



**МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)**

Кафедра промышленно-транспортной экологии

Утверждаю
Зав. кафедрой, профессор
_____ Ю.В.Трофименко
« ____ » _____ 2001 г.

В.Е.Тольский, Б.А.Виноградов, С.В. Шелмаков

**Методические указания
к лабораторным работам по курсу
«Экологические испытания автомобилей»**

Москва 2001 г.

УДК
БК

Предисловие

Технический прогресс неразрывно связан с ростом уровня шума в окружающей среде. Наиболее сильное из всех воздействий на психологическое состояние человека оказывают звуки. Шум воздействует на нервную систему человека и поэтому является причиной его преждевременного утомления. Это снижает производительность труда людей и приводит к браку в работе. Шум мешает нормальному отдыху, сну и восстановлению сил.

Изучение практических методов исследования внешнего и внутреннего шума автотранспортных средств - чрезвычайно важный этап подготовки инженеров-экологов.

Лабораторная работа № 1

Определение уровня внутреннего шума автомобиля при работе двигателя на холостом ходу

Цель работы

Практическое освоение студентами методов и средств оценки внутреннего шума автомобиля.

Общие положения

Нормативные требования по внутреннему шуму (ГОСТ 27435-87) ориентированы на измерение шума при движении автомобиля [1]. В данной лабораторной работе исследуется только внутренний шум, возникающий при работе двигателя на холостом ходу при неподвижном автомобиле.

В этом случае единственным источником шума автомобиля является работающий двигатель.

Шум, возникающий внутри автомобиля при работе двигателя, может быть условно разделен на два вида [2].

Воздушный шум – это шум, который передаётся по воздуху от работающего двигателя. Например, от наружных вибрирующих поверхностей двигателя шум передаётся в моторный отсек, а затем,

главным образом, через перегородку моторного отсека передаётся далее в пассажирское помещение автомобиля.

Вибрационный шум - передаётся через опоры силового агрегата на раму (кузов) автомобиля, а затем на панели, расположенные в пассажирском помещении или кабине автомобиля. Этот шум называется еще **структурным** шумом, т.е. передающимся по конструкции (структуре) автомобиля.

Рассмотрим источники структурного и воздушного шума двигателя. Основные составляющие спектра структурного шума двигателя расположены в диапазоне частот собственных колебаний наружных поверхностей блока двигателя, т.е. в диапазоне 1 – 2 кГц.

Источником воздушного шума является шум систем газообмена (впуска и выпуска) двигателя. Основная частота шума в системе впуска равна частоте рабочих тактов двигателя, т.е. $2n/60$. (для 4х цилиндрового двигателя)*. Шум системы выпуска двигателя проявляется, как правило, во внешнем шуме автомобиля.

В свою очередь, вибрация 4-х цилиндрового двигателя, передающаяся через его опоры, имеет также основную частоту $2n/60$ и, как это описывается в лабораторной работе по исследованию вибрации автомобиля, вызывается двумя видами возмущений:

- опрокидывающим моментом двигателя;
- неуравновешенной силой инерции второго порядка возвратно-поступательно движущихся частей кривошипно-шатунного механизма.

Параметры измерения внутреннего шума автомобиля

Измеряется общий уровень шума в дБА и определяется спектр шума в октавных полосах частот. Акустический комфорт в автомобиле зависит как от уровня шума в дБА, который является основным показателем при нормировании шума по ГОСТ 27435-87, но также является функцией других показателей. К таким показателям можно отнести уровень основной моторной гармоник с частотой $2n/60$,

* n – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин⁻¹

проявляющейся в общем спектре шума. По интенсивности этой гармонике можно судить в какой степени вибрация и шум двигателя предопределяют общий уровень шума внутри пассажирского помещения автомобиля в дБА. Другим показателем акустического комфорта является индекс артикуляции, который характеризуется в основном высокочастотной частью спектра. По индексу артикуляции определяется слышимость шума, т.е. насколько хорошо речь водителя или пассажиров воспринимается собеседником. Чем лучше воспринимается речь, тем выше индекс артикуляции.

В литературе [3] приводятся значения индекса артикуляции в тихом и шумном легковых автомобилях при движении по дороге с гладким покрытием (см. табл. 1). Подсчитав индекс артикуляции, можно ориентировочно оценить автомобиль либо как тихий, либо как шумный. В табл. 1 приводятся данные для автомобиля, движущегося на 3 - 4 передачах.

Таблица 1

Значения индекса артикуляции (в %) в тихом и шумном легковых автомобилях при движении по дороге с гладким покрытием

| Субъективная оценка автомобиля по шуму | Передача | Скорость движения, км/ч | | | | | | | | | |
|--|----------|-------------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| Тихий | III | 77 | 69 | 61 | 53 | 47 | 38 | 32 | 26 | - | - |
| | IV | 80 | 70 | 64 | 57 | 53 | 45 | 40 | 35 | 32 | 29 |
| Шумный | III | 63 | 53 | 42 | 31 | 24 | 15 | 10 | 5 | - | - |
| | IV | 65 | 55 | 50 | 37 | 31 | 23 | 17 | 11 | 7 | 2 |

Что касается основной моторной гармонике с частотой $2\pi/60$, то её уровень шума также определяет акустический комфорт внутри автомобиля. В табл. 2 приводятся данные по уровню внутреннего шума, вызываемого действием основной моторной гармонике для легковых автомобилей с четырёхцилиндровыми рядными двигателями рабочим объёмом 1600-2000 см³ с номинальными оборотами в диапазоне 4000-5000 мин⁻¹ [4]. Как видно из табл. 2, по уровню

внутреннего шума, вызываемого действием моторной гармоник можно судить об акустическом комфорте автомобиля.

Таблица 2

Уровень внутреннего шума, вызываемый основной гармоникой двигателя (данные 70гг.)

| Оценка автомобиля | Уровень внутреннего шума, дБА |
|-------------------|-------------------------------|
| Очень плохой | более 97 |
| Плохой | 90-95 |
| Средний | 88-92 |
| Очень хороший | 80-85 |

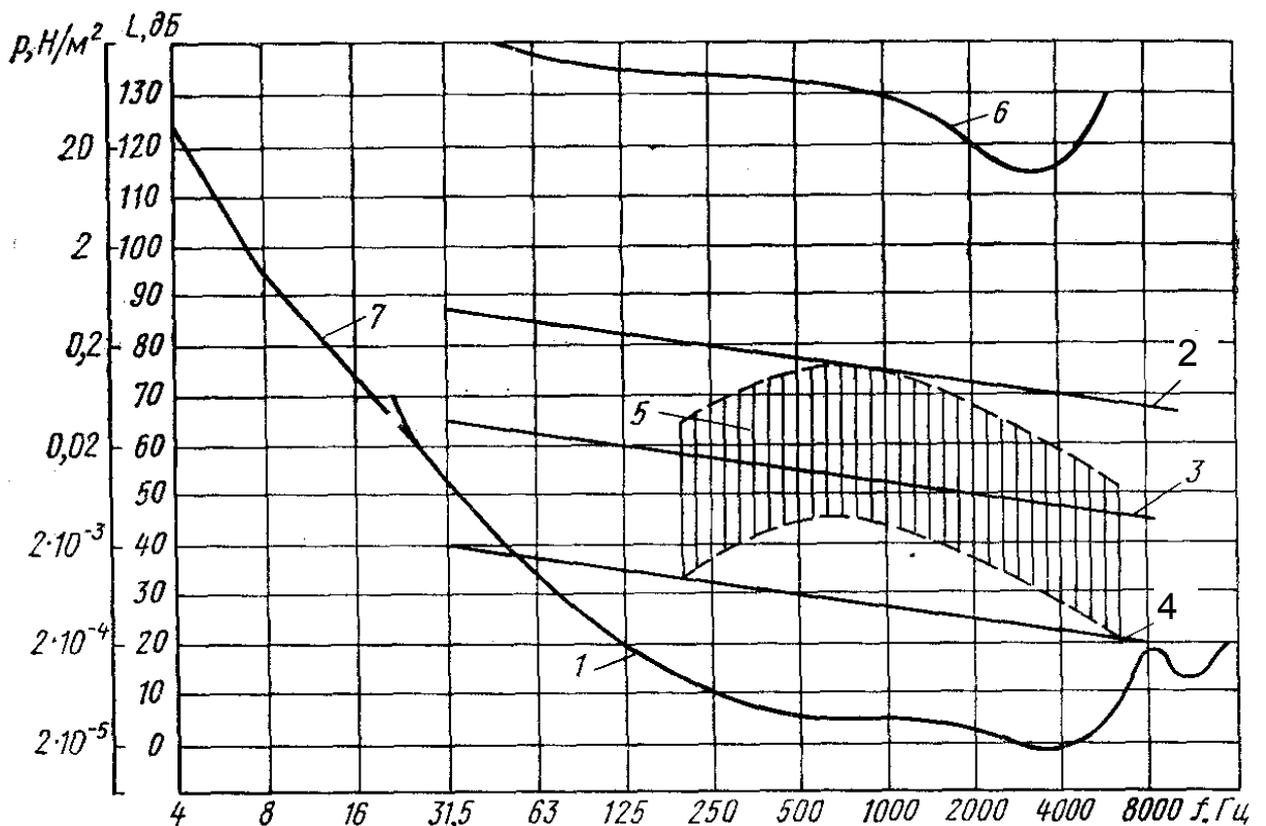


Рис. 1. Области слышимости, кривые равной громкости и степень акустического комфорта автомобиля:

1 - порог слышимости звука; 2, 3, 4 - низкая, средняя, высокая степень акустического комфорта; 6 - область слышимости при нормальном разговоре для оценки индекса артикуляции; 6 - порог болевого восприятия; 7 - порог осязатимости инфразвука

О степени акустического комфорта можно судить также и по графику, представленному на рис. 1. Здесь же отмечен порог болевого восприятия и порог осязаемости инфразвука.

Таким образом, акустический комфорт (внутренний шум) в легковом автомобиле целесообразно оценивать по трём параметрам:

1. Уровень звука в дБ(А) по ГОСТ 27435-87.
2. Индекс артикуляции.
3. Уровень шума с частотой основной моторной гармоники (при 4-цилиндровом рядном двигателе).

Располагая такими данными можно говорить о том, в какой степени испытываемый автомобиль можно отнести по акустическому комфорту к группе либо тихих автомобилей, либо шумных.

Калибровка шумомера

Перед началом лабораторной работы необходимо прокалибровать шумомер. С этой целью применяется прибор, который называется пистонфон. Он создает уровень звука 94 дБ при частоте 1000 Гц. Процедура калибровки заключается в возбуждении микрофона шумомера звуком, который создает пистонфон. Стрелка шумомера должна показывать 94 дБ. В случае отклонения показаний от эталонных, производят регулировку установки стрелки прибора с помощью регулировочного винта на шумомере.

Методика измерения внутреннего шума

Уровни звука в дБА и октавные спектры шума в диапазоне частот 31,5-4000 Гц определяются при 3-х режимах работы двигателя, т.е. измерения проводятся при разной частоте вращения коленчатого вала двигателя.(900, 1800 и 4200 мин⁻¹). При каждом упомянутом режиме работы измеряется общий уровень в дБА и октавный спектр шума (см. табл. 3).

Измерение шума следует проводить в следующих 2-х точках:

- у сиденья водителя (рис. 2);
- посередине, у заднего сиденья, на высоте 0,6м.

В этих точках определяется общий уровень шума в дБА и спектры шума при 3-х режимах работы двигателя. При измерении шума регистрируется максимальное показание шумомера. В каждой точке проводится 3 измерения общего уровня шума в дБА. За результат измерения принимают среднее арифметическое значение, округленное до целого числа.

Полученные октавные спектры шума сравниваются между собой.

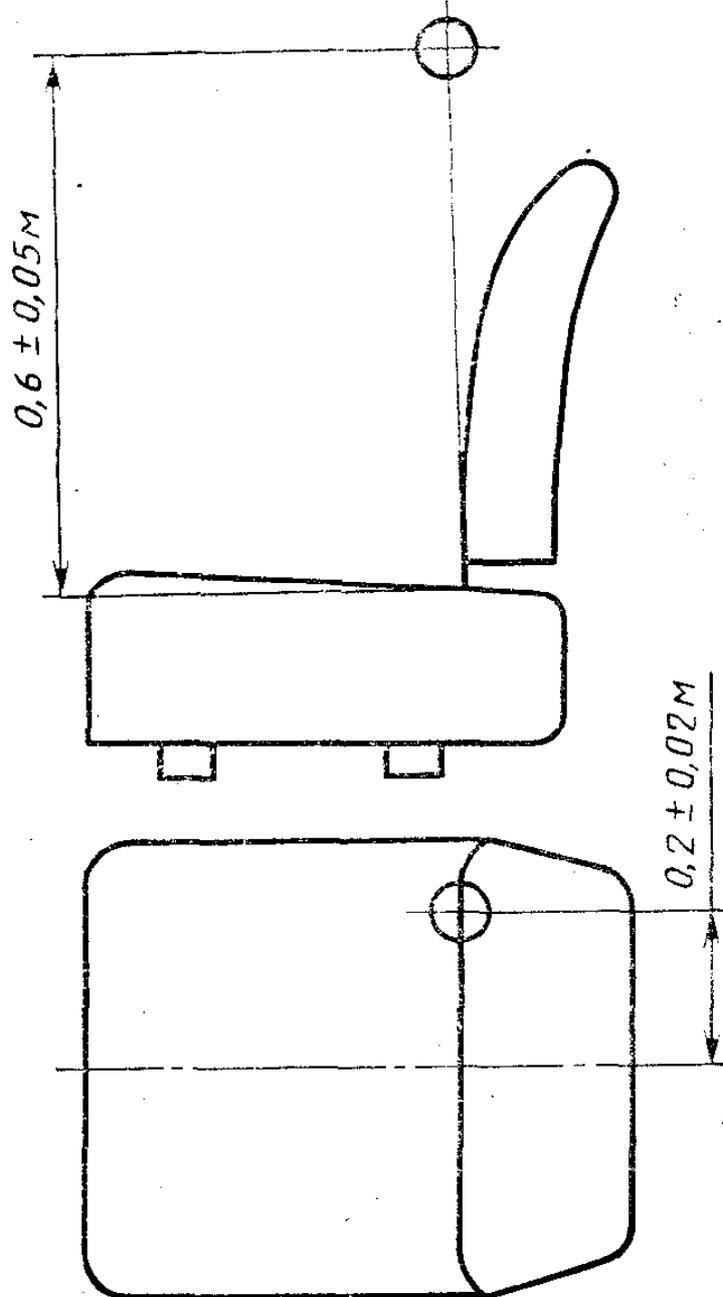


Рис. 2. Расположение микрофона у сиденья водителя

Лабораторная работа №2

Измерение шума системы выпуска двигателя на автомобиле

Цель работы

Практическое освоение студентами методов и средств оценки шума системы выпуска двигателя автомобиля.

Введение

Наряду с выбросами отработавших газов двигателя, внешний шум автомобиля характеризует экологические свойства автомобиля.

Одним из основных источников внешнего шума автомобиля является шум системы выпуска двигателя

Внешний шум автомобиля нормируется [5, 6] в соответствии с Международными Правилами ЕЭК ООН № 51-02, которые действуют в Российской Федерации с 1999 г. и распространяются на новые автомобили. В соответствии с этими Правилами проводится измерение внешнего шума на неподвижном автомобиле (см. Приложение №1 к Правилам №51-02 ЕЭК ООН).

Требования к акустическим характеристикам систем выпуска (глушителям) автомобильных двигателей все время повышаются.

Например, внешний шум новых легковых автомобилей за 25 лет уменьшился на 10 ... 12 дБА.

В 1996г. вступили в силу поправка 02 к Правилам №51 ЕЭК ООН.

В 2003-05 годах предполагается введение поправки 03.

Основные особенности вводимых в действие поправок к Правилам ЕЭК ООН заключаются в следующем:

- дальнейшее ужесточение допустимых уровней звука на 2-5 дБ(А);
- введение методики подготовки глушителей, имеющих набивку волокнистыми материалами, к акустическим испытаниям (проверка на выдувание);
- установление требований к испытательному участку дороги для проведения испытаний на внешний шум;

- набивка глушителей не должна содержать асбеста.

Во внешнем шуме легкового автомобиля при разгоне по методике Правил ЕЭК ООН №51 одно из первых мест занимает шум системы выпуска отработавших газов двигателя. Отвод газов от двигателя осуществляется через нейтрализатор, трубопроводы, глушители. Правильно выбранный по акустическим показателям глушитель позволяет существенно снизить затраты на снижение шума всего автомобиля. Вот почему в производстве глушителей ведущими зарубежными фирмами в последние 10 лет широко применяются новейшие технологии и высокотехнологичные материалы. Например, если на отечественных автомобилях применяются глушители только реактивного типа, то на зарубежных моделях все шире используются глушители реактивно-активного типа, имеющих набивку из волокнистого звукопоглощающего материала на основе базальтового волокна. Применение подобных материалов обусловлено применением на автомобилях все более мощных и высокооборотных двигателей с высокими скоростями потока газов в системах выпуска двигателя. Выполнить современные требования по снижению внешнего шума автомобиля без применения звукопоглощающих материалов в глушителях становится все труднее, а подчас вообще невозможно.

По мере увеличения количества моделей автомобилей, находящихся в эксплуатации, возникает проблема замены изношенных глушителей.

В связи с этим в ЕЭК ООН были приняты Правила № 59, в соответствии с которыми сменная система глушения шума должна удовлетворять одному из двух условий:

- не должен превышать уровень шума штатной системы или не должен превышать уровень шума, регламентируемый международными нормами, существовавшими на момент сертификации автомобиля;
- противодействие, оказываемое сменной системой выпуска двигателя не должно превышать штатное более чем на

25% при измерении на моторном стенде при номинальной мощности двигателя.

Звукопоглощающие материалы нашли свое применение и в производстве сменных глушителей. Это обусловлено тем, что благодаря применению звукопоглощающих материалов появилась возможность получить необходимый уровень шума, существенно упростив конструкцию глушителя по сравнению со штатным глушителем реактивного типа. У производителей глушителей появилась возможность существенно сократить номенклатуру выпускаемых изделий, так как один и тот же глушитель можно выпускать для различных автомобилей, изменяя только входные и выходные патрубки.

Требования к системам выпуска автомобильных двигателей

К системам выпуска автомобильных двигателей предъявляются следующие виды требований:

- к уровню шума;
- к противодавлению в системе выпуска;
- к ее долговечности и ремонтпригодности.
- к массе системы выпуска.

При проектировании системы выпуска двигателя для каждого нового автомобиля необходимо выполнять ряд специфических дополнительных или частных требований, свойственных только системе выпуска конкретного автомобиля. Также определенные требования накладывает и технология производства глушителей на том или ином заводе или требования к определенным видам материалов.

Например, в последние годы практически во всех европейских странах был наложен запрет на применение асбеста в элементах систем выпуска (тепловых экранах, виброизоляционных кожухах и пр.). В ближайшее время подобный запрет начнёт действовать и в России.

Необходимое акустическое заглушение

Необходимое заглушение определяется на стадии проектирования. Заглушение, с позиции нормирования шума представляет собой разность между незаглушенным и допустимым уровнем шума, которые обычно измеряются в дБ(А).

Для детального анализа заглушения необходимо располагать спектрами незаглушенного и допустимого шума. Получение равномерной частотной характеристики заглушения системы выпуска осложняется возможным вторичным шумообразованием в глушителях. Это требует некоторого дополнительного запаса в исходных условиях по заглушению. Как правило этот запас может быть 3 ... 5 дБ(А).

Необходимо отметить, что в глушителях с набивкой из волокнистого материала вторичное шумообразование сведено к минимуму, благодаря наличию материала. Кроме того, в глушителях активного типа применяется только мелкая перфорация, предотвращающая выдувание волокнистого материала из глушителя, что также уменьшает эффект образования вторичного шума.

Таким образом, в глушителях реактивно-активного типа удастся реализовать большее заглушение при том же объеме чем в глушителях реактивного типа. Кроме того, глушители и резонаторы реактивного типа обычно настраиваются на определенные частоты, и частотная характеристика заглушения такой системы выпуска имеет пики в полосах частот поглощения и провалы в полосах частот пропускания. У глушителей с набивкой частотная характеристика заглушения более плавная и приближается к требуемой, так как звукопоглощающие материалы имеют высокий коэффициент звукопоглощения в достаточно широком диапазоне высоких частот.

Допускаемое противодействие

Противодавление в системе выпуска двигателя влияет на коэффициент остаточных газов и работу, затрачиваемую на газообмен. Завышенное противодействие снижает эффективную мощность двигателя и вызывает повышенный расход топлива. В

некоторых случаях противодействие ограничивается моторостроителями особенно при применении турбонаддувных двигателей.

С другой стороны, необоснованно низкое противодействие на автомобиле приводит к необходимости использования трубопроводов повышенного диаметра. Это ведёт к увеличению массы системы, снижает заглушение и вследствие малых скоростей газа и высокого теплоотвода через стенки способствует образованию повышенного количества конденсата.

В системе выпуска двигателя, в которой используются глушители с набивкой из волокнистых материалов, удается добиться меньшего противодействия без отрицательных последствий. Это связано с тем, что использование звукопоглощающего материала позволяет получить требуемое заглушение без особенного усложнения акустической схемы глушителей, и большинство схем глушителей с набивкой являются близкими к прямоточным. Благодаря этому, в системе выпуска состоящей из таких глушителей нет внезапных расширений, дросселей, сужений, изменений направления потока газов и всех других неоднородностей, которыми изобилует система выпуска с глушителями реактивного типа.

Допустимая масса

Масса глушителей не регламентируется, однако, в сочетании с деталями подвески она может быть весьма значительной. На стадии проектирования масса системы выпуска может быть рассчитана, исходя из компоновки автомобиля и из ориентировочных размеров глушителей. При принятой длине системы выпуска резервами снижения массы является снижение толщины стенок труб и упрощение конструкции глушителей. Применение сталей толщиной меньше 1 мм оправдано при современных требованиях по шуму только в последнем глушителе. Корпуса предварительных глушителей и тройников на приемных трубах выпускаются двух- и трехслойными для повышения их звукоизоляции, что приводит к суммарной толщине металла 2 ... 2,5 мм. Резервы снижения массы глушителей

реактивного типа также исчерпаны т.к. при современных допустимых нормах по шуму глушители такого типа имеют от трех до шести перегородок и три-четыре трубки.

Перспективными мерами, ведущими к снижению массы системы выпуска, являются:

- Использование низколегированных сталей, алюминированных и хромированных конструкционных сталей, термостойких и коррозионностойких покрытий. Эти же меры способствуют увеличению долговечности конструкций.
- Применение в глушителях набивки из шумопоглощающих материалов позволяет существенно упростить их акустическую схему по сравнению с глушителями реактивного типа при той же величине заглушения.

Несмотря на то, что звукопоглощающий материал тоже имеет какую-то массу, общий вес глушителей с набивкой остается меньше чем у глушителей реактивного типа. Это достигается не только упрощением внутреннего устройства глушителя, но и возможностью отказаться от применения двойных корпусов и изоляционных кожухов из асбеста, а набивка из звукопоглощающего материала дополнительно препятствует вибрации корпуса глушителя и как следствие излучения им шума.

Другие требования

Наличие других требований является практически обязательными. Именно они лишают систему выпуска двигателя возможности унификации. Эти требования могут быть весьма разнообразными и часто взаимоисключающими. Например, направление отвода отработанных газов. Эта особенность системы выпуска не нормируется, несмотря на то, что за рубежом пытались выработать рекомендации на этот счет. Для автомобилей ВАЗ и их аналогов общепринятой является рекомендация выпуска в левой задней части автомобиля, однако у некоторых автомобилей BMW выпуск осуществляется в середине задней части автомобиля или

симметрично слева и справа. И, наконец, выпуск отработавших газов двигателя направо делается обязательным для моделей автомобилей, используемых в северных районах, где из-за низких температур из выпускных газов образуется туман, затрудняющий обгон и разъезд на дорогах.

Не на последнем месте в списке стоят компоновочные требования. И здесь опять же необходимо отметить превосходство реактивно-активных глушителей. Ведь поперечное сечение глушителей с набивкой гораздо меньше, чем у реактивных. Кроме того, меньшее противодавление в системе выпуска состоящей из реактивно-активных глушителей позволяет, без ущерба для мощностных показателей двигателя применить трубы меньшего диаметра. Все это предоставляет компоновщикам большую свободу действия.

Требований по долговечности систем выпуска как таковых не существует. Однако ведущие зарубежные производители глушителей благодаря применению низколегированных алюминированных сталей с добавлением до 20% хрома гарантируют срок службы своих систем выпуска двигателя в течение 10 лет или 100 тысяч км пробега.

Методика проведения измерений шума системы выпуска двигателя

1. Измерения внешнего шума на неподвижном автомобиле проводят с целью получения данных, необходимых для контроля шума автомобилей в условиях эксплуатации.

2. При измерениях шума в автомобилях с механической коробкой передач рычаг переключения должен находиться в нейтральном положении, а сцепление должно быть включено. В автомобилях с автоматической коробкой передач переключатель управления должен находиться в нейтральном положении.

3. Для проведения испытания выбирают горизонтальную площадку с асфальтобетонным или цементобетонным покрытием. Поверхность площадки должна быть сухой, гладкой и чистой. На

расстоянии 3 м от автомобиля не должно быть объектов, отражающих звук.

4. Микрофон устанавливают на высоте расположения выпускной трубы глушителя шума, но не менее 0,2 м от уровня дороги.

5. Микрофон направляется к отверстию выпускной трубы и располагается на расстоянии 0,5 м от него. Главная ось микрофона должна быть параллельна дороге и составлять угол $(45 \pm 10)^\circ$ с вертикальной плоскостью, которая проходит через ось выпускной трубы (рис. 3).

6. В автомобиле с двумя или более выпускными трубами, расстояние между которыми составляет не более 0,3 м (рис. 3) микрофон устанавливают у трубы, наиболее близко расположенной к контуру автомобиля.

7. В автомобиле с двумя или более выпускными трубами, расстояние между которыми составляет более 0,3 м, микрофон устанавливают, у каждой трубы. За результат измерения принимают наибольшее значение.

8. В автомобиле с выпускной трубой, расположенной вертикально, микрофон располагают на высоте среза выпускной трубы (рис. 3). Главная ось микрофона должна быть ориентирована вертикально.

9. При измерении уровня шума частота вращения коленчатого вала двигателя должна составлять $3/4$ частоты вращения, соответствующей максимальной мощности двигателя. После достижения постоянной частоты вращения педаль подачи топлива следует быстро перевести в положение, соответствующее минимальной подаче.

Измерение уровня шума проводят как в течение работы двигателя на режиме с постоянной частотой вращения, так и в течение всего периода замедления вращения коленчатого вала двигателя. За результат измерения принимают максимальное показание шумомера.

10. При измерении уровня звука в шумомере включают временную характеристику «быстро», регистрируя максимальное показание шумомера.

11. Измерение шума у среза выхлопной трубы проводят не менее трех раз. Измерения считаются действительными, если разность между тремя результатами не превышает 2 дБА.

За результат измерения шума принимают наибольшее значение трех измерений.

Результаты измерений заносятся в табл. 4.

Таблица 4

**Результаты измерений внешнего шума неподвижного
автомобиля**

| Точки измерений | Номер измерения | | | Окончательный результат |
|-----------------|-----------------|---|---|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |

**Допустимые уровни внешнего шума автомобилей со сменными
системами выпуска двигателя**

Уровень внешнего шума движущегося автомобиля не должен превышать предела, действующего для данной категории транспортных средств во время официального утверждения типа. Кроме того, он не должен превышать более, чем на 3 дБА уровень шума, указанный в свидетельстве об официальном утверждении типа, к которому относится испытываемый автомобиль.

Уровень шума движущегося автомобиля со сменной системой выпуска двигателя не должен превышать уровня внешнего шума того же автомобиля со штатной системой выпуска двигателя.

Уровень шума неподвижного автомобиля, испытанный со сменной системой выпуска двигателя не должен превышать уровня шума того же автомобиля со штатной системой выпуска двигателя.

Допустимые значения противодавления в системе выпуска двигателя

Противодавление в системе выпуска двигателя у автомобиля со сменной системой выпуска не должно отличаться от штатной системы выпуска более, чем на 25%.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №1

1. Какие нормы по внутреннему шуму существуют для российских автомобилей?
2. Каким образом образуется шум внутри автомобиля?
3. Какие показатели характеризуют шум внутри автомобиля?
4. Что такое шумный и тихий автомобиль с двигателем Р-4 по индексу артикуляции и уровню составляющей спектра шума с частотой гармоники 2-порядка?
5. Как надо калибровать шумомер?
6. В каких точках измеряется шум внутри легкового автомобиля?

Контрольные вопросы к лабораторной работе №2

1. Какие конструкции глушителей применяются на автомобилях?
2. Какие требования предъявляются к автомобильным глушителям?
3. Какие требования предъявляются к волокнистым материалам автомобильных глушителей?
4. Преимущества и недостатки реактивных и активных глушителей?
5. Методика измерения шума выпуска двигателя по Международным Правилам ЕЭК ООН №51-02.

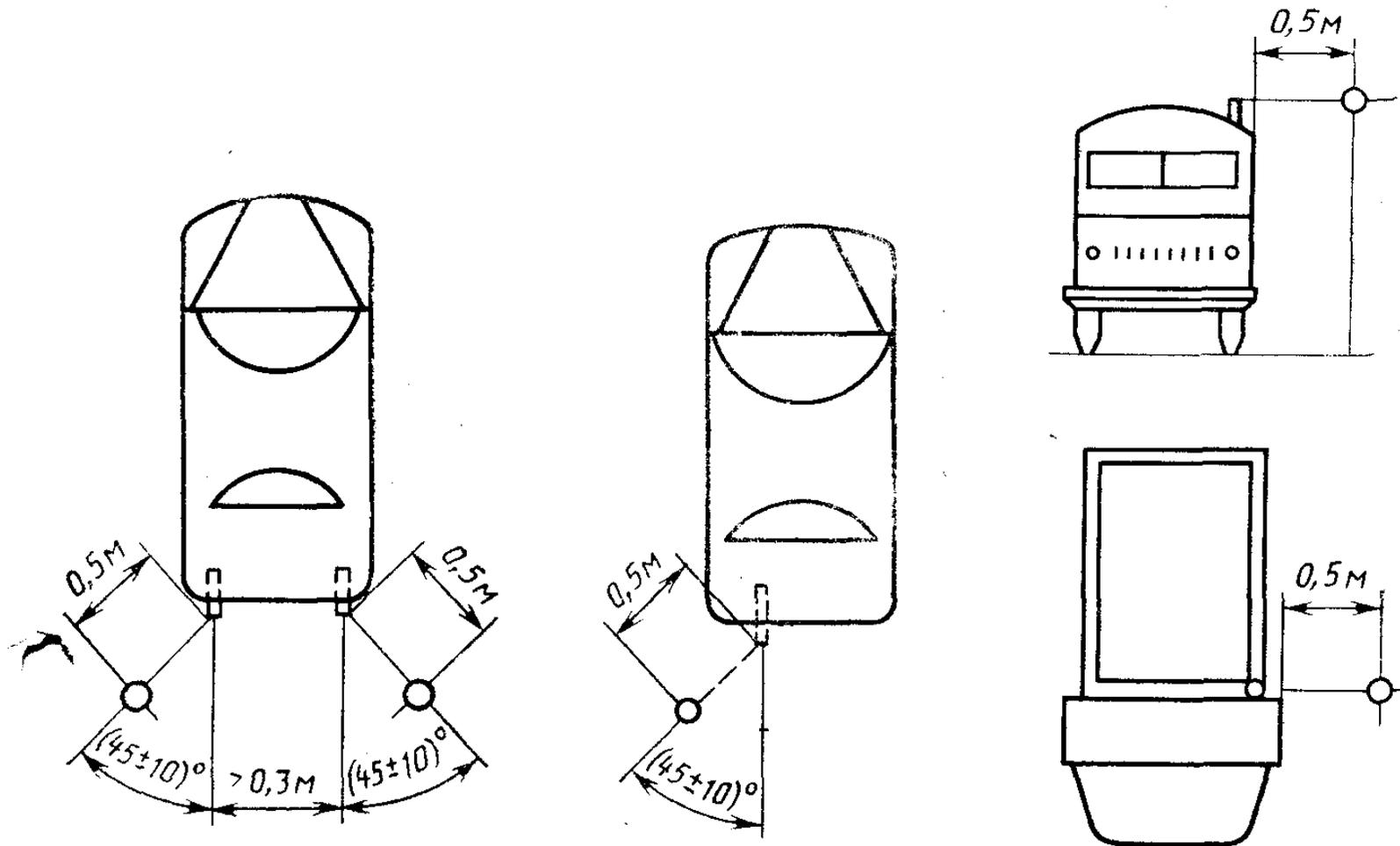


Рис. 3. Расположение микрофона при измерении шума системы выпуска автомобильного двигателя

Литература

1.ГОСТ 27435-87 Внутренний шум автотранспортных средств. Допустимые уровни и методы измерений

2.Тольский В.Е. Глава «Автомобили» в справочнике «Техническая акустика транспортных машин» - С/Петербург, «Политехника», 1995.

3.Луканин В.Н., Гудцов В.Н., Бочаров Н.Ф. Снижение шума автомобиля. – М.: Машиностроение, 1981.

4.Gillard P. The body as transmission element between the sources and the passenger compartment. Unikeller Conference, 4th, Proceeding, Milano, 1975, part 1, p.5/1 – 5/33.

5.Правила № 51-02 ЕЭК ООН. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автотранспортных средств, имеющих не менее 4-х колёс, в связи с производимым ими шумом.

6.Рябчинский А.И., Трофименко Ю.В., Шелмаков С.В. Экологическая безопасность автомобиля. Учебное пособие. – М., МАДИ, 2000.

Содержание

| | |
|---|----|
| Предисловие | 2 |
| Лабораторная работа № 1 | 2 |
| Определение уровня внутреннего шума автомобиля при работе двигателя на холостом ходу | 2 |
| Цель работы | 2 |
| Общие положения | 2 |
| Параметры измерения внутреннего шума автомобиля..... | 3 |
| Калибровка шумомера | 6 |
| Методика измерения внутреннего шума | 6 |
| Таблица 3..... | 8 |
| Результаты измерения внутреннего шума автомобиля при работе двигателя на холостом ходу | 8 |
| Лабораторная работа №2 | 9 |
| Измерение шума системы выпуска двигателя на автомобиле | 9 |
| Цель работы | 9 |
| Введение | 9 |
| Требования к системам выпуска автомобильных двигателей | 11 |
| Необходимое акустическое заглушение | 12 |
| Допускаемое противодействие | 12 |
| Допустимая масса | 13 |
| Другие требования..... | 14 |
| Методика проведения измерений шума системы выпуска двигателя | 15 |
| Допустимые уровни внешнего шума автомобилей со сменными системами выпуска двигателя | 17 |
| Допустимые значения противодействия в системе выпуска двигателя | 18 |
| Контрольные вопросы к лабораторной работе №1 | 18 |
| Контрольные вопросы к лабораторной работе №2 | 18 |
| Литература | 20 |

Редактор
Технический редактор

ЛР № от г.

| | | |
|-------------------------|--------------|----------------------|
| Подписано в печать | | Формат 60x84/16 |
| Печать офсетная. | Усл. печ. л. | Уч.-изд.л. |
| Тираж экз. | Заказ | Цена р. |

Ротапринт МАДИ(ТУ). 125829, Москва, Ленинградский проспект, 64