомобиля резко снижает акустическую комфортабельность, вызывают быструю усталость и способствует снижению концентрации внимания водителя, что в отдельных случаях может повлечь за собой риск создания аварийной ситуации.

4.1 Теория возникновения и распространения шумов в автомобиле

Источником акустического шума могут быть любые нежелательные механические колебания в твёрдых, жидких и газообразных средах.

Различают:

– механический шум, вызываемый вибрацией, соударениями твёрдых тел;

- аэро- или гидродинамический шум, возникающий в турбулентных потоках газов или жидкостей в результате флуктуации давления (например, в струе реактивного двигателя);
- термодинамический шум, обусловленный флуктуациями плотности газа (например, в процессе горения), а также резким повышением давления (например, при взрыве, электрическом разряде);
- кавитационный шум, связанный с захлопыванием газовых полостей и пузырьков в жидкостях (кавитаций).

По природе происхождения эти шумы делятся на воздушные и структурные. Средой распространения воздушного шума является воздух. Средой распространения структурного шума является твердое тело.

Звуковые волны от работающего двигателя, а попросту - шум, распространяются во все стороны. При прохождении через металлические стенки моторного отсека, штатную шумоизоляцию, ковры и подобные элементы салона, интенсивность шума значительно понижается. Однако он все равно слышен. Проходя сквозь стенки моторного отсека (а также в любом другом месте), звуковые волны теряют свою энергию, но вызывают вибрацию поверхности.

Более всего вибрациям подвержены «плоские» поверхности большой площади: пол, крыша, стенка моторного отсека, филенки дверей, боковины багажника и т.п. Менее – ребра жесткости кузова, элементы с малой площадью и с большим числом «изгибов» металла: стойки и др.

Вибрация – следствие перехода энергии звуковой волны в механическую энергию колебаний. Кроме того, вибрации металлических поверхностей связаны непосредственно с вибрацией элементов самого автомобиля таких, как двигатель, трансмиссия, элементы ходовой части и т.д.

Амплитуда вибраций металла невелика, но эти колебания порождают новые звуковые волны, которые мы также слышим. Также шуршит и скрипит навесное оборудование – антенны, антикрылья,

спойлеры, зеркала, багажник, молдинги. Здесь источник шума – поток воздуха, проходящий в неровностях кузовного оборудования.

Практически невозможно отделить первичные (проникающие через уплотнители) звуковые волны от вторичных (вызванных вибрацией металлических поверхностей) – слышен просто широкополосный шум.

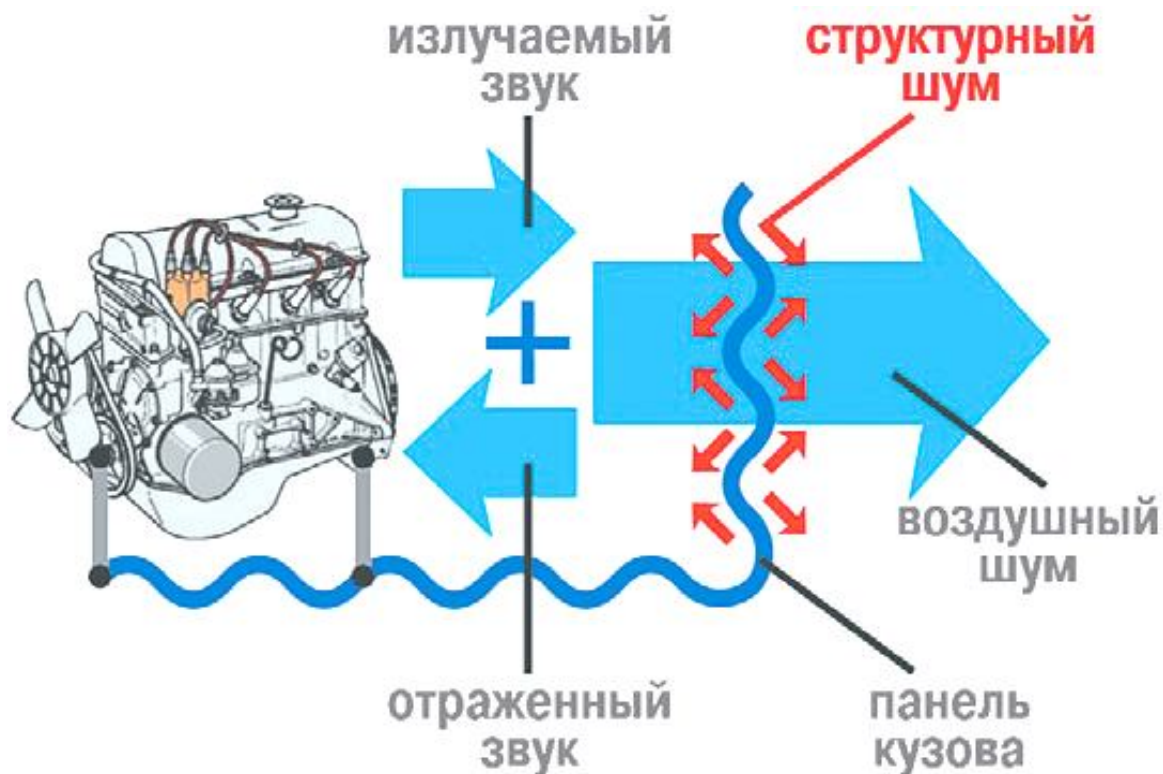


Рисунок 1 – Первичный источник шума – двигатель (воздушный шум), вторичный источник шума – панель кузова (структурный шум)

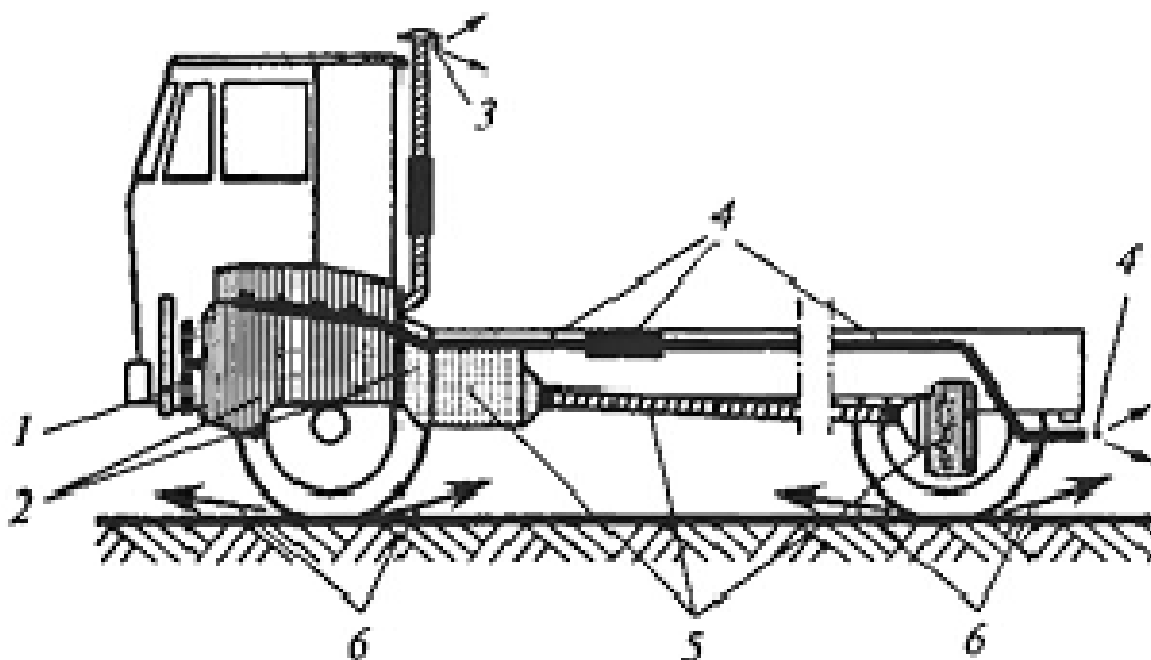
4.2 Источники шума в автомобиле

Условно источники возникновения шума можно разделить на две группы:

а) первичные: двигатель, трансмиссия, система выпуска отработанных газов, шины, потоки воздуха, обтекающие автомобиль при движении (аэродинамический шум);

б) вторичные: металлические панели кузова (пол, крыша, крылья, двери, арки колесных ниш и т.д.), крупногабаритные пластмассовые детали интерьера автомобиля (панель приборов, формованные накладки

дверей, декоративный кожух переднего пола под рукоятку КПП, накладки стоек), мелкие металлические конструкции (тяги привода замков, стекло-подъемников и т.п.).



1 — вентилятор; 2 — двигатель; 3 — система впуска; 4 — система выпуска; 5 — трансмиссия; 6 — шины

Рисунок 2 – Источники шума автомобиля

Вклад каждого из перечисленных источников зависит от автомобиля и режима движения. В таблице 1 приведены сравнительные вклады различных источников во внешнее звуковое поле для легкового автомобиля и грузового тягача, измеренные на расстоянии 7,5 м.

Таблица 1 – Вклад источников шума во внешнее звуковое поле

Источник шума	Уровень звука, дБ А	
	Грузовой тягач	Легковой автомобиль
Двигатель (ДВС)	90	84
Система выпуска (с глушителем)	82	74
Трансмиссия	75	70
Вентилятор системы охлаждения	78	66
Система впуска двигателя	70	65
Трение шин (при движении с выключенным ДВС)	70	68

Воздушный шум

От первичных источников проникает в салон автомобиля через зазоры в кузове (дверные проемы, технологические отверстия переднего пола), а также остекление автомобиля. 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), уплотнителей дверей.

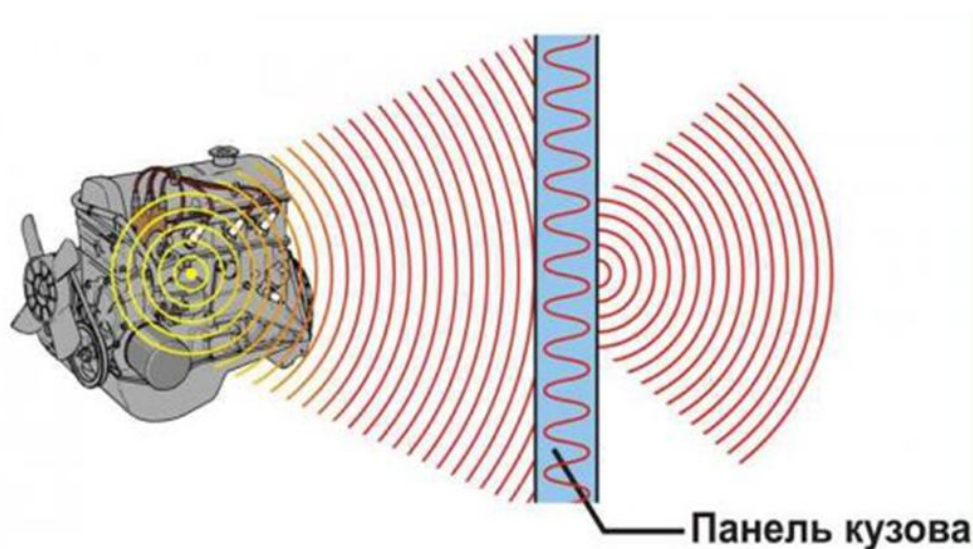


Рисунок 3 – Воздушный шум

Структурный шум

Проникает в автомобиль через элементы подвески к кузову силового агрегата, трансмиссии, системе выхлопа, ходовой части.

Вибрация передается кузову через крепления двигателя, так получается дребезжание, скрип, шорох.

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 колебаний днища автомобиля, что вносит ощутимый вклад в общий уровень внутреннего шума.

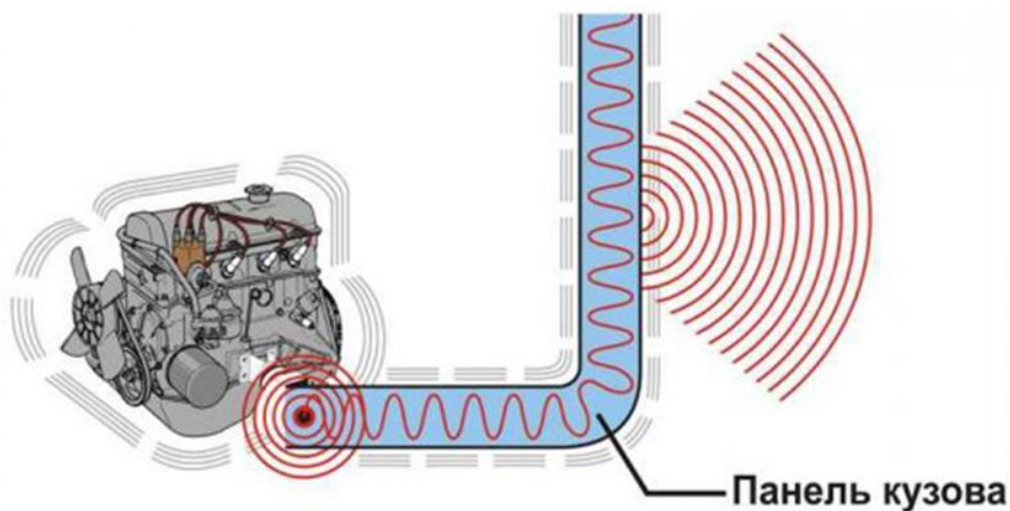


Рисунок 4 – Структурный шум

В конструкции автомобиля присутствуют системы, отвечающие за виброизоляцию кузова от виброактивных агрегатов и систем. Такие как: вибродемпферы и виброизоляторы, подушки опор и подвеска силового агрегата, подвеска системы выпуска отработавших газов, подушка опор радиатора системы охлаждения, сайлентблоки и резиновые элементы подвески автомобиля, которые обеспечивают перепады уровней виброускорений до и после опор на рекомендуемую величину, не менее 26 дБ, то есть в 20 раз.

Несмотря на это, в салоне автомобиля невозможно обеспечить высокий акустический комфорт, необходимый как с точки зрения соблюдения национальных норм (ГОСТ Р 51616-2000), так и с точки зрения сохранения здоровья, безопасности и просто хорошего настроения водителя, и пассажиров.

Помимо вибрационных, в автомобиле имеются источники шума аэродинамического типа (открытые срезы труб впуска и выпуска, зоны контакта зубчатого ремня привода ГРМ со шкивами, а также лопасти вентилятора системы охлаждения двигателя), шум от которых передаётся в пространство салона автомобиля воздушным путем. Естественно, для устранения этих источников и путей их передачи необходимо применить также своеобразные шумоизоляционные методы.

К тому же, сам по себе автомобиль представляет собой систему, которая очень похожа на сложный многоканальный звукоизлучающий инструмент со сложным взаимодействием и взаимовлиянием отдельных каналов друг на друга. В результате чего, в замкнутом пространстве салона (кабине) автомобиля образуется акустическое поле, неоднородное по интенсивности звука, с более или менее выраженными узлами (минимумами) и пучностями (максимумами) звуковых давлений на низких резонансных частотах колебаний воздушного объема салона как упруго-массовой колебательной системы. В области средних и высоких частот звукового спектра (свыше 500 Гц), в салоне автомобиля характер звукового поля носит диффузный характер, который вызывается, в основном, многократным переотражением звуковых волн от находящихся в салоне предметов и стенок самого салона.

4.3 Нормы уровня шума

Значения показателей шума для транспортных средств нормируются ГОСТами и международными стандартами.

Нормативы для легковых автомобилей

По евростандарту, внешний шум – не более 74 дБ.

ГОСТ Р 51616-2000 внутренний и шум – не более 78 дБ.

За рубежом нормативы пересматриваются каждые 2-3 года, причем требования к снижению шума довольно жесткие – на 2-3 дБ.

Снижение шума на 3 дБ субъективно воспринимается человеком как снижение звукового давления примерно в 2 раза. Зависимость изменения шума, выраженная в дБ логарифмическая.

Нормирование шума звукового диапазона осуществляется двумя методами: по предельному спектру уровня шума и по дБ А. Первый метод устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) в девяти октавных полосах со среднегеометрическими значениями частот: 63, 125, 250, 500,

1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Вторым методом применяется для нормирования непостоянных шумов и в тех случаях, когда неизвестен спектр реального шума. Нормируемым показателем в этом случае является эквивалентный уровень звука широкополосного постоянного шума, оказывающий на человека такое же влияние, как и реальный непостоянный шум, измеряемый по шкале «А» шумомера.

Допустимые уровни шума

1. В качестве оценочного показателя устанавливается уровень звука в децибелах акустических (дБ А) по ГОСТ 17187-2010.

2. Допустимые уровни шума опытных образцов автомобилей приведены в таблице 2.

3. Допускается увеличение уровней внутреннего шума полноприводных легковых и грузопассажирских автомобилей на 2 дБ А.

4. Для автобусов с передним расположением двигателя, производство которых начато до 01.01.89 г. допускается увеличение уровня шума на 2 дБ А.

5. Уровни шума серийных автомобилей при испытаниях в объеме гарантийного пробега не должны превышать более чем на 1 дБ А значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 - Допустимые уровни шума базовых моделей

Тип автомобиля	Уровни звука дБ А автомобилей, производство которых начато	
	до 01.01.1991	с01.01.1991
Легковые и грузопассажирские автомобили	80	78
Грузовые автомобили и автопоезда для международных и междугородных перевозок	82	80
Остальные грузовые автомобили и автопоезда	84	82
Автобусы с передним расположением двигателя		
Рабочее место водителя	82	80
Пассажирское помещение	81	80
Автобусы с другим расположением двигателя		
Рабочее место водителя	78	78
Пассажирское помещение (кроме городского автобуса)	82	80
Пассажирское помещение городского автобуса	84	82

П р и м е ч а н и я

1. Под грузовыми автомобилями и автопоездами для международных и междугородных перевозок подразумеваются автомобили, в которых имеется спальное место.

2. Для модифицированных автомобилей допустимые нормы устанавливаются равными нормам для базовых моделей.

4.4 Способы борьбы с шумом в автомобиле

4.4.1 Конструктивный метод

Основные способы

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.

Самый простой, дешёвый и в то же время довольно эффективный способ – закрепить все свободно лежащие вещи, инструменты должным образом и следить за порядком в салоне. Уже принятие этих простых мер существенно уменьшит шум.

Борьба с вибрациями также является одним из методов шумоизоляции автомобиля. Следует проверить исправность агрегатов и различных узлов - подвески, рулевого управления, трансмиссии, двигателя. При обнаружении неисправностей, следует провести качественный ремонт, это решит часть проблем с нежелательными звуками.

Громкость внешних шумов также необходимо принять во внимание. Как правило, на высокой скорости возникновение шума обусловлено взаимодействием шин и дорожного покрытия. Громкость такого шума зависит от рисунка протектора шин. Самые бесшумные шины – нешипованные, с чередованием шапок протектора разных размеров. Замена шин обходится недешево, но как один из способов сделать автомобиль тише его рассматривать можно.

Для изоляции салона от шума, передаваемого через элементы ходовой части автомобиля от микропрофиля дорожного покрытия (через элементы подвески автомобиля), в современных конструкциях легковых автомобилей применяются большеобъемные резинометаллические сайлентблоки, размеры которых соизмеримы с опорами (подушками) силового агрегата.

Следует иметь в виду, что далеко не все источники нежелательных звуков устраняемы: часть из них связаны с конструктивными особенностями автомобиля.

Как правило, борьбу с шумом начинают с самого простого действия – регулировки жесткости крепления навесного оборудования (багажник, антикрыло, зеркала, антенны, декоративные накладки и прочее).

4.4.2 Шумопоглощающие элементы

Современный легковой автомобиль комплектуется эффективными шумопоглощающими элементами такими, как:

1. Крупногабаритные, объемом до 26 литров, глушители шума выпуска (выхлопа) отработавших газов с шумозаглушающим эффектом не менее 35 дБ А.

П р и м е ч а н и е – Глушитель с двойной приемной трубой (с зазором между стенками) имеет более высокую звукоизолирующую способность, по сравнению с одинарной.

2. Камеры дополнительных (предварительных) глушителей заполняются шумопоглощающей набивкой из базальтового волокна, металлической шерсти или, в отдельных случаях, из стекловолокна.

3. Каталитические нейтрализаторы выполняют роль дополнительного глушителя, как правило, невысокой эффективности (не более 2 – 3 дБ А).

4. Термозкраны, выполненные в виде слоеных листовых конструкций, дополнительно повышают шумоизоляцию панелей днища кузова.

5. Сильфонные, или шаровые, компенсаторы колебаний выхлопной системы, устанавливаемые в зоне приемной трубы глушителей, не только предотвращают от разрушения нейтрализатор и кислородные датчики, но и значительно ослабляют колебания выхлопной системы, уменьшая влияние

структурного звука, излучаемого поверхностями стенок корпусов глушителей и участками трубопроводов выхлопной трассы.

6. Крупногабаритные воздухоочистители системы впуска двигателей, объем камер которых в современных конструкциях легковых автомобилей достигает 9 литров и которые, кроме функции очистки воздуха, выполняют параллельную функцию глушения шума впуска, генерируемого процессом открывания впускных клапанов и пульсациями засасываемого в цилиндры воздуха.

При этом система современного двигателя легкового автомобиля оборудуется дополнительными шумозаглушающими устройствами, четвертьволновыми резонаторами (в виде тупиковых с жестким доньшком трубчатых отростков, параллельно подключаемых к участкам впускного трубопровода), и резонаторами Гельмгольца в виде соответствующих камер, подключаемых параллельно к участкам трубопроводов через специальные единичные горлышки или через семейство горлышек, образуемое отверстиями перфорации трубопровода, охваченное герметичным кожухом.

В ряде случаев используются расширительные камеры, подключаемые последовательно на отдельном участке трубопровода трассы впускной системы двигателя. Известны применения указанных выше резонаторов не только на участках трубопроводов впускной системы, но и их непосредственное подключение к камерам воздухоочистителя или ресивера в виде компактных интегрированных конструкций; широко распространены также конструкции шумопоглощающих воздухозаборных шлангов, изготовленных из волокнистых плетеных материалов.

7. Электровентиляторы системы охлаждения двигателя с закольцованной крыльчаткой вентилятора, что реализует безззорное сочленение периферии лопастей с направляющим кожухом, благоприятное с точки зрения минимизации генерируемого аэродинамического шума

вентилятора. В отличие от крыльчатки с механическим приводом, электровентилятор вращается с относительно невысокой частотой вращения, не превышающей 3500 об/мин, что также весьма благоприятно с точки зрения невысокого излучаемого шума. Учитывая, что электродвигатель может являться источником вибрационного возбуждения кузова, весьма важно выполнить его полную вибрационную развязку с кузовом посредством установки эффективных опор радиатора с кузовом.

8. Эффективной шумопоглощающей мерой снижения корпусного шума двигателя за счет демпфирования резонансных крутильных (и изгибных) колебаний коленчатого вала двигателя следует признать использование демпфера крутильных колебаний коленвала, смонтированного на носке коленвала в виде интегрированной конструкции с приводным шкивом (типа ВАЗ 2110). Он обеспечивает эффект снижения корпусного шума двигателя на 2 – 3 дБ А за счет снижения амплитуд крутильных колебаний на оси коленвала в 2 – 5 раз.

9. Выполнение выпукло-вогнутых динамически жестких поверхностей стенок блок-картера и масляного поддона двигателя также в значительной мере способствует снижению корпусного шума двигателя, возникающего вследствие работы кривошипно-шатунного механизма двигателя. В отдельных случаях масляный поддон (картер) выполняется цельноштампованным из трехслойного материала МРМ («металл-пластик-металл»), обладающего высокими виброшумодемпфирующими свойствами.

10. Применение зубчато-ременного привода механизма газораспределения в сочетании с компактным непосредственным приводом клапанов, отличающимся меньшим числом кинематических и динамических связей и установленными минимальными зазорами в подвижных сочленениях деталей газораспределительного механизма. Полная виброизоляция клапанной крышки от головки цилиндров позволяет считать газораспределительный механизм и его привод второстепенным

источником шума современного легкового автомобиля. Дополнительно этот источник шума двигателя в отдельных моделях автомобилей ослабляется верхним звукоизолирующим кожухом (акустической полукапсулой), выполненным в виде изящной, с хорошим дизайном, верхней декоративной крышки.

11. Кардинальной (функциональной) мерой, уменьшающей корпусной (структурный) шум современного двигателя легкового автомобиля, следует признать применение ужесточающего бруса (плиты), связывающего в единый жесткий моноблок (рамка лестничного типа) динамически подвижные подшипниковые опоры коленчатого вала и обеспечивающего снижение корпусного шума двигателя на 2 – 4 дБ А.

В современных конструкциях легковых автомобилей возникают и дополнительные проблемы акустического дискомфорта в салоне автомобиля – это проблемы шума, излучаемого большим количеством малогабаритных электрических машин и приводов – электробензонасоса в топливном баке, электродвигателей отопителя, очистителей стекол, стеклоподъемников и т.п. Причем, чем в большей степени ослаблена передача шума от силового агрегата и систем двигателя в салон автомобиля, тем в большей степени проявляют себя такие мелкие источники шума из-за ослабления маскирующего эффекта шумами силового агрегата и системами двигателя.

4.4.3 Пассивный метод

Пассивный метод включает в себя два вида изоляции:

1. Применение вибро-, звукопоглощающих, звукоизолирующих и уплотнительных материалов.
2. Применение защитных кожухов.

Применение шумоизолирующих материалов – последняя ступень создания «тихого» автомобиля, т.е. прежде всего автомобиль

усовершенствуется конструкционно, а потом, если возможности конструкции исчерпаны, используются вибро-, звукопоглощающие, звукоизолирующие и уплотнительные материалы.

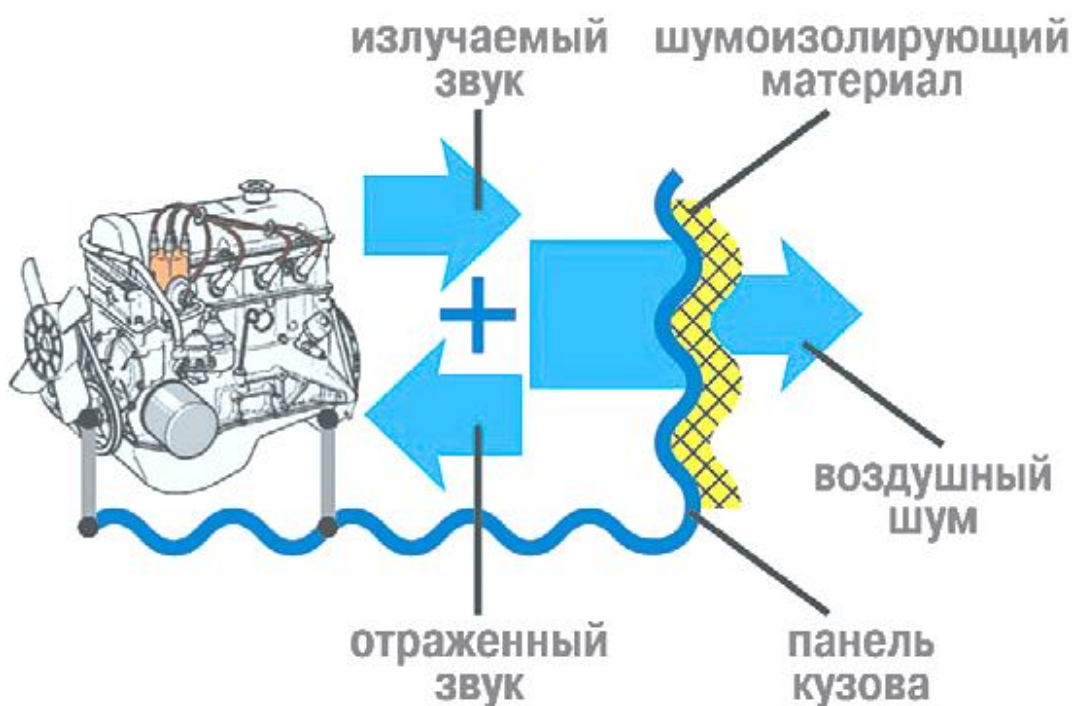


Рисунок 5 – Снижение воздушного шума с помощью звукоизолирующих материалов

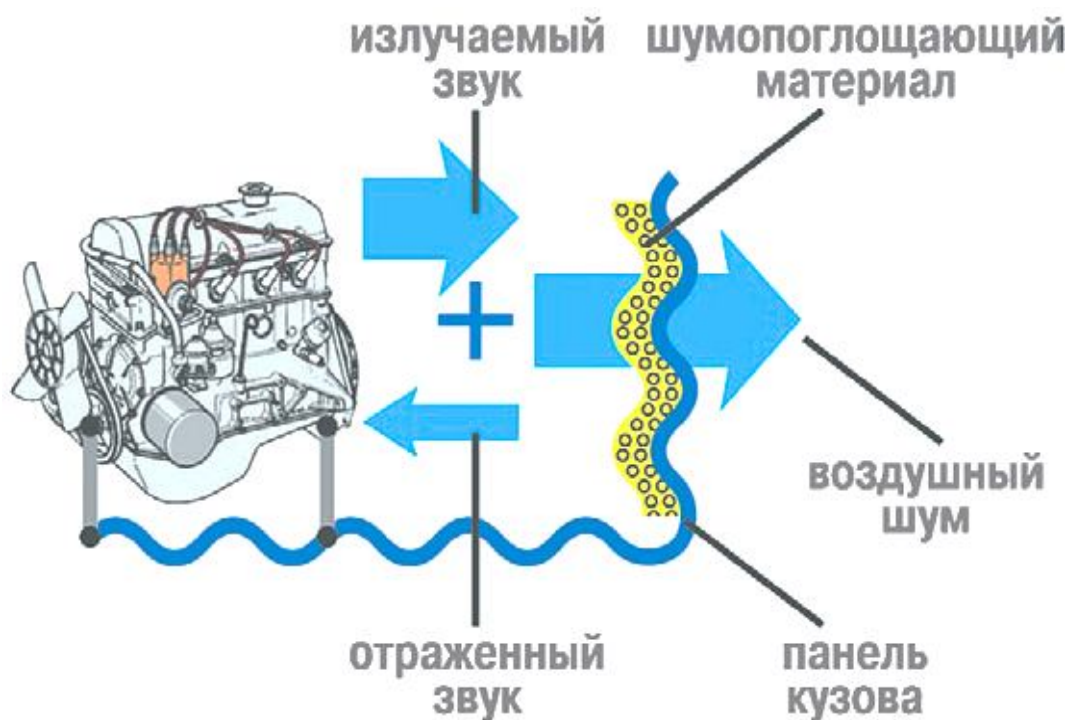


Рисунок 6 – Снижение воздушного шума с помощью звукопоглощающих материалов

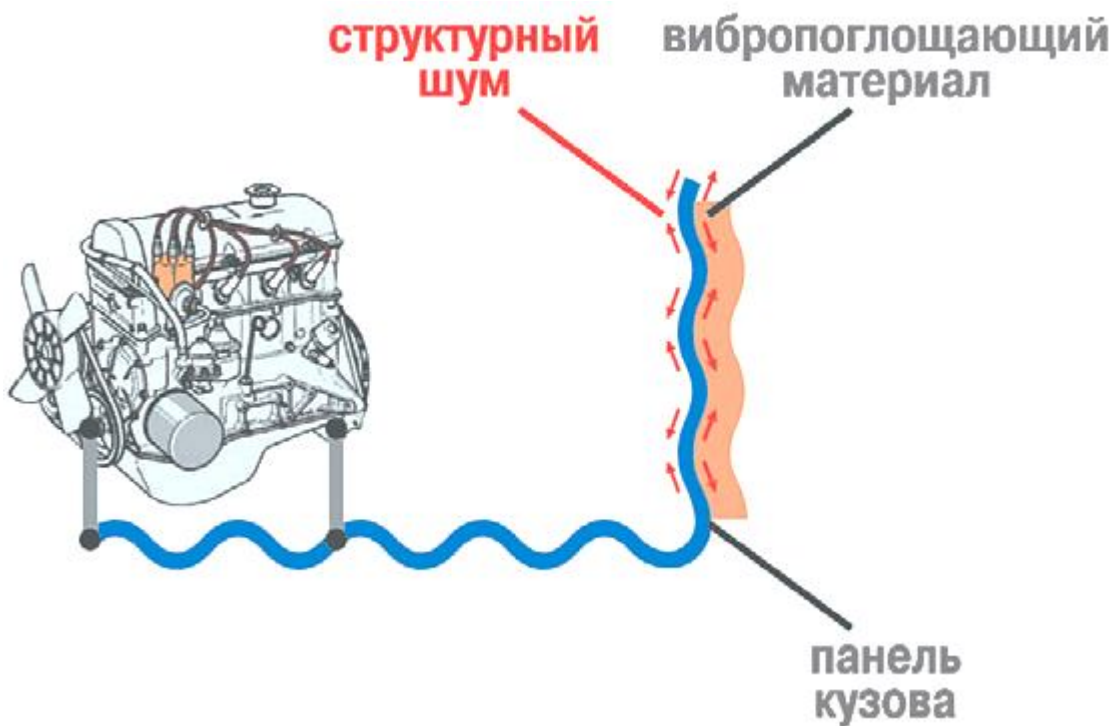


Рисунок 7 – Снижение структурного шума с помощью вибропоглощающих материалов

Шумоизоляция автомобилей осуществляется путём наклейки на металлические детали кузова автомобиля или оборудование салона автомобиля шумоизолирующих материалов. Это приводит к значительному уменьшению их колебаний, что и является требуемым эффектом.

Дополнительное снижение шума и вибраций достигается совокупным применением виброизолирующих и звукоизолирующих материалов. На рынке представлен целый ряд как виброизолирующих, так и звукоизолирующих материалов, порой значительно отличающихся друг от друга внешним видом, техническими характеристиками и стоимостью.

Следует отметить, что каждый завод-производитель шумоизолирующих, звукоизолирующих материалов имеет свои, разработанные технологами, рекомендации по применению материалов.

Рекомендации включают в себя описание особенностей монтажа шумоизолирующих материалов, подготовки поверхности для монтажа,

использования материалов для той или иной цели. Однако практикующие установщики предпочитают действовать по собственным, хорошо зарекомендовавшим себя схемам, порой серьезно отличающимся от заводских рекомендаций.

Виброизоляционные материалы служат для уменьшения колебаний металла или пластика (кузова, корпуса) и обладают дополнительными звукопоглощающими свойствами при наклеивании их на металл. По аналогии с упругими (резиновыми) подушками двигателя автомобиля, призванными защищать кузов автомобиля от вибраций двигателя, виброизолирующие материалы защищают от передачи вибраций кузова или корпуса, увеличивая потери колебательной системы «кузов автомобиля - внутрисалонное пространство».

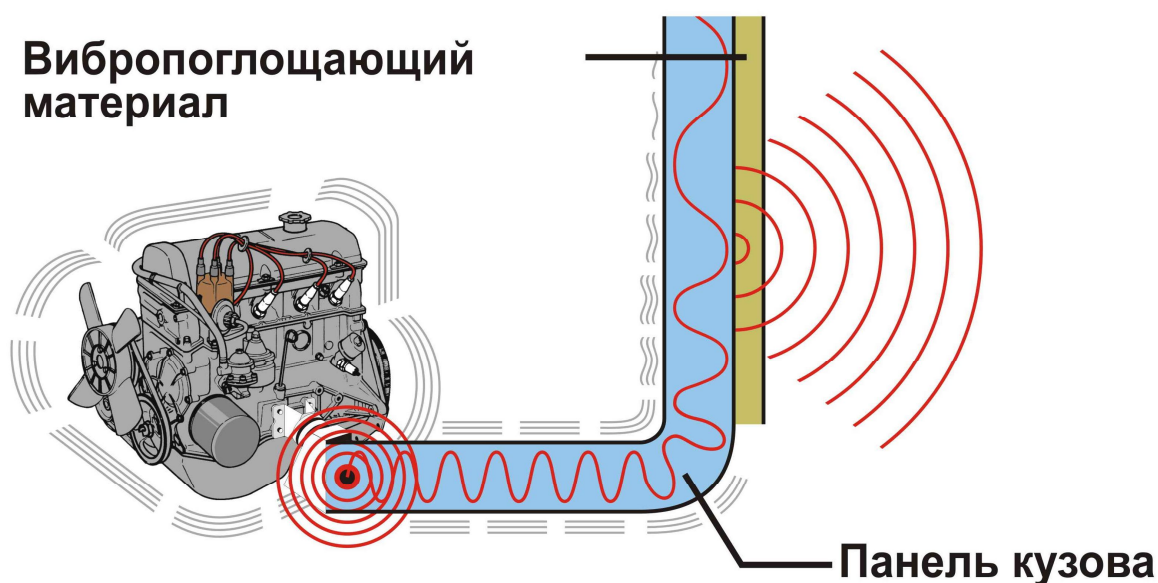


Рисунок 8 – Принцип действия виброизоляционных материалов

Звукоизоляционные материалы служат для уменьшения акустических шумов. Упрощенное представление акустического шума представляет собой колебания воздуха, для гашения которых используются специальные материалы и конструкции, а методы звукоизоляции определяются поставленными задачами - звукоизоляция внутри или вне заданного объема. По общепринятым нормам,

звукоизоляции подвергается либо сам источник шума, либо же вокруг него сооружается звукопроницаемый кожух, либо делается и то, и другое.

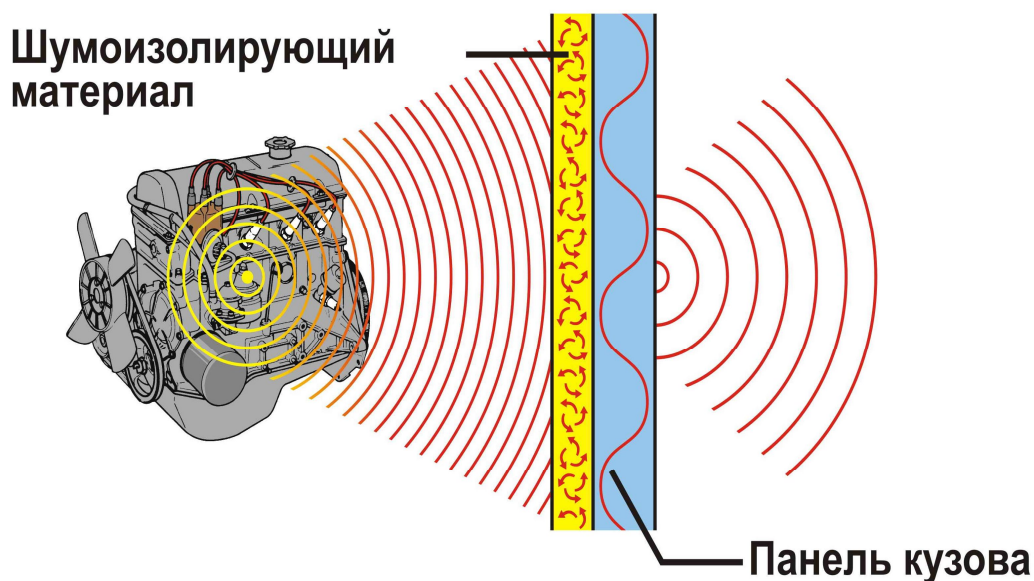


Рисунок 9 – Принцип действия звукоизоляционных материалов

4.5 Обзор материалов, применяемых при шумоизоляции

4.5.1 Назначение и предъявляемые требования

Для гашения вибрации кузовных панелей используются листовые самоклеющиеся материалы на основе битумных смол. Принцип работы таких материалов основан на преобразовании механической энергии вибрации в тепловую. Толщина материала составляет от 2 до 6 мм, существуют и более сложные «сэндвичи» - по 10 – 15 мм. Таким материалом необходимо оклеить внутренние поверхности кузова: крышу, днище, арки колес, внутренние поверхности дверей, перегородку моторного отсека, крышку багажника.

Вторым видом часто используемого материала являются поролоновые листы с закрытоячеистой структурой и термозащитным слоем, которые предназначены для поглощения высокочастотных шумов.

От свойств шумоизоляционных материалов зависит конечный результат. Основными требованиями к шумовибропоглощающим материалам являются:

1. Высокая способность материала к демпфированию. Определяется его составом, структурой и плотностью, характеризуется коэффициентом потерь.

2. Достаточная адгезия (способность к приклеиванию) – для самоклеящихся материалов.

3. Стойкость к воздействию агрессивных сред. Особенно важна для материалов, применяемых в подкапотном пространстве, на которые может попадать масло, пары топлива, противогололедные препараты и пр.

4. Слабовыраженная способность впитывать воду (низкая гигроскопичность). Обязательна для материалов, наносимых на пол кузова, двери и элементы, расположенные в подкапотном пространстве.

5. Оптимальный удельный вес. С одной стороны, большая масса материала способствует лучшему гашению колебаний. С другой – при обработке потолка и дверей тяжелыми материалами, последние могут отрываться под действием собственного веса, а чрезмерное утяжеление приборной панели и обшивок дверей вызовет ослабление их крепления.

6. Экологичность. Материалы не должны создавать вредные для здоровья испарения.

7. Низкая степень воспламеняемости. Особенно важна для материалов, применяемых в моторном отсеке и рядом со жгутами электропроводки.

Все материалы можно условно разделить на четыре основные группы:

– вибродемпфирующие – для снижения низко- и среднечастотных шумов;

– звукопоглощающие – для снижения высокочастотных шумов;

- звукоизолирующие, соответственно, для изоляции от всего спектра шумов;
- прокладочные – для устранения скрипа пластиковых деталей салона.

4.5.2 Вибродемпфирующие материалы

Виброизоляция (вибродемпфер, вибропоглотитель,) – категория материалов, применяемых для вибродемпфирования. Основное назначение – снизить амплитуду колебаний металлических (пластиковых или иных) панелей. Несмотря на разнообразие существующих виброматериалов, в основе их лежит единый принцип состава – это вязкоупругий материал (обычно на основе битума, вспененного каучука и т.п.), в котором происходят значительные механические потери, обусловленные внутренним трением. Основными показателями эффективности виброизоляции являются коэффициент механических потерь (далее – КМП, измеряется в условных единицах) и динамический модуль упругости (МПа).

Применение виброизоляции обеспечивает снижение уровней шума и вибрации до 85 %, в диапазоне от 20 до 1000 Гц, т.е. в диапазоне низких частот. Важно отметить, что речь идет именно о поглощении вибрации, а не об изоляции в общепринятом смысле – т.е. энергия колебаний не возвращается к источнику, а переходит в тепловую.

Рассмотрим виды и основные характеристики материалов для виброизоляции автомобилей.

«**Бимаст**» - новый вибропоглощающий материал, на основе битумной и мастичной композиции. Серия ViMast включает в себя три марки – Бимаст Стандарт, Бимаст Супер, Бимаст Бомб.

Рекомендуемые зоны обработки:

- Bimast Standart – двери, крыша, боковины кузова;

- Bimast Super – полы салона и багажника;
- Bimast Bomb – полы салона и багажника, щиток передка со стороны салона.



Рисунок 10 – Конструкция виброизоляционного материала «Бимаст»

«Вибропласт» - представляет собой гибкий вибропоглощающий материал, который отличается также высокими показателями эластичности. В состав его входит полимерная самоклеящаяся композиция, которая крепится к алюминиевой фольге. На фольге выполняется тиснение и наносится логотип производителя.

К достоинствам Вибропласта можно отнести устойчивость к воздействию влаги, а также воздействиям окружающей среды. Материал не гниет, не разлагается, сочетает в себе антикоррозионные характеристики и способность выполнять роль герметизирующего материала. Удобен в установке даже на поверхностях со сложным рельефом, монтаж его не требует нагревания.

Материал рекомендуется использовать для обработки дверей, пола салона, крыши, крышки багажника и капота, боковины кузова, щитка передка со стороны салона.

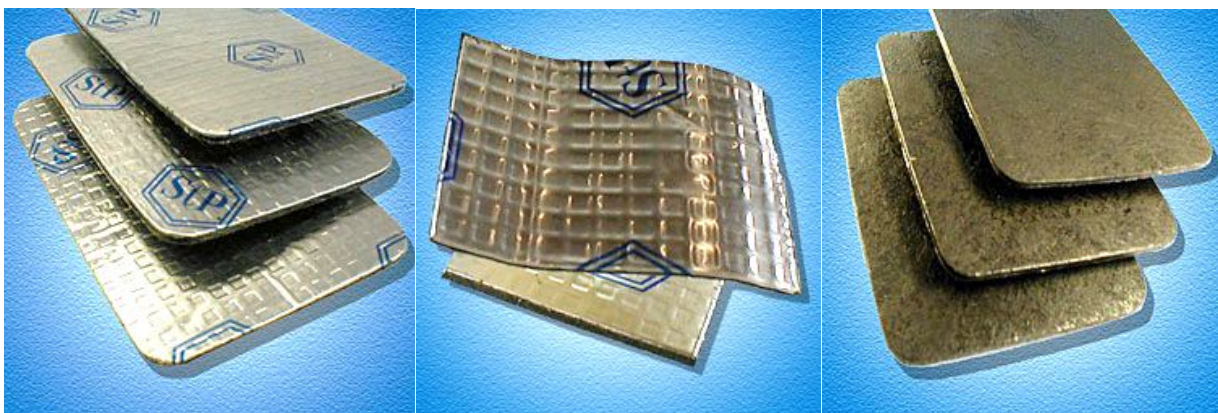


Рисунок 11 – Вибропласт (в центре), визомат МП и визомат ПБ (справа)

«Визомат МП». Вибропоглощающий материал, изготавливаемый на основе битума. Многослойная конструкция материала включает в себя алюминиевую фольгу, которая играет роль лицевой стороны. На фольгу наносится тиснение и логотип производителя. Помимо фольги, в структуру материала входит лист, который состоит из битумной композиции и клеевого монтажного слоя, облегчающего монтаж. Клеевой слой защищен антиадгезионной пленкой. Монтаж материала предполагает его нагрев до 40-50 °С. При воздействии влаги и других факторов окружающей среды материал не разлагается и не гниет.

«Визомат ПБ». Вибропоглощающий самоклеящийся материал на основе битума, черного цвета. Является полимерной композицией, снабженной липким слоем. Клеящийся слой покрыт антиадгезионной защитной пленкой. Визомат ПБ не впитывает влагу, не подвергается воздействию окружающей среды. Монтаж включает в себя разогрев материала до температуры 40-50 °С.

Flex. Профессиональный шумоизолирующий материал для акустического тюнинга. Используется при обработке «вторым» слоем пола салона, багажника, арок, моторного щита, крыши, дверей. Великолепный

теплоизолятор. Имеет водостойкий клей. Материал представляет собой вспененный синтетический каучук с закрытой пористой структурой с клеевым слоем, защищенный антиадгезионной пленкой.



Рисунок 12 – Материалы Flex и Aero Plus

Aero Plus - высокоэффективный вибропоглощающий материал. Состоит из суперлегкого полимерного слоя, армированного алюминиевой фольгой. Идеально подходит для обработки пола и багажника. Материал, весит значительно меньше, но борется с лишними вибрациями гораздо эффективней своих «тяжеловесных» аналогов. Температурный диапазон эксплуатации материала от минус 45 °С до 100 °С. Допускается кратковременное воздействие температур до 190 °С.

4.5.3 Звукопоглощающие материалы

Предназначены для поглощения шума, распространяемого в воздушной среде. Материалы монтируются в непосредственной близости от источника шума. Работающий двигатель, шум колес и встречный поток воздуха являются основными источниками шума. Все представленные материалы имеют клеевой монтажный слой.



Рисунок 13 – Акцент (слева) и Бипласт

Акцент – звукопоглощающий материал со специальной усовершенствованной структурой и лицевой металлизированной пленкой. Использует расширенный рабочий частотный диапазон. Способен поглощать до 90 % шумов, имеет теплоизоляционные свойства.

Барьер – звукоизолирующий материал, обладает высокими звукотеплоизолирующими свойствами. Благодаря радиационной сшивке молекулярная структура этого материала приобретает поперечно-связанную модель, что повышает долговечность и сопротивляемость материала механическим воздействиям.

Бипласт – звукопоглощающий материал с липким слоем на основе вязко-эластичного пенополиуретана, со специальной пропиткой, которая придает материалу водостойкость, долговечность, улучшает его звукопоглощающие свойства и значительно улучшает стойкость к ультрафиолетовому излучению.

Обладает уникальным свойством «памяти», т.е. при инсталляции сжимается практически в ноль, а впоследствии стремится принять первоначальную форму, заполняя при этом все пустоты между обработанными деталями.

Особенности:

- эффективное звукопоглощение до 85 %;
- благодаря вязкой структуре активно гасит вибрации панелей

интерьера автомобиля;

- долговечен, стоек к внешнему воздействию;
- легко монтируется на изогнутые поверхности.

Рекомендуемые зоны обработки: крыша, декоративные пластиковые детали салона, колесные арки и перегородки моторного отсека.

Бипласт Premium. Материал обладает лучшим показателем шумопоглощения на сегодняшний день. Самый широкий частотный диапазон поглощения. Благодаря вязкой структуре также обладает вибропоглощающими свойствами. Долговечен, стоек к истиранию, удобен в монтаже. Бипласт Premium: вспененный полиуретан. Покрытие: прозрачная пленка с золотой печатью логотипа.

Зоны обработки:

- пластиковая обшивка дверей;
- колесные арки;
- крыша.

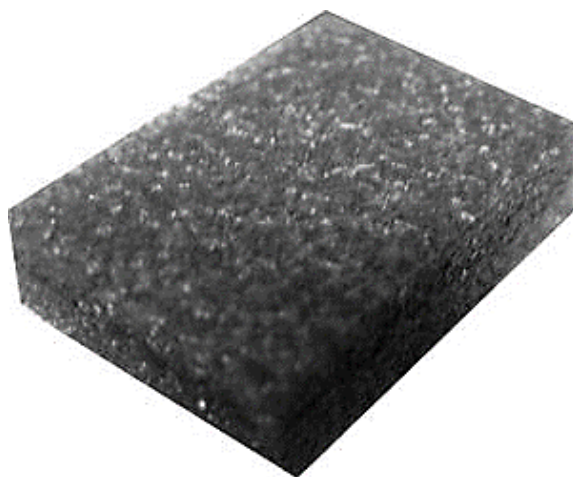


Рисунок 14 – Материал Барьер

«Изотон». Представляет собой звукопоглощающий материал, состоящий из лицевого слоя, роль которого выполняет звукопрозрачная металлизированная лавсановая пленка, слоя эластичного пенополиуретана и клеевого слоя. На клеевой слой нанесена защитная антиадгезионная прокладка. Лицевое покрытие является устойчивым к воздействию масел и

бензина. Изотон характеризуется также высокими теплозащитными свойствами.

Материал эффективно поглощает звуки в диапазоне от 600 до 4000 Гц. Толщина материала составляет от 10 до 40 мм. Материал сохраняет работоспособность при температурах от минус 40 °С до 100 °С.

Материал рекомендуется использовать для обработки перегородки моторного отсека, а также крышки багажника и капота.

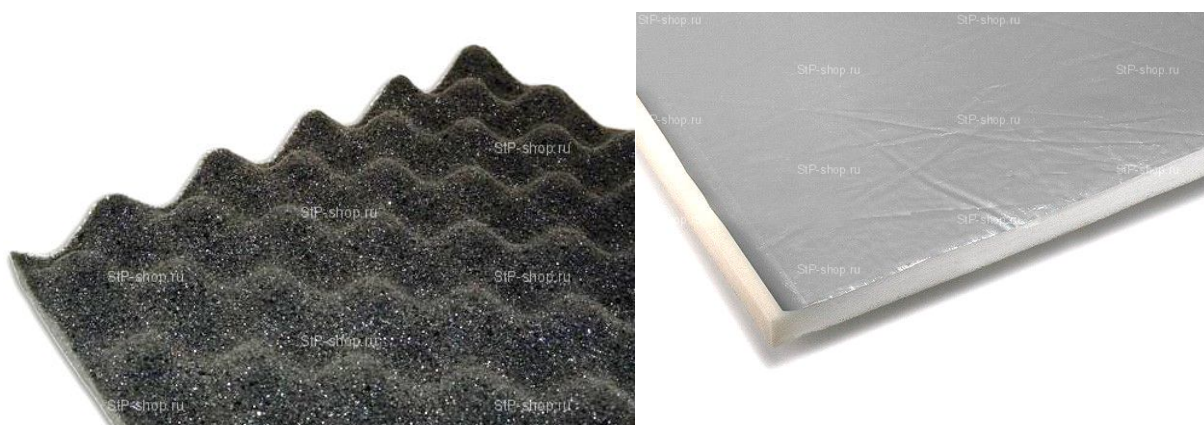


Рисунок 15 – Бипласт Premium (слева) и изотон

4.5.4 Звукоизолирующие материалы

NoiseBlock. Звукоизолирующий самоклеящийся материал. Представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из липкого полимерного слоя, защищенного антиадгезионной бумагой, и лицевого слоя из нетканого полотна. Монтируется на дополнительный относящий слой. В качестве относящего слоя может использоваться СПЛЭН, или другой материал на основе вспененного полиэтилена. Эффект от применения материала достигается путем создания звукоизолирующего «ковра» над металлическими элементами кузова автомобиля.

Область применения: пол салона и багажника.

Рекомендации по монтажу: материал монтируется на слой вспененного пенополиэтилена. Не требует нагрева при монтаже.



Рисунок 16 – NoiseBlock и NoiseBlock Premium

NoiseBlock Premium представляет собой высокоэффективное звукоизолирующее покрытие. Благодаря звукоизолирующей мембране NoiseBlockPremium блокирует шумы, не давая им проникнуть в салон автомобиля. Обеспечивает эффективную звукоизоляцию до 30 дБ. Препятствует конденсации влаги. Обладает теплоизолирующими свойствами.

Материал состоит из трех слоев: фольга, мастика высокой плотности и звукопоглощающий материал. Клеевой слой защищен пленкой. Рекомендуемые зоны обработки: пол салона автомобиля.

NoiseBlock Premium монтируется вторым слоем поверх вибродемпфирующего материала. Высокие звукоизоляционные характеристики достигаются за счет отнесения тяжелого слоя от поверхности, т.е. звуковая волна сначала замедляется внутри вспененного пенополиэтилена, затем отражается от поверхности высокой плотности мастики и идет обратно в пенополиэтилен, где гасится окончательно.

Шумоизоляция автомобиля по принципу двойного слоя вибродемпфера с зажатым между ними звукопоглощающим материалом дает стабильно высокий результат, в автомобиле становится тихо, шумы не

проникают в салон. Но данный способ шумовиброизоляции сопровождается кропотливой работой. При использовании данного материала не требуется использовать комбинацию «виброматериал плюс шумопоглощающий материал плюс виброматериал», т.к. они уже сдублированы. После монтажа NoiseBlock Premium кузов автомобиля приобретает эффектный внешний вид за счет черной фольги с золотыми логотипами.

Вибротон ПБС – комбинированный материал – из звукоизолятора и вибропоглотителя.

Материал имеет высокие звукоизоляционные, теплоизоляционные, гидроизоляционные свойства. Выпускается без клеевого слоя, т.к. для оптимальной работы нужен воздушный слой между материалом и поверхностью автомобиля. Поэтому либо просто укладывается по выкройке на пол, либо монтируется с помощью ленточного герметика (Гербэнд) нанесенного по периметру листа и в центре «крест-накрест», желательно места стыков деталей склеить кусочками вибропласта или гербенда. Широкий температурный диапазон от минус 45 °С до 70 °С.

Полиэтиленовая пленка
Битумная композиция с тиснением
Пенополиэтилена серого цвета

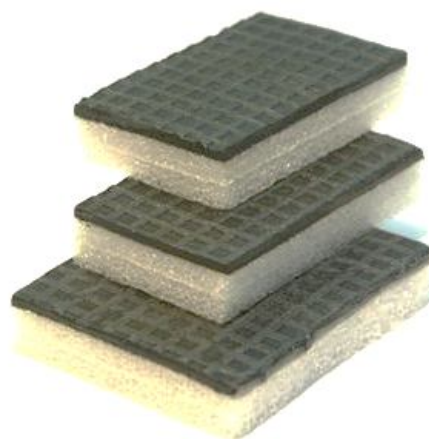


Рисунок 17 – Конструкция материала вибротон

SoundIsoler — самоклеящийся звукоизолирующий многослойный материал, состоящий из вспененного синтетического каучука и металлизированного лицевого покрытия.

SoundIsoler имеет закрытоячеистую структуру. Звукоизолирующая

способность материала находится в спектре от 100 до 8000 Гц.

В качестве лицевого покрытия используется армированная звукоотражающая фольга, которая предотвращает загрязнение и износ рабочего слоя материала, делает материал легко моющимся. Наличие металлизированной пленки придает материалу эстетический вид.

Клеящийся армированный монтажный слой защищен антиадгезионной пленкой. Материал обладает высокой адгезией клеевого слоя, что делает материал удобным в монтаже на панели кузова автомобиля.



Рисунок 18 – Материал SoundIsoler

4.5.5 Теплоизолирующие материалы

СПЛЭН. Звукоизолирующий и теплоизолирующий материал, выполненный из пенополиэтилена. На поверхность материала наносится липкий слой. Толщина материала составляет от 5 до 50 мм.

Материал отличается водостойкостью, эластичностью, устойчивостью к воздействиям окружающей среды.

Сохраняет работоспособность при температурах от минус 70 °С до 80 °С.

Рекомендуется для использования при обработке перегородки моторного отсека, выполняемой со стороны салона в процессе работ по шумоизоляции автомобиля

Стизол (пенополиэтилен). Звукоизолирующий материал, обладает высокими характеристиками теплоизоляции, используется также в качестве уплотнительного материала. Представляет собой слой пенополиэтилена, толщина которого составляет от 5 до 50 мм.

Материал отличается высокими характеристиками эластичности и водостойкости.

Сохраняет работоспособность при температурах от минус 70 °С до 80 °С.

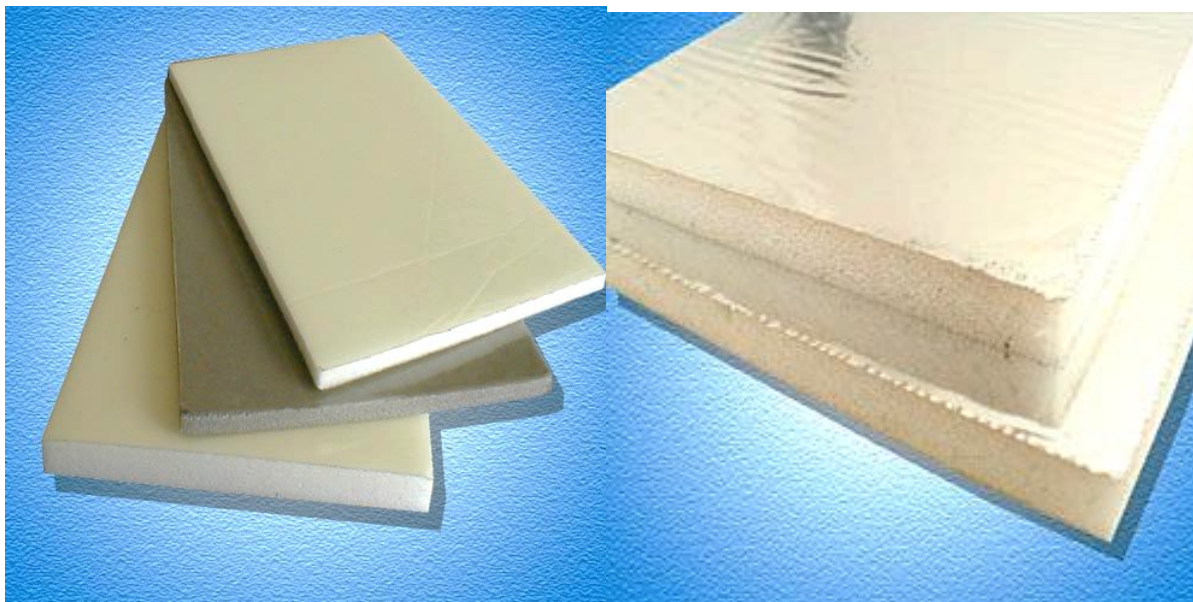


Рисунок 19 – СПЛЭН и стизол (справа)

ИзолонТейп клеится вторым слоем на вибропоглощающий материал. Для создания прочного соединения склеиваемые поверхности должны быть максимально чистыми и сухими.

Оптимальная температура нанесения клейкой ленты от 18 °С до 35 °С, что гарантирует сохранение адгезионных свойств ленты в температурном интервале от минус 40 °С до 70 °С.

При температуре ниже 10 °С не рекомендуется нанесение ИзолонТейп по причине низкой начальной силы адгезии.

Клейкую ленту следует наносить без натяжения. Защитный слой с изолонтейпа удаляют непосредственно перед нанесением.

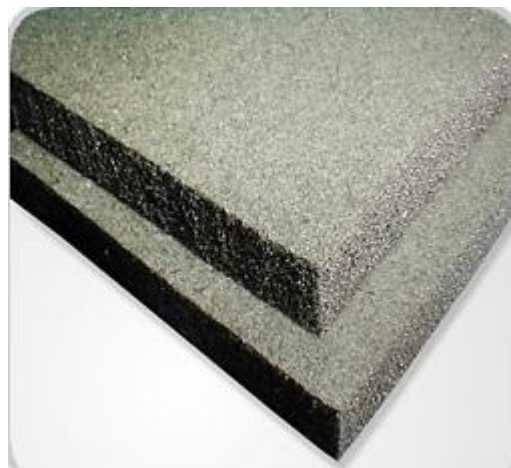
Рекомендуемые зоны обработки изолонтейпом: двери, передние, задние арки и боковины.



Рисунок 20 – Материал ИзолонТейп

4.5.6 Противоскрипные материалы

Битопласт – уплотнительный и противоскрипный материал на основе пенополиуретана с липким слоем, защищенным антиадгезионной прокладкой, со специальной пропиткой, которая придает материалу водостойкость, долговечность, улучшает его звукопоглощающие свойства и значительно улучшает стойкость к ультрафиолетовому излучению. Материал может эксплуатироваться при температурах от минус 45 °С до



100 °С. Рекомендуемые зоны обработки: крыша.

Рисунок 21 – Материал Битопласт

Маделин - уплотнительный и декоративный материал на основе ткани (черного цвета) толщиной 1,0-1,5 мм с клеевым слоем, защищенным антиадгезионной прокладкой. Материал может эксплуатироваться в диапазоне температур от минус 40 °С до 60 °С. Прочность связи материала с несущей поверхностью не менее 3 Н/см.

Зоны обработки: зазоры между декоративными элементами салона и кузовом автомобиля, зазоры в панели приборов, уплотнение воздуховодов.

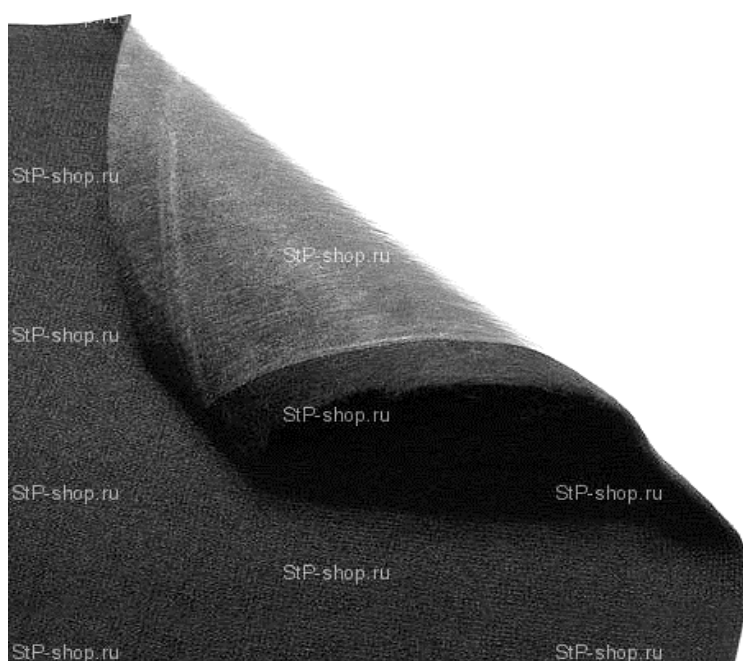


Рисунок 22 – Материал маделин

4.5.7 Декоративные материалы

Деколин - самоклеящийся декоративный, облицовочный и теплоизоляционный материал. Состоит из лицевого слоя (искусственная кожа серого и черного цвета), пенополиэтилена (2 и 4 мм) и клеевого слоя.

Карпет – звукопрозрачный и отделочный материал используется для штатной отделки салона автомобилей. Различные типы этого материала применяются при изготовлении полов, задних полок, а также

для отделки внутренних поверхностей салона и багажника, сабвуферов, акустических полок, профессиональных акустических систем.

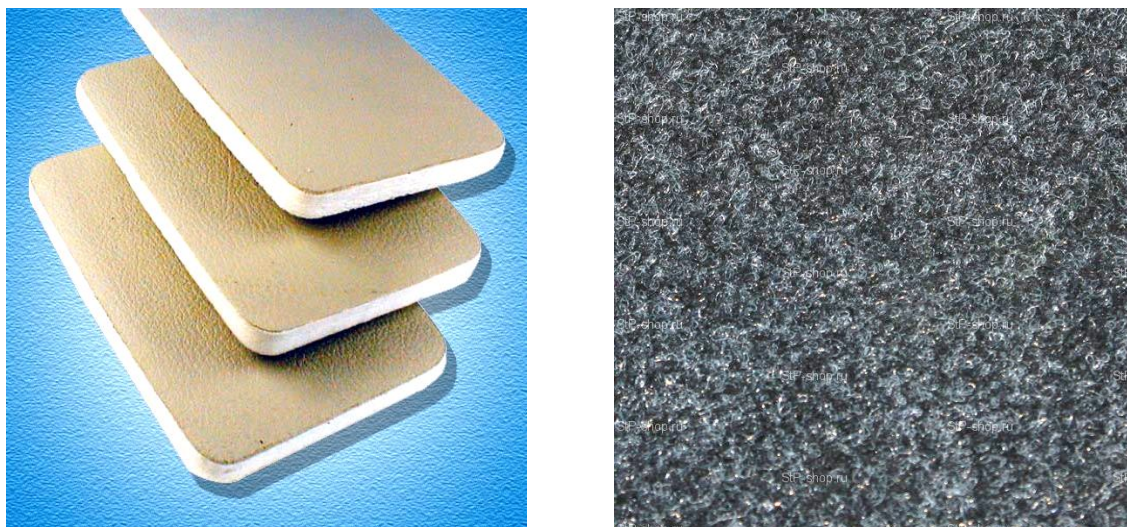


Рисунок 23 – Деколин (слева) и ковролин

Акустик – звукопрозрачная ткань, цвета схожи с обычным ковролином. Основное отличие – наличие клеевого слоя. Материал отлично подходит для проклейки ниш и бардачков для избегания дребезга.

Позволяет декорировать крышки багажника у которых отсутствует обивка. Применяется для обтяжки элементов интерьера: панелей, пластиков, подиумов, сабвуферов и т.д.

ВИЭК – самоклеющийся материал. Представляет собой алюминиевую фольгу с клеевым монтажным слоем, защищенным антиадгезионной бумагой или пленкой. Предназначен для закрытия технологических отверстий в кузовных конструкциях автомобиля, а также используется в комплексе с другими материалами для значительного улучшения их вибро- и шумопоглощающих свойств. Основная задача материала – создание закрытого объема в конструкции двери для обеспечения качественного звучания встроенной в дверь акустики.

Область применения: двери.

Рекомендации по монтажу: из листа материала вырезается деталь, размеры которой позволят перекрыть обрабатываемое отверстие.

Указанная выше деталь, с которой предварительно удалена антиадгезионная прокладка, прикладывается к намеченному месту установки и плотно прижимается по контуру отверстия.

Полученная в результате поверхность обрабатывается любым вибродемпфирующим материалом.



Рисунок 24 – Материал ВИЭК

4.6 Схема установки шумоизоляционного покрытия

Для удобства пояснений кузов автомобиля разбит на несколько условных зон: багажник, полы салона (задний, средний, передний), щиток моторного отсека, двери, крыша, крышки капота и багажника.

1. Определите, в каких зонах нужно демонтировать элементы интерьера.
2. Проведите разборку салона во всех необходимых зонах монтажа.
3. Выберите одну из зон и подготовьте для нее детали шумоизоляции.
4. Приступайте к монтажу в соответствии с общими рекомендациями.
5. Переходите к обработке следующей зоны.
6. Закончив монтаж, аккуратно установите детали интерьера на свои места.

В каждой зоне есть три вида поверхностей, которые можно разделить по степени их обработки вибропоглощающими материалами.

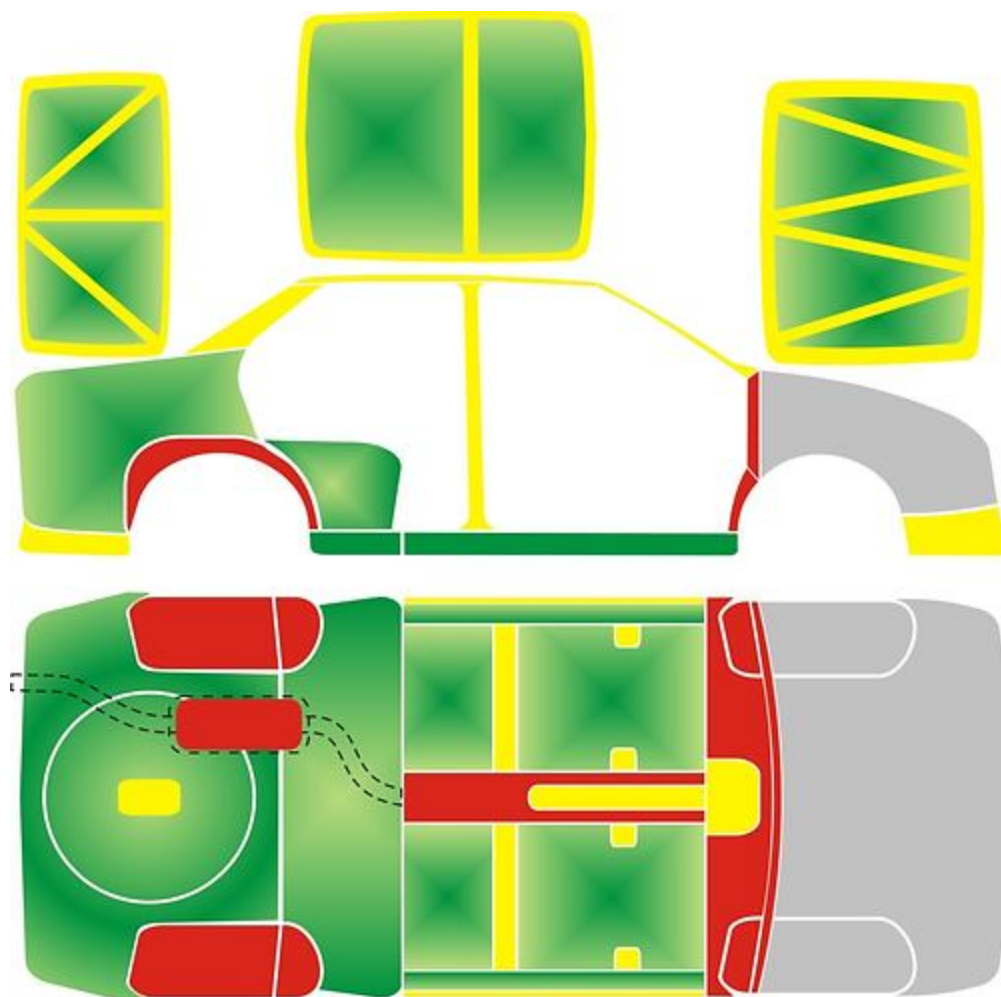


Рисунок 25 – Особенности размещения вибропоглощающих материалов

Максимально обрабатываемые.

Эти поверхности наиболее подвержены вибрации, которую можно снизить только высокоэффективными тяжёлыми материалами.

1. Арки задних колёс со стороны багажника.
2. Элементы кузова, расположенные над резонатором глушителя (обычно в багажнике или под сиденьем задних пассажиров).
3. Задние колесные арки со стороны салона.
4. Тоннель глушителя (или карданного вала) в салоне, идущий от щитка моторного отсека до сиденья задних пассажиров.

5. Поверхности пола под ногами водителя и переднего пассажира.
6. Передние колёсные арки со стороны салона.
7. Щиток моторного отсека (перегородка между салоном и моторным отсеком), расположенный под приборной панелью.
8. Элементы кузова, расположенные за динамиком динамика или в непосредственной близости к нему.

На максимально обрабатываемые поверхности наклеиваются вибропоглощающие материалы типа «Бимаст Стандарт». Вибродетали наклеиваются стык в стык без пропусков и занимают 100 % обрабатываемой поверхности.

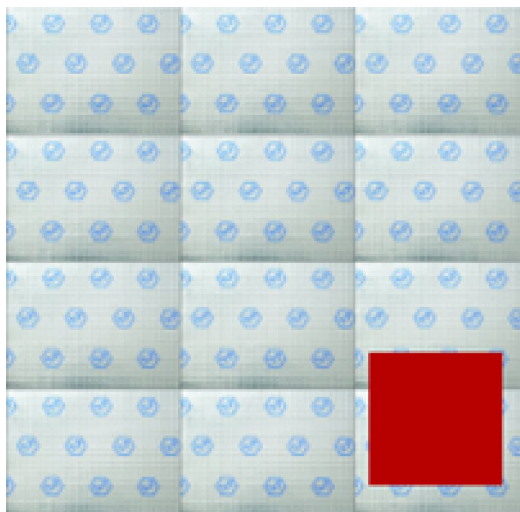


Рисунок 26 –Размещение вибропоглощающих материалов в максимально обрабатываемых зонах

Равномерно обрабатываемые.

Значительно вибронегруженные поверхности кузова. При простукивании кузова эти поверхности издадут довольно громкий звонкий звук.

1. Большинство панелей багажника.
2. Большинство панелей пола салона.
3. Пороги со стороны салона.
4. Внешние панели дверей.

5. Панели крыши.
6. Панели крышки багажника и капота.

На равномерно обрабатываемые поверхности наклеиваются вибропоглощающие материалы типа «Вибропласт».

Вибродетали располагают на некотором расстоянии друг от друга, равномерно распределяя их по рекомендованной зоне монтажа. Площадь покрытия может составлять от 60 % до 20 % обрабатываемой поверхности.

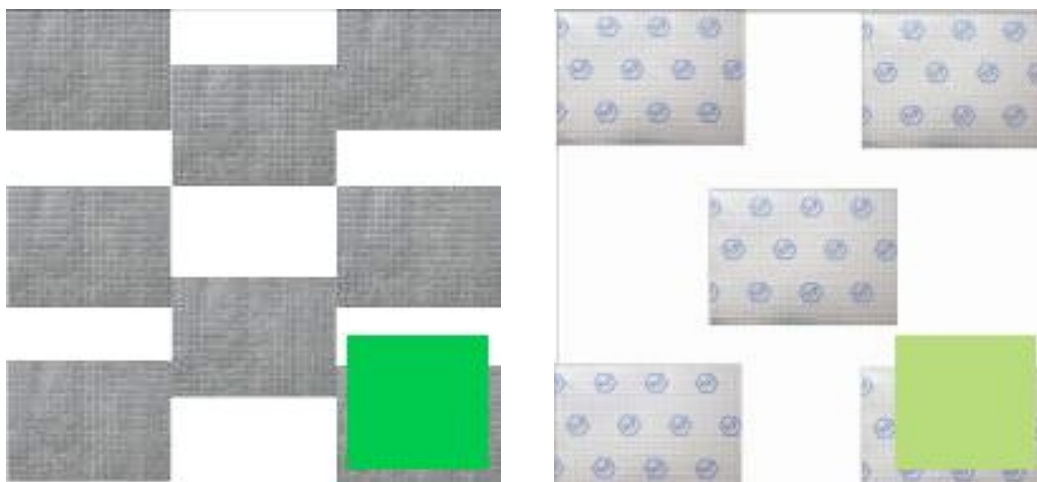


Рисунок 27 –Размещение вибропоглощающих материалов в равномерно обрабатываемых зонах

Не обрабатываемые.

Мало вибронегруженные поверхности или элементы кузова, монтаж материалов на которые будет неэффективным. При простукивании эти поверхности или элементы кузова издадут тихий глухой звук.

К ним относятся ребра жесткости крыши, пола, багажника и т.д.

4.6.1 Схема шумоизоляции дверей автомобилей

В первую очередь нужно покрыть наружную сторону (которая ближе к дороге). Для этого вполне подойдет Вибропласт. По возможности нужно покрыть максимальную площадь, при этом не нужно закрывать отверстия для вентиляции и слива.

Двери. Слой №1 - Виброизоляция
(наружная поверхность)



Рисунок 28 – Виброизоляция наружной поверхности дверей

Для покрытия внутренней стороны (ближе к салону) можно использовать или Визомат, или Бимаст. Покрывать нужно либо максимальную площадь двери, либо только плоские участки. Это зависит от того, будет ли установлены колонки в дверь, или нет. Если планируется установка колонок, то лучше покрывать 100 % поверхности, вместе с отверстиями (перед этим лучше проверить работоспособность всех механизмов).

Двери. Слой №1 - Виброизоляция
(внутренняя поверхность)

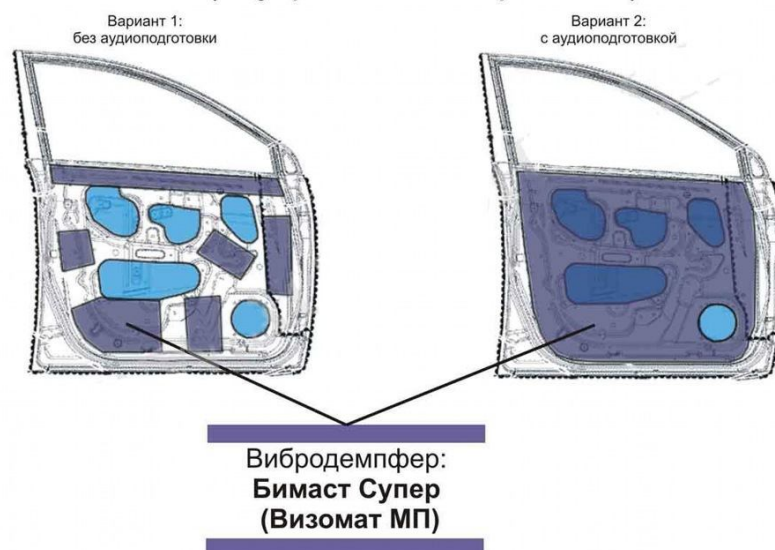


Рисунок 29 – Виброизоляция внутренней поверхности дверей

Шумоизоляцию необходимо делать на двери и дверной обшивке. Для двери вполне подойдет «Акцент» (10 мм), который желательно положить одним листом. Если будет присутствовать акустика, то прямо за ней, на самой двери нужно наклеить Битопласт (10 мм).

Двери. Слой №2 - Шумоизоляция



Рисунок 30 – Шумоизоляция дверей

Обшивка двери. Слой №1 - Виброизоляция



Рисунок 31 – Виброизоляция обшивки дверей

Для снижения вибрации обшивки двери на плоские участки можно наклеить Вибропласт М1 (небольшими кусочками).

4.6.2 Схема шумоизоляции пола салона автомобилей

Для виброизоляции пола вполне подойдет Бимаст или Визомат. Главное покрыть максимально полностью плоские участки. Так же очень важно, чтобы материал плотно прилегал к металлу. Покрывать каркасы жесткости, и усилители порога особого смысла не имеет.

Полы салона. Слой №1 - Вибродемпфер

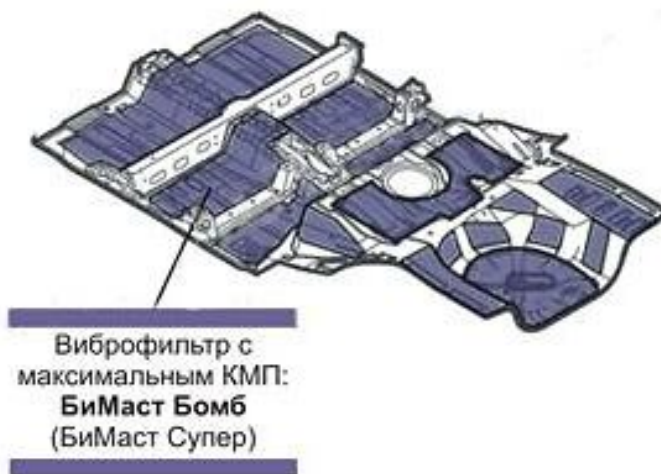


Рисунок 32 – Виброизоляция пола салона

Для шумоизоляции вполне подойдет «Акцент», не тоньше 10 мм. Покрывать нужно всю поверхность, кроме поверхности, где храниться запасное колесо. Верхнюю плоскость туннеля лучше покрыть Битопластом 10 мм, для упрощения установки облицовки. Нишу запасного колеса можно покрыть Сплэн (8 мм), т.к. он не пропускает влагу.

Полы салона. Слой №2 - Шумоизоляция



Рисунок 33 – Шумоизоляция пола салона

4.6.3 Схема шумоизоляции капота автомобилей

Для виброизоляции капота нужно использовать только те материалы, которые нужно нагревать перед монтажом. Так как под капотом очень высокая температура, мягкий материал может терять свои свойства. Так же не лишним будет наличие фольгированного слоя, для дополнительного отражателя тепла. Для этого вполне подойдет Бимаст Супер или Визомат МП. Монтаж нужно производить на плоские элементы капота.

Капот. Слой №1 - Виброизоляция

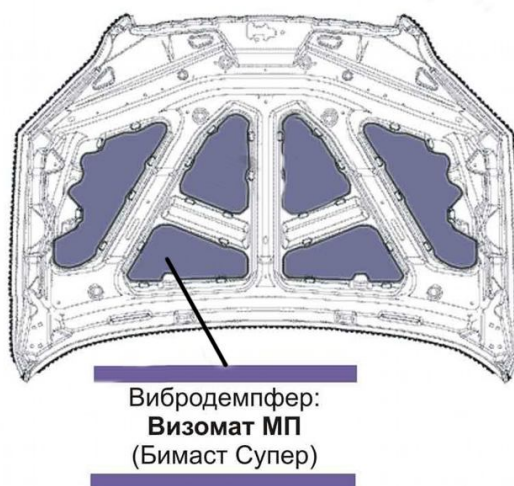


Рисунок 34 – Виброизоляция капота

Капот. Слой №2 - Звукоизоляция



Рисунок 35 – Шумоизоляция капота

4.6.4 Схема шумоизоляции крыши автомобилей

Для крыши очень хорошо подойдет Визомат 2 мм. Надо покрыть максимально полностью ровную поверхность. Для ребер жесткости можно использовать любой виброизоляционный материал. (например, Вибропласт).

Крыша. Слой №1 - Виброизоляция

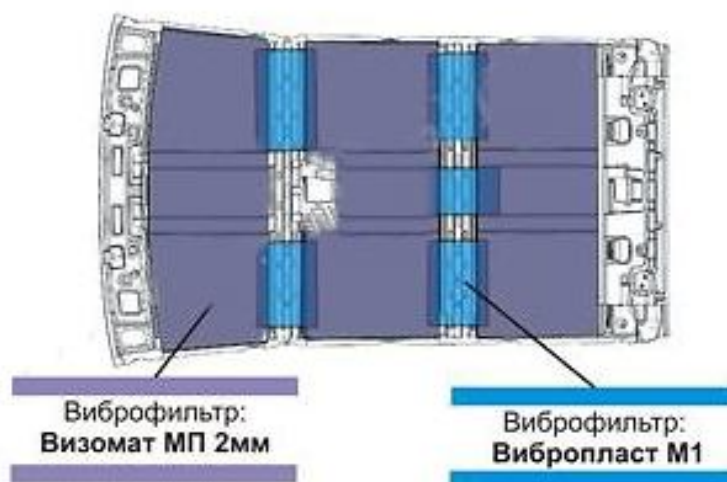


Рисунок 36 – Виброизоляция крыши автомобиля

Для шумоизоляции лучше использовать «Акцент», не тоньше 10мм. «Акцентом» нужно покрыть ровную поверхность. А ребра жесткости можно покрыть Битопластом (5 или 10 мм). В местах, где стоят ручки, плафоны освещения, лучше использовать Битопласт 5 мм.

Крыша. Слой №2 - Шумоизоляция

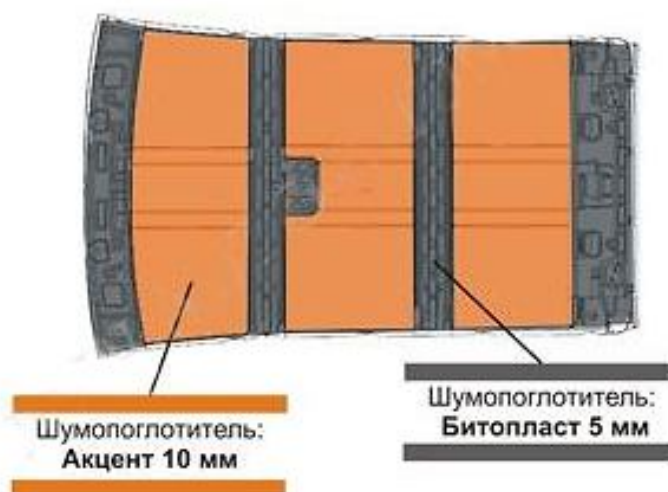


Рисунок 37 – Шумоизоляция крыши автомобиля

5 Порядок выполнения работы

5.1 Оценка шумовых характеристик

Предварительная оценка шумовых характеристик автомобиля производится на обкатанном (не менее 3000 км), технически исправном автомобиле по ГОСТ Р 51616-2000. В результате оценки будет установлен уровень общего шума внутри автомобиля и снаружи.

Проведя сравнение полученных значений внешнего и внутреннего уровня шума можно оценить эффективность штатной шумоизоляции автомобиля.

Условия проведения испытаний.

Для проведения испытаний должно быть представлено техническое описание автотранспортного средства.

Автотранспортное средство испытывают без нагрузки. В кабине автотранспортного средства могут находиться два человека: водитель и испытатель. Перед испытаниями двигатель и другие агрегаты автотранспортного средства должны быть прогреты до рабочей температуры.

Испытания следует проводить на прямом сухом гладком и чистом участке дороги с покрытием из асфальтобетона в хорошем техническом состоянии.

Испытания проводят при следующих метеорологических условиях:

- отсутствии атмосферных осадков;
- атмосферном давлении 760 мм рт. ст.; допустимое отклонение $\pm 5\%$;
- температуре окружающего воздуха от минус 10 °С до 30 °С;
- скорости ветра не более 5 м/с.

Измерения уровня шума необходимо проводить в следующих точках.

У сиденья водителя (для всех категорий автотранспортных средств) – микрофон, расположенный у сиденья водителя, должен быть смещен от его оси симметрии на $(0,20 \pm 0,02)$ м в направлении центра автотранспортного средства согласно точке Б, указанной на рисунке 38.

Над каждым рядом сидений – микрофон, расположенный у сидений пассажиров, устанавливают в точке А, указанной на рисунке 38.

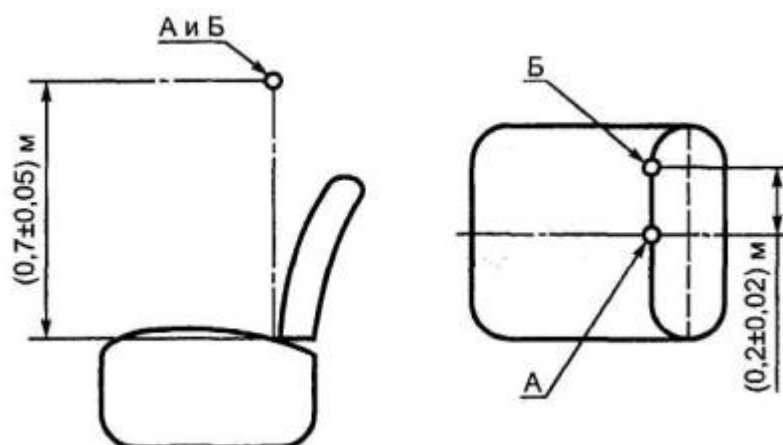


Рисунок 38 – Положение микрофона относительно сиденья

Расстояние от микрофона до стенок кабины или испытателя, проводящего измерения, должно быть не менее 0,15 м.

Микрофон должен быть расположен горизонтально; его ось максимальной чувствительности (в соответствии с характеристикой прибора) должна быть ориентирована в направлении взгляда сидящего человека. Если это направление не определено, то в направлении движения автотранспортного средства.

Измерения проводят следующим образом.

Стабилизируют начальную скорость движения v_0 автотранспортного средства и режим работы двигателя в соответствии с условиями испытаний.

При достижении стабильной начальной скорости v_0 резко нажимают до упора на педаль управления дроссельной заслонкой или

подачей топлива и удерживают ее в таком положении до достижения скорости v_k . Не допускается переключение передач во время разгона.

За результат измерения принимают максимальное значение уровня звука, зарегистрированное в процессе разгона автотранспортного средства от v_0 до v_k .

По результатам испытаний оформляют протокол испытаний в соответствии с приложением Б.

При измерении внешнего шума автомобиля руководствуются схемой (см. рисунок 39) и следующими условиями:

- автомобиль перед мерным участком (до линии А-А) движется равномерно со скоростью ~ 50 км/ч при частоте вращения двигателя $n \sim 3/4n_{ном}$ (обеспечивается соответствующим выбором передачи коробки передач);

- при въезде на участок (линия А-А) двигатель переводится в режим работы по внешней скоростной характеристике путем максимально быстрого нажатия педали подачи топлива до упора и удержания ее в данном положении до тех пор, пока задняя часть автомобиля не пересечет линию В-В, затем педаль следует как можно быстрее отпустить;

- измерение производится при прохождении автомобилем середины мерного участка микрофоном, установленном на расстоянии 7,5 м от его оси;

- с каждой стороны автомобиля производят не менее двух измерений;

- максимальный уровень звука, выраженный в децибелах по кривой «А» (дБ А), измеряют в тот момент, когда ТС проходит между линиями А-А и В-В. Полученное значение будет являться результатом измерения.

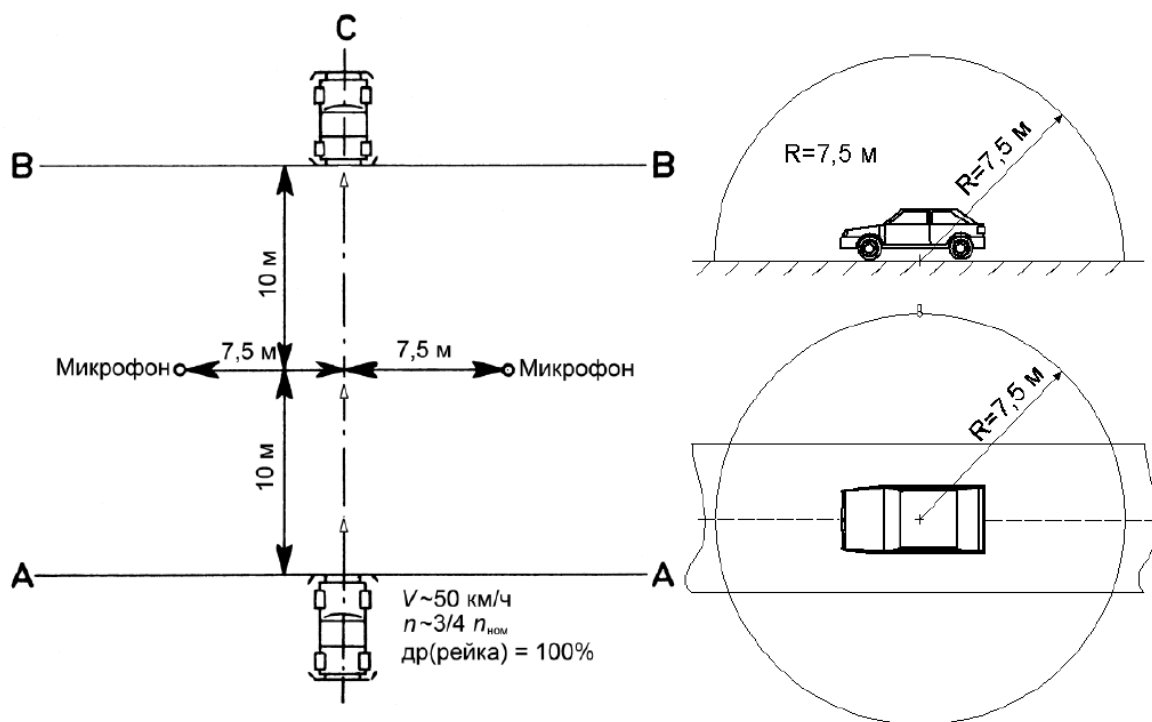


Рисунок 39 – Схема определения шума автомобиля и источников его акустического излучения на мерном участке дороги

5.2 Порядок нанесения шумовиброизоляционного покрытия

5.2.1 Подготовка к монтажу

Рекомендуется подготовить следующий перечень инструментов и материалов:

1. Набор отвёрток, подходящих для всех видов саморезов и винтов в автомобиле.
2. Набор торцевых ключей и «трещотка». Чаще всего применяются торцевые головки до 14 мм, и малая «трещотка».
3. Набор рожковых (накидных) ключей. Чаще всего не применяется, но, в зависимости от марки автомобиля, желательно их наличие.
4. Промышленный фен. При монтаже толстых вибропоглощающих деталей на сложные криволинейные поверхности

рекомендуется нагревать материал.

5. Нож и ножницы. Все детали просты по форме и не требуют доработки, но при неправильном расположении детали во время монтажа может потребоваться их подрезка. В этом случае можно воспользоваться ножом или ножницами. Ножницы так же применяются для разрезания лент уплотнителя.

6. Монтажный валик. Применяются для монтажа вибропоглощающих материалов. Без их использования снижается эффект от смонтированных деталей.

7. Хлопчатобумажные защитные перчатки.

8. Ветошь и обезжириватель. Все поверхности, на которые будут монтироваться детали, предварительно необходимо очистить от пыли, грязи и ржавчины, обезжирить и просушить.

9. Мешки для мусора – с деталей будет удаляться антиадгезионная бумага (или плёнка), будет выбрасываться использованная ветошь.

10. Температура в помещении должна быть не менее 16 °С. Это связано с пластичностью вибропоглощающих материалов – при низких температурах монтаж затрудняется.

11. Обеспечьте свободный доступ к любому отсеку автомобиля при полностью открытых дверях, крышках капота и багажника. Рекомендуется около 1 метра вокруг автомобиля.

12. Наличие полок или места для складирования деталей интерьера на период монтажа.



Рисунок 40 – Перечень инструментов и материалов

5.2.2 Разборка салона

Детали шумоизоляции монтируются под декоративные элементы салона, крыши, дверей и багажника. В связи с этим, необходимо снять элементы, закрывающие рекомендованную зону монтажа. При снятии элементов интерьера, закреплённых с помощью держателей «пистон» работайте предельно аккуратно. В некоторых случаях держатели не допускают повторного их использования. Заранее обеспечьте наличие запасных держателей – иначе в случае применения старых возможно неплотное соприкосновение деталей интерьера и неприятный дребезг во время движения.

5.2.3 Очистка салона

В разобранном отсеке проведите уборку (лучше с помощью пылесоса). Протрите все поверхности, на которые будут монтироваться детали и обезжирьте их с помощью «обезжиривателя» или ацетона.

Внимание! Работа с легко воспламеняемыми жидкостями должна проводиться с должной осторожностью и в полном соответствии с инструкцией по работе с данной жидкостью!

Перед монтажом детали убедитесь, что обезжириватель испарился с монтажной поверхности.



Рисунок 41 – Очистка салона

5.2.4 Монтаж шумовиброизоляции

Все детали монтируются без использования дополнительных держателей или клея – они имеют собственный клеевой слой. Для монтажа детали снимите с неё антиадгезионный слой (бумага или плёнка, которая защищает клеевой слой). Поместите деталь на место её монтажа. Расправьте и разгладьте её от центра к краям. Используйте защитные перчатки.

Вибродетали монтируются первым слоем на металлические поверхности кузова или штатные детали шумоизоляции.

При монтаже вибродеталей настоятельно рекомендуем применять монтажный валик. Деталь помещается на место монтажа и «прикатывается» с помощью валика от центра к краям. Не допускайте образования воздушных пузырей. Чем лучше «прикатана» вибродеталь – тем выше эффект от её применения.



Рисунок 42 – Прокатка вибродеталей монтажным валиком

Прогретая ещё до монтажа вибродеталь легче монтируется на поверхности. Для этого можно воспользоваться промышленным феном. Иногда требуется нагревание лицевой стороны вибродетали во время её «прикатывания» на поверхности со сложным рельефом.



Рисунок 43 – Прогрев вибродетали промышленным феном

Звукодетали монтируются плотно друг к другу поверх вибропоглощающих деталей. Площадь покрытия звукопоглощающими деталями часто бывает больше площади покрытия вибродетальями. При их монтаже не нужно пользоваться монтажным валиком – просто разгладить деталь от середины к краям. При необходимости обезжирьте поверхность, на которую будут клеиться звукодетали.

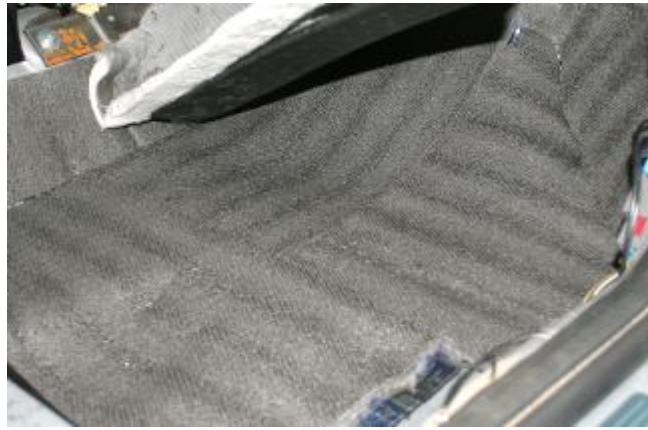


Рисунок 44 – Установка звукодеталей

После установки шумоизоляционного комплекта следует осуществить сборку снятых деталей и панелей в обратной последовательности.

5.3 Оценка эффективности шумоизоляции

Для оценки эффективности шумоизоляции автомобиля, как штатной, так и вновь устанавливаемой, сравнивается внешний и внутренний уровень шума автомобиля.

$$\Delta L = \frac{L_{\text{внешн}} - L_{\text{внутр}}}{L_{\text{внешн}}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где ΔL – снижение уровня шума, дБ А;

$L_{\text{ВНЕШН}}$ – внешний уровень шума, дБ А;

$L_{\text{ВНУТР}}$ – внутренний уровень шума, дБ А.

Оценка эффективности шумоизоляции производится для разных условий:

- стоянка автомобиля с выключенным двигателем;
- стоянка автомобиля с включенным двигателем на холостом ходу;

- стоянка автомобиля с включенным двигателем на холостом ходу и работающим вентилятором системы охлаждения;
- движение автомобиля с частотой $\frac{3}{4}$ от номинальной на третьей передаче.

Результаты оценки шумовых характеристик удобно представить в графической форме (см. рисунок 45).

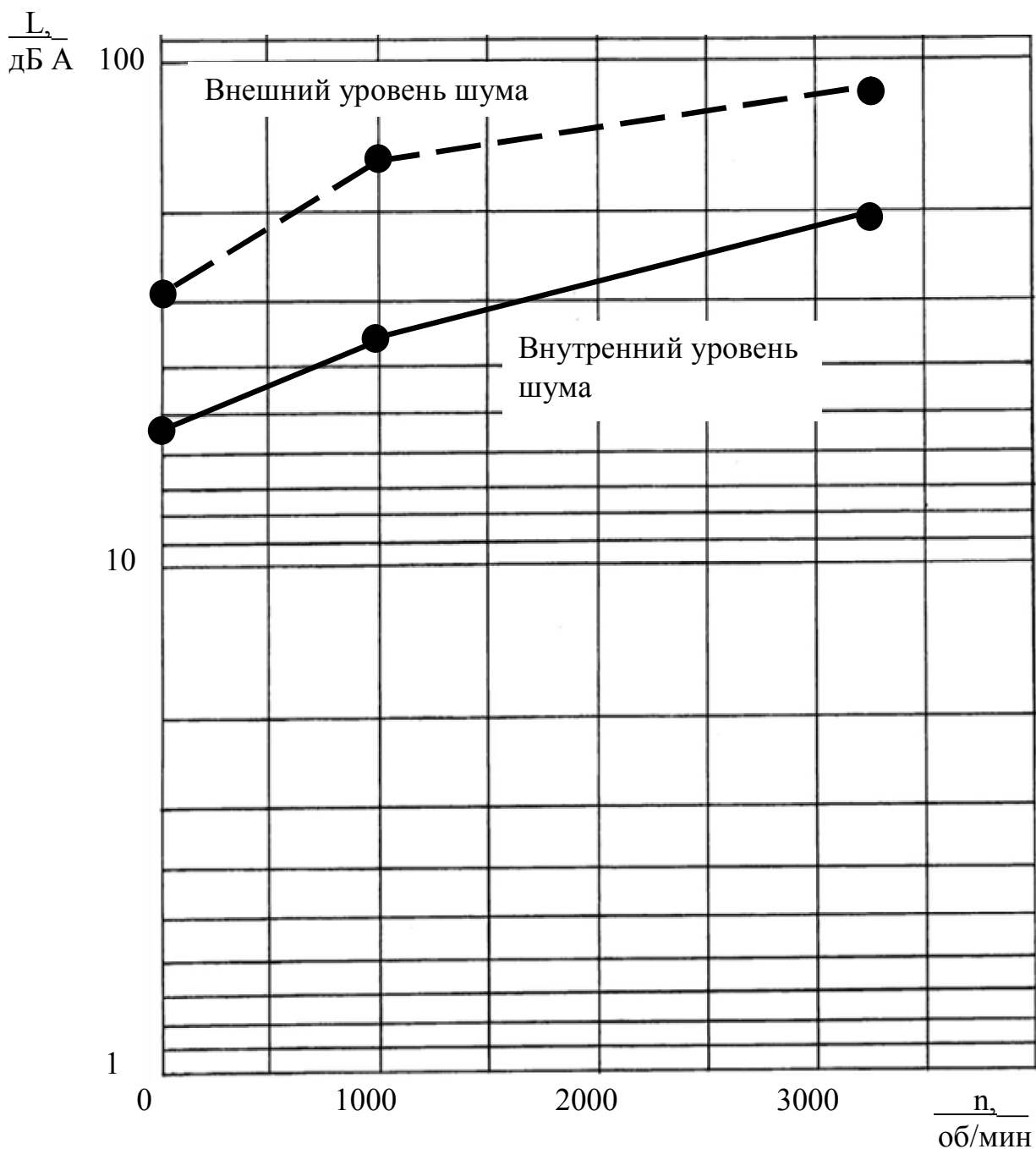


Рисунок 45 – Шумовые характеристики автомобиля

6 Контрольные вопросы

1. Какими параметрами характеризуется акустическая комфортабельность автомобиля?
2. Дайте определение звуковой интенсивности
3. Что такое звуковая мощность? Как она связана с интенсивностью звука?
4. Для чего уровень звука корректируют по шкале «А»?
5. Какие значения уровня звука приблизительно соответствуют тихой комнате, разговору, шуму уличного движения, болевому порогу?
6. Дайте определение шума.
7. Каким образом классифицируется шум?
8. Дайте определение вибрации.
9. Каким образом связаны вибрация и шум?
10. Перечислите источники шума и вибрации в автомобиле.
11. Какой вклад в общий уровень шума вносят двигатель, система выпуска (с глушителем), трансмиссия, вентилятор системы охлаждения, система впуска двигателя, трение шин?
12. Каким образом организована штатная виброизоляция автомобиля?
13. Как осуществляется нормирование уровня шума?
14. Каковы допустимые нормы уровня шума?
15. Перечислите способы борьбы с шумом в автомобиле.
16. Назовите основные шумопоглощающие элементы автомобиля.
17. Какие шумопоглощающие элементы используются в автомобилях среднего класса? Высокого и представительского класса?
18. Охарактеризуйте пассивный способ борьбы с шумом в автомобиле.
19. Каковы особенности штатной шумовиброизоляции?

20. Какие требования предъявляют к шумоизоляционным материалам?
21. Какие требования предъявляют к виброизоляционным материалам?
22. Приведите классификацию материалов, применяемы при шумоизоляции.
23. Назначение и особенности вибродемпфирующих материалов.
24. Каковы перспективы совершенствования вибродемпфирующих материалов?
25. Назначение и особенности звукопоглощающих материалов.
26. Каковы перспективы совершенствования звукопоглощающих материалов?
27. Назначение и особенности звукоизолирующих материалов.
28. Каковы перспективы совершенствования звукоизолирующих материалов?
29. Назначение и особенности теплоизолирующих материалов.
30. Каковы перспективы совершенствования теплоизолирующих материалов?
31. Назначение и особенности противоскрипных материалов.
32. Назначение и особенности декоративных материалов.
33. Какие материалы можно одновременно отнести к разным группам? Приведите примеры.
34. Перечислите и охарактеризуйте основные пути снижения шума ДВС.
35. Какие достоинства и недостатки имеет капсулирование двигателя?
36. Рассмотрите способы снижения шума систем впуска и выпуска.
37. Какие мероприятия позволяют снизить уровень колебаний наружных поверхностей двигателя?
38. Перечислите пути воздействия на нагруженные и

ненагруженные корпусные детали двигателя для изменения их колебательных характеристик.

39. Назовите основные направления воздействия на рабочий процесс двигателя для снижения его структурного шума.

40. Опишите последовательность разработки схемы шумоизоляции автомобиля.

41. Какие поверхности автомобиля можно отнести к максимально обрабатываемым? Почему?

42. Какие поверхности автомобиля можно отнести к равномерно обрабатываемым? Почему?

43. Как необходимо размещать вибропоглощающие материалы в максимально обрабатываемой зоне?

44. Как необходимо размещать вибропоглощающие материалы в равномерно обрабатываемой зоне?

45. Как определить поверхности, не требующие шумоизоляции?

46. Опишите последовательность шумоизоляции дверей автомобиля.

47. Опишите последовательность виброизоляции дверей автомобиля.

48. Опишите последовательность шумоизоляции пола салона автомобиля.

49. Опишите последовательность виброизоляции пола салона автомобиля.

50. Опишите последовательность шумоизоляции капота автомобиля.

51. Опишите последовательность виброизоляции капота автомобиля.

52. Опишите последовательность шумоизоляции крыши автомобиля.

53. Опишите последовательность виброизоляции крыши автомобиля.
54. Каковы условия оценки шумовых характеристик автомобиля?
55. Опишите методику замера внутреннего шума автомобиля.
56. Опишите методику замера внешнего шума автомобиля.
57. Какой инструмент используется при проведении работ по шумоизоляции? Для чего?
58. Опишите последовательность подготовки салона к проведению шумоизоляции.
59. Опишите особенности монтажа шумовиброизоляционных материалов.
60. Каким образом можно оценить эффективность проведенных работ по шумоизоляции автомобиля?

Список использованных источников

1. Шумоизоляция автомобиля: руководство по установке – Днепропетровск, Монолит, 2011. – 48 с., ил.
2. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений/ И.С. Степанов [и др.] под общ. ред. В. М. Шарипова. - М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 256 с.
3. Иванов, Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник / Н.И. Иванов – М.: Университетская книга; Логос, 2008. – 424 с.
4. Шатров, М.Г. Шум автомобильных двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / М.Г. Шатров, А.Л. Яковенко, Т.Ю. Кричевская. – М.: МАДИ, 2014. – 68 с.
5. ГОСТ Р 51616 – 2000 Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний – М.: Стандартиформ, 2007 – 30 с.
6. ГОСТ Р 52231 – 2004 Внешний шум автомобилей в эксплуатации. Допустимые уровни и методы измерения – М.: Стандартиформ, 2006 – 15 с.
7. ГОСТ Р 41.51 – 2004 Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств, имеющих не менее четырех колес, в связи с производимым ими шумом - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004 – 39 с.
8. ГОСТ 17187—2010 Шумомеры. Часть 1. Технические требования – М.: Стандартиформ, 2012 – 32 с.

Приложение А

(обязательное)

Форма протокола испытаний автотранспортного средства

Наименование испытательной лаборатории

Протокол № _____

испытаний автотранспортного средства _____

Объект испытаний

Заводская или торговая марка _____

Тип автотранспортного средства _____

Наименование и адрес предприятия-изготовителя _____

Категория автотранспортного средства _____

Модель кузова (шасси) _____

Год выпуска _____

Год начала производства _____

Номер шасси (кузова) и двигателя _____

Технические характеристики автотранспортного средства:

обозначение двигателя (модель) _____

тип двигателя _____

с искровым зажиганием, дизель, электродвигатель

тактность двигателя _____

двухтактный, четырехтактный

количество цилиндров, шт, и их расположение _____

рабочий объем цилиндров, л _____

максимальная или номинальная мощность двигателя, кВт _____

частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин⁻¹ _____

дополнительное оборудование для отопления и вентиляции кузова (салона) _____

тип, модель

полная масса автотранспортного средства (с полуприцепом - для тягачей), кг _____

число сидений, включая сиденье водителя _____

модель, обозначение шин и давление в них _____

тип трансмиссии _____

число передач в коробке передач _____

передаточные числа _____

коробка передач, дополнительная коробка, главная передача

общее передаточное число, используемое при проведении испытаний _____

скорость автотранспортного средства при частоте вращения коленчатого вала 1000 мин⁻¹

при общем выбранном передаточном числе, км/ч _____

Условия проведения испытаний

Тип (модель) используемых шумомера и микрофона _____

Отклонение в тарировке _____

Тип (модель) других приборов, используемых при проведении испытаний _____

Результаты испытаний

Передача, на которой проводились испытания _____

Скорость движения автотранспортного средства, км/ч, и соответствующая частота

вращения коленчатого вала двигателя: начальная, мин⁻¹ _____, конечная, мин⁻¹ _____

Уровни звука, измеренные при разгоне автотранспортного средства, дБ А _____

Уровни звука, измеренные при движении автотранспортного средства с постоянной

скоростью, дБ А _____

Допустимые уровни шума, дБ А _____

Уровни звука, измеренные при работе системы вентиляции кузова (пассажирского помещения), дБ *A* _____

Заключение

Руководитель испытательной лаборатории _____

Личная подпись _____

Расшифровка подписи _____

Приложение Б

(обязательное)

Бланк проведения лабораторной работы

Улучшение виброакустической комфортабельности автомобиля

Б.1 Цель работы: _____

Марка и модель автомобиля _____

Б.2 Измерение уровня шума до проведения работ по шумоизоляции

Таблица Б.1

Точки замера шума	Измеренный уровень шума, дБ А		
	Выключенный двигатель	Холостой ход	В движении
Салон автомобиля			
Снаружи автомобиля			

Б.3 Подготовка автомобиля к нанесению шумоизоляции

Таблица Б.2

Наименование операции	Инструмент и оборудование	Трудоёмкость, чел.-мин.

Рисунок Б.1 – Схема разборки двери автомобиля

Б.4 Проведение работ по шумоизоляции

Таблица Б.3

Наименование операции	Инструмент и оборудование	Трудоёмкость, чел.-мин.

Рисунок Б.2 – Схема нанесения шумоизолирующего покрытия

Б.5 Измерение уровня шума после шумоизоляции

Таблица Б.4

Точки замера шума	Измеренный уровень шума, дБ		
	Выключенный двигатель	Холостой ход	В движении
Салон автомобиля			
Снаружи автомобиля			

Рисунок Б.3 – Шумовая характеристика автомобиля

Б.6 Выводы и анализ полученных результатов

Приложение В

(справочное)

Уровни шума

Таблица В.1 – Уровни шума

Уровень шума L, дБ А	Описание	Практические замеры
150	Нетерпимый шум. Нахождение в зоне действия	Момент взрыва боеприпаса большой мощности
140	возможно только с использованием средств индивидуальной защиты.	Шум реактивного двигателя самолета
130		
120	Болевой порог	
110	Очень громко	Шум на расстоянии 1 м от 2-х дизель-генераторов мощностью по 650 кВА
105		Звук акустической системы автомобиля на автомобильной выставке MIMS 2007
102		Сирена пожарной машины
90		Машинный зал электростанции (операторская комната машинного зала электростанции)
88		Шум внутри вагона метро серии 81-717. Измерение 1-го перегона
86		Крышная вытяжка системы вентиляции среднего предприятия
78		Шум внутри индивидуального теплопункта жилого дома с 2-мя газовыми печами.
68	Громко. Уровень звука/шума в технических помещениях, производственных цехах предприятий, нахождение в которых персонала длительное время запрещено СН 2.2.4/2.1.8.562-96	Громкий разговор двух или более людей в непосредственной близости от точки замера. Шум на обочине средней оживленности автомагистрали.
65		Телевизор на громкости выше среднего.
63		
60		Операторская комната машинного зала электростанции (машинный зал электростанции).
59		Общий игровой зал казино
58		Тихий разговор 2-х или более людей в непосредственной близости от точки замера. Телевизор на средней громкости. Шум вентиляционных каналов в непосредственной близости от вентиляционной камеры.

Продолжение таблицы В.1

Уровень шума L, дБ А	Описание	Практические замеры
53	Достаточно громко. Порог громкости, который нельзя игнорировать.	Фоновое значение шума в торговом зале магазина, супермаркета. Фоновое дневное значение уровня шума на улице на определенном удалении от автомагистралей.
51	Нормальный уровень звука. Основной уровень шума, звука, окружающий нас в повседневной жизни. Воспринимается наиболее комфортно.	VIP-зал казино
50		
48		
47		
46		Фоновое значение шума в офисных помещениях.
45		
40		
36		
35		
32	Слышно слабо. Уровень шума, звука достаточно тихий, но отчетливо слышимый относительно фоновых значений, отличающихся более чем на 3-5 ДБа в меньшую сторону.	Системный блок компьютера. Шум от качественно установленной системы вентиляции в офисном помещении. Фоновое значение шума в городе на улице в определенном удалении от автомобильных дорог.
31		Фоновое значение шума в спальне загородного дома с работающими инженерными системами.
30	Очень тихо. Уровень шума, звука достаточно тихий, но отчетливо слышимый относительно фоновых значений, отличающихся более чем на 3-5 ДБа в меньшую сторону.	Фоновое значение ночного шума в квартире, расположенной окнами на оживленную автомагистраль при открытой форточке или при открытой фрамуге
26		Фоновое значение ночного шума в квартире при закрытых окнах при шумных соседях сверху или сбоку.
22		Фоновое значение ночного шума в квартире при закрытых окнах при шумном инженерном оборудовании дома, работающей стиральной машине соседей сверху, сбоку.
	Тишина. Достаточно редко встречающийся уровень шума. Характеризуется практически неуловимыми шумами на грани чувствительности человеческого слуха.	Ночной уровень шума в квартире с закрытыми окнами и тихими соседями. Спальня пустого загородного дома при отсутствии систем принудительной вентиляции и прочих инженерных систем либо при отключенных вышеперечисленных инженерных системах.
	Абсолютная тишина. Фиксация средствами технического контроля возможна исключительно с помощью телеметрического метода.	