



О.М. Астафьева
Н.П. Безсолицин
О.Б. Щетникова

НОРМАТИВЫ ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Екатеринбург
2016

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра автомобильного транспорта

О.М. Астафьева
Н.П. Безсолицин
О.Б. Щетникова

НОРМАТИВЫ ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Учебно-методическое пособие
для лабораторных работ
по дисциплине «Нормативы по защите окружающей среды».
Направление 23.03.03 «Эксплуатация
транспортно-технологических машин и комплексов».
Все формы обучения

Екатеринбург
2016

Печатается по рекомендации методической комиссии ИАТТС.
Протокол № 2 от 26 октября 2015 г.

Рецензент – Б.А. Сидоров, канд. техн. наук, доцент кафедры автомобильного транспорта

Редактор Л.Д. Черных
Оператор компьютерной верстки Е.А. Газеева

Подписано в печать 16.03.16		Поз. 4
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,16	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Введение

При изучении дисциплины «Нормативы по защите окружающей среды» обучающиеся знакомятся с основами экологической безопасности, позволяющей уменьшить вред, наносимый окружающей среде в процессе эксплуатации автотранспортных средств.

Дисциплина базируется на нормативно-технических документах и включает в себя два основных раздела: экологическая безопасность автомобиля и защита окружающей среды на автотранспортном предприятии. Целью преподавания учебной дисциплины является выработать компетенции и дать знания, способствующие в дальнейшем успешной работе.

Лабораторные занятия по дисциплине «Нормативы по защите окружающей среды» способствуют закреплению у студентов теоретического материала.

Лабораторная работа № 1

ПРОВЕРКА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ТОКСИЧНОСТЬ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Теоретические сведения

Состав отработавших газов двигателей внутреннего сгорания

Особенности организации процессов горения топлива в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) обуславливают образование вредных веществ, которые выбрасываются вместе с отработавшими газами (ОГ) в окружающую среду и оказывают вредное воздействие на атмосферу, почву, воду, растения, животных и людей.

В идеальном случае при полном сгорании углеводородного топлива должны были бы образовываться только продукты полного сгорания топлива: диоксид углерода (CO_2) и вода (H_2O). Практически же вследствие физико-химических процессов в цилиндрах двигателя действительный состав ОГ очень сложный и включает более 1000 токсичных соединений, большую часть из которых представляют различные углеводороды. Ввиду такого многообразия и сложности идентификации отдельных соединений к рассмотрению обычно принимаются компоненты или их группы, составляющие основную часть ОГ (табл. 1).

Как видно из табл. 1, состав ОГ рассматриваемых типов ДВС существенно различается прежде всего по концентрации продуктов неполного сгорания: оксида углерода, углеводородов, оксидов азота и сажи. Различие в составе ОГ бензиновых и дизельных ДВС объясняется большим коэффициентом избытка воздуха и лучшим распыливанием топлива в дизельных ДВС. Однако дизельные ДВС характеризуются высокой дымностью ОГ.

Значение дымности ОГ зависит от содержания в них различных веществ: паров воды, несгоревших частиц масла и топлива, твердых частиц. Белый дым соответствует холодному пуску и малым нагрузкам двигателя. Он содержит в основном углеводороды и водяные пары. Черный дым наблюдается при больших нагрузках двигателя и содержит твердые частицы, в основном сажу. Наличие сажи объясняется тем, что, несмотря на сравнительно большой избыток воздуха в камере сгорания дизеля, происходит местное переобогащение смеси в различных участках объема камеры. Это способствует образованию частиц сажи, которые в основном сгорают в цилиндре дизеля, однако около 1 % этих частиц выбрасывается в атмосферу.

Таблица 1

Состав отработавших газов карбюраторных и дизельных двигателей

Компонент	Концентрация по объему, %		Примечание
	Бензиновый двигатель	Дизельный двигатель	
N ₂	74...77	74...78	Нетоксичный
O ₂	0,3...8	2...18	Нетоксичный
Водяной пар	3...13,5	0,5...10	Нетоксичный
CO ₂	5...13	1...12	Малотоксичный
CO	0,1...12	0,005...0,4	Токсичный
NO _x	0,01...0,8	0,004...0,5	Токсичный
C _n H _n	0,2...3	0,009...0,5	Токсичный
RCHO	0...0,2	0,001...0,015	Токсичный
SO _x , мг/ м ³	0...0,0003	0...0,015	Токсичный
Соединения свинца, мг/ м ³	0...60	-	Токсичный
С (сажа), г/ м ³	0...0,1	0,01...2	Токсичный
Бензапирен, мкг/ м ³	0...25	0...10	Токсичный

В состав ОГ входят вещества, образующиеся в результате термического синтеза из воздуха при высоких температурах (оксиды азота), продукты неполного сгорания топлива (несгоревшие углеводороды, окись углерода, спирты, кетоны, кислоты, перекиси, сернистый ангидрид, частицы сажи, продукты конденсации и полимеризации), а также продукты сгорания смазочного масла, вещества, образующиеся из присадок к топливу и маслу, и твердые частицы.

Методы испытания двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств

Сопоставление различных типов и марок ДВС и транспортных средств между собой по экологическим параметрам невозможно без принятия единых условий испытаний. Эту роль выполняют стандарты на методы испытаний и расчетов экологических показателей.

В Европе вопросами совершенствования автотранспортных средств занимаются транспортные организации Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН), Европейский союз (ЕС) и Международная организация по стандартизации (ISO).

В 1970 г. Европейской экономической комиссией ООН были рекомендованы единые для государств Европы Правила оценки токсичности ОГ и картерных газов (Правила № 15 и № 49). С 2000 г. в странах ЕЭС выполняются правила № 24, № 49 и № 83.

Содержание токсичных компонентов в ОГ дизельных ДВС контролируется в различных рабочих режимах, устанавливаемых согласно существующим испытательным циклам. В Европе действуют следующие основные испытательные циклы:

- ECE + EUDC – Европейский смешанный цикл (директива ЕЭС 90/C81/01);

- ESC (OICA) – Европейский постоянный цикл (директива ЕЭС 1999/96/ЕС) взамен R 49;

- ELR – Европейский нагрузочный цикл (директива ЕЭС 1999/96/ЕС);

- ETC Европейский переходный цикл (директива ЕЭС 1999/96/ЕС);

- ISO 8178 – Международный комплексный испытательный цикл.

Технические показатели экологического уровня ДВС и транспортных средств регламентируются различными нормативно-техническими документами: ОСТ, ГОСТ, Директивами, Правилами и т.д. Этот вид нормирования направлен на оценку экологического уровня конструкции ДВС и транспортных средств. В указанных документах оговаривается предельное значение удельного (на единицу мощности двигателя любого типа) или пробегового (на единицу пробега транспорта) выброса с ОГ того или иного компонента. Для дизелей нормируют также уровень дымности ОГ.

При определении выбросов вредных веществ и дымности ОГ ДВС применяют два различных способа:

- а) испытание двигателя в составе автомобиля на беговых барабанах или специальной трассе;

- б) испытания ДВС на моторном стенде.

При этом используются два принципиально различных метода испытания: испытания в установившихся режимах; испытания в переходных режимах.

При оценке экологических показателей дизельных двигателей при проведении государственного технического осмотра руководствуются ГОСТ 21393–75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений. Требования безопасности». Согласно данному стандарту дымность проверяется в режиме свободного ускорения и максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя. Свободное ускорение – разгон двигателя от минимальной до максимальной частоты вращения на холостом ходу. Максимальная частота вращения – частота

вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу при полностью нажатой педали подачи топлива, ограниченная регулятором.

При оценке экологических показателей бензиновых двигателей при проведении государственного технического осмотра руководствуются ГОСТ 17.2.2.03-87 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями». Согласно ему содержание оксида углерода и углеводородов в ОГ автомобилей определяют при работе двигателя на холостом ходу для двух частот вращения коленчатого вала: минимальной (n_{\min}) и повышенной ($n_{\text{пов}}$). Повышенная частота установлена в диапазоне $2000 \text{ мин}^{-1} \dots 0,8n_{\text{ном}}$, ($n_{\text{ном}}$ – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя). Показатели минимальной и номинальной частот вращения устанавливаются предприятием-изготовителем и указываются в инструкции по эксплуатации транспортного средства или двигателя.

Приборы и оборудование, применяемые для анализа отработавших газов ДВС автотранспортных средств

Для анализа ОГ применяются различные анализаторы в зависимости от предъявляемых требований к чувствительности анализа, его точности и селективности (рис. 1).

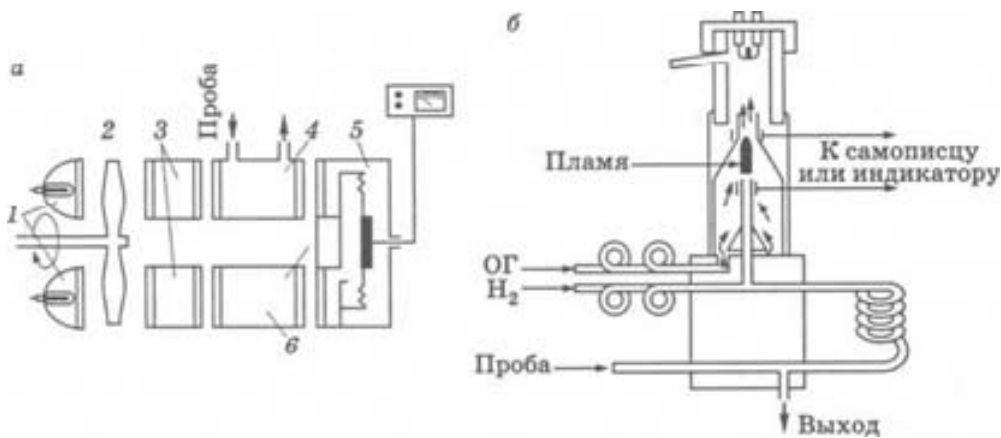


Рис. 1. Схемы газоанализаторов: а – недисперсного инфракрасного (NDIR); б – пламенно-ионизационного (FID)

При анализе по способу NDIR инфракрасное излучение от двух одинаковых источников света 1 (рис. 1а) через обтюратор 2 и кюветы-фильтры 3 попадает в две кюветы, из которых сравнительная 3 заполнена инертным газом (азотом), а измерительная 4 – ОГ. Поглощение энергии излучения приводит к нагреву ОГ в камерах детектора 4, а так как они герметичны, то в результате повышения давления в одной из них прогибается диафрагма. Величина прогиба диафрагмы регистрируется в камере 5; она прямо пропорциональна концентрации измеряемого вещества в ОГ.

Анализ по способу FID осуществляется автоматическим пламенно-ионизационным анализатором (рис. 1б), в котором при введении водорода в поток ОГ с наличием C_nH_m в пламени водорода образуются ионы, количество которых пропорционально количеству C_nH_m . Эти ионы далее поступают к положительному электроду, что и фиксируется показывающим прибором.

Рассмотрим принцип работы более поздних конструкций газоанализаторов на примере газоанализатора «ИНФРАКАР М» (рис. 2). В нем применяется оптико-абсорбционный метод измерения объемной доли CO и CH. Анализируемый газ после очистки проходит через измерительную проточную кювету 2, где определяемые компоненты поглощают ИК-излучение в соответствующих спектральных диапазонах (3,4; 3,9; 4,25 и 4,7 мкм). В дальнейшем поток излучения прерывается вращающимся диском обтюлятора 3. Поток излучения характерных областей спектра выделяется приемниками излучения – интерференционными фильтрами 4, и преобразуется в электрические сигналы, пропорциональные концентрации анализируемых компонентов.

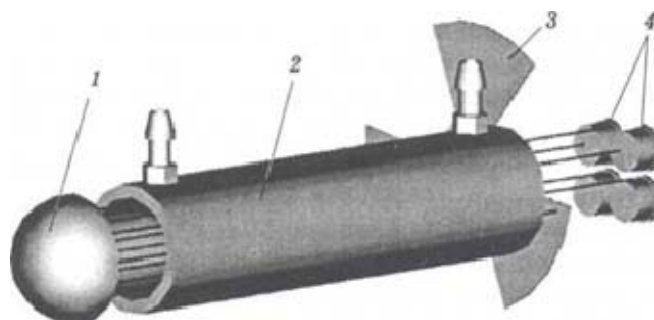


Рис. 2. Схема оптическая газоанализатора «ИНФРАКАР М»:
1 – излучатель, 2 – кювета, 3 – обтюратор,
4 – приемники излучения с интерференционными фильтрами

В комплектацию прибора для измерения вредных веществ (CO и CH) также входят щуп регулируемой длины для измерения температуры масла и измеритель частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Частота вращения коленчатого вала двигателя может быть определена с помощью различных способов.

1. Сигнал частоты вращения регистрируется на кабеле зажигания с помощью зажима триггера, который должен быть как можно ближе к свече зажигания и как можно дальше от соседнего кабеля зажигания. Зажим триггера индуктивно регистрирует сигнал высокого напряжения, который направляется от распределителя к любому цилиндру. Импульсы передаются от зажима триггера к анализатору и преобразуются в сигнал количества оборотов.

2. Зажим пьезодатчика используется только с дизельными двигателями. Пьезодатчик состоит из пьезоэлемента, который распознает разности давления в линии и преобразует их в электрические импульсы. Важно, что зажим пьезодатчика подходит только для одного диаметра топливного трубопровода и может прикрепляться только на прямой части топливной магистрали на любом цилиндре.

3. Определение частоты вращения с помощью светового барьера используется, когда отсутствует возможность прямой регистрации сигнала частоты вращения на двигателе. Световой барьер должен располагаться таким образом, чтобы при использовании рефлектора, помещаемого на вентиляторе, клиновом ремне или карданном валу, частота вращения могла регистрироваться без помех (вибрации и т.п.). Передаточное отношение для частоты вращения двигателя должно быть 1:1, при этом передаточное отношение карданного вала должно вводиться в диапазоне от 0,5 до 2.

4. Сигнал частоты вращения снимается с кабеля катушки зажигания с помощью зажима катушки зажигания, который должен быть прикреплен как можно ближе к катушке зажигания. Зажим индуктивно снимает сигнал высокого напряжения, которое подводится к распределителю от катушки зажигания. Импульс передается от зажима катушки зажигания к измерительной коробке, где преобразуется в сигнал частоты вращения.

5. Регистрация сигнала частоты вращения с использованием датчика TDC обеспечивает очень точное измерение количества оборотов. Для распознавания импульса количества оборотов его величина должна находиться между 30 мВ и 30 В. Датчик TDC всегда используется для определенного автомобиля, т.е. в зависимости от изготовителя автомобиля для регистрации сигнала частоты вращения используется соответствующая диагностическая вилка.

6. Частота вращения генератора переменного тока снимается на зажиме W. Так как каждая модель автомобиля имеет свое передаточное отношение между коленчатым валом и генератором переменного тока, количество импульсов на оборот генератора (пропорционально количеству оборотов коленчатого вала) должно быть известно или определяться путем сравнения фактического количества оборотов со значением датчика количества оборотов. Определение количества оборотов с помощью зажима W может применяться только для дизельных автомобилей.

Определение токсичности отработавших газов прибором «ИНФРАКАР М»

Подготовка прибора к работе:

1. Установить прибор на горизонтальной поверхности. В зависимости от источника электрического питания к разъему на задней панели подключить кабель питания 220 В или 12 В из комплекта принадлежностей.

К штуцеру «Слив» подсоединить трубку для сброса конденсата. К штуцеру «Вход» подсоединить через короткую трубку из ПВХ бензиновый фильтр, к нему подсоединить пробоотборный шланг с газозаборным зондом из комплекта принадлежностей.

2. К гнезду на задней панели подключить кабель с датчиком тахометра, датчик подсоединить к высоковольтному проводу первой свечи.

3. Порядок переключения протокола обмена с ПК:

- включить прибор в сеть;
- подождать выхода прибора в режим индикации или нажать кнопку [$>0<$] для принудительного обнуления показаний;
- одновременно нажать кнопки [Насос] и [Печать]. На индикаторе « λ » высветится «YES» для приборов с протоколом UPEX и «NO» для приборов со стандартным протоколом;
- для установки стандартного протокола обмена нажать клавишу [-], протокола UPEX – клавишу [+];
- для сохранения изменений в долговременной памяти прибора нажать клавишу [Ввод], для выхода без сохранения изменений – клавишу [Выход]. При этом текущие изменения сохраняются до выключения прибора.

Нельзя проводить изменения протокола обмена при работе программного обеспечения, так как это может привести к сбою в работе прибора и потере данных калибровки. Рекомендуется изменения протокола проводить, когда прибор не подключен к ПК.

Токсичность ОГ измеряется следующим образом.

1. Установить пробозаборник прибора в выхлопную трубу автомобиля на глубину не менее 300 мм от среза (до упора) и зафиксировать его зажимом.

2. Провести настройку нулей всех каналов нажатием клавиши [$>0<$]. Должно быть обеспечено поступление чистого воздуха, не загрязненного выбросами CO_2 , CO и CH.

Нажатие и удержание клавиши [4/2 такта] позволяет установить в тахометре тип двигателя, к которому подключен прибор (двух- или четырехтактный). Короткое нажатие на клавишу [4/2 такта] позволяет проконтролировать тип двигателя.

Для изменения уровня чувствительности тахометра необходимо одновременно нажать клавиши [Печать] и [4/2 такта]. При этом на индикаторе « λ » появится значение установленного уровня чувствительности. Нажатием на клавиши [+] и [-] можно установить требуемый уровень чувствительности тахометра. При завышении показаний тахометра и его неустойчивой работе необходимо понизить чувствительность, при занижении показаний повысить.

Установленный уровень запоминается нажатием кнопки [$>0<$] (ввод), выход без запоминания – клавиши [Насос] (выход). При измерении частоты вращения коленчатого вала в двигателях с двухискровой системой

зажигания режим в тахометре устанавливается точно так же, как в двухтактном двигателе.

3. Включить насос нажатием кнопки. Газоанализатор готов к работе.

4. После окончания режима настройки нуля чувствительности (по каналу O_2) газоанализатор переходит в режим измерения концентраций всех каналов, а также частоты вращения коленчатого вала двигателя, рассчитать коэффициент λ . Переключение режимов вычисления параметра λ для различных видов топлива осуществляется нажатием и удержанием более 4 с клавиши [☀]. На индикаторе « λ » будут высвечиваться названия режимов в следующем порядке: «БЕНЗ» – для бензина, «ПРОП» для смеси пропан – бутан, «П.ГАЗ» – для метана (природный газ).

Автоматическая подстройка нуля производится через 15 мин, время подстройки — 30 с. В процессе измерения (при нажатой клавише [Насос]) автоподстройка не происходит.

5. Показания следует фиксировать через 40...60 с после начала измерения.

Нажатием клавиши [Печать] проводится распечатка измеренных величин с указанием реального времени и информации о владельце прибора (вводится в программу, входящую в комплект поставки, и передается в прибор через интерфейс RS 232; максимальная длина – 64 символа).

6. По окончании работы с автомобилем или при перерыве в работе выключить побудитель расхода газа нажатием кнопки [Насос].

7. Вынуть пробозаборник из выхлопной трубы автомобиля, отсоединить тахометр.

8. По окончании смены выключить питание прибора.

Отчет о выполнении лабораторной работы № 1

Тема: Проверка автотранспортных средств на токсичность отработавших газов

Цель:

- изучить устройство и принцип работы оборудования для проверки содержания вредных веществ (CO и C_nH_m) в ОГ бензинового двигателя;
- изучить методику и провести проверку содержания вредных веществ (CO и C_nH_m) в ОГ бензинового двигателя;
- на основании результатов проверки сделать заключение о пригодности транспортного средства к эксплуатации.

Оборудование: газоанализаторы «ИНФРАКАР М», щуп для измерения температуры масла, измеритель оборотов коленчатого вала.

Порядок выполнения работы

Условия измерения СО и C_nH_m :

1. Выпускная система автомобиля не должна иметь неплотностей, вызывающих утечку ОГ и подсос воздуха.
2. Перед испытаниями двигатель должен быть прогрет до температуры не ниже рабочей температуры моторного масла или охлаждающей жидкости, указанной в руководстве по эксплуатации автомобиля.
3. Все обогатительные устройства двигателя должны быть отключены.

Порядок проведения измерения экологических показателей бензинового двигателя.

1. Установить рычаг переключения передач (селектор) в нейтральное положение, затормозить транспортное средство стояночным тормозом и заглушить двигатель.
2. Подготовить газоанализатор к работе согласно руководству по эксплуатации.
3. Подключить датчик тахометра газоанализатора к двигателю согласно руководству по эксплуатации газоанализатора.
4. Установить на выпускную трубу транспортного средства устройство для отвода ОГ.
5. Установить пробоотборный зонд газоанализатора в отверстие для введения зонда, расположенное в устройстве для отвода ОГ, на глубину не менее 300 мм от среза выхлопной трубы.
6. Запустить двигатель, установить частоту вращения коленчатого вала на уровне $n_{пов}$ и обеспечить его работу в этом режиме не менее 15 с.
7. Установить минимальную частоту вращения (n_{min}) вала двигателя и не ранее чем через 20 с измерить содержание СО и C_nH_m .
8. Установить повышенную частоту вращения вала двигателя, равную $n_{пов}$, и не ранее чем через 30 с измерить содержание СО и C_nH_m .
9. Извлечь пробоотборный зонд из отверстия для введения зонда, снять устройство для отвода ОГ с выпускной трубы глушителя, отсоединить датчик тахометра от двигателя.
10. По результатам приведенной проверки заполнить табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерений

Параметр	Значение
Марка транспортного средства	
Вид используемого топлива	
Температура масла, °С	
Содержание СО при n_{min} , г/кВт·ч	
Содержание C_nH_m при n_{min} , г/кВт·ч	
Содержание СО при $n_{пов}$, млн ⁻¹	
Содержание C_nH_m при $n_{пов}$, млн ⁻¹	

11. Сравнить полученные значения с нормативными значениями (табл. 3).

Таблица 3

Нормативные значения токсичности отработавших газов бензинового и газового двигателей по ГОСТ 52033-2003

Комплектация автомобиля	Частота вращения коленчатого вала	CO, объемная доля, %	C _n H _m , объемная доля, % · 10 ⁻⁴
Автомобили категорий М1, М2, М3, N1, N2, N3, произведенные до 01.10.1986 г.	n _{min}	4,5	-
Автомобили категорий М1 и N1, не оснащенные системами нейтрализации ОГ	n _{min}	3,5	1200
	n _{пов}	2,0	600
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3, не оснащенные системами нейтрализации ОГ	n _{min}	3,5	2500
	n _{пов}	2,0	1000
Автомобили категорий М1 и N1, оборудованные двухкомпонентной системой нейтрализации ОГ	n _{min}	1,0	400
	n _{пов}	0,6	200
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3, оборудованные двухкомпонентной системой нейтрализации ОГ	n _{min}	1,0	600
	n _{пов}	0,6	300
Автомобили категорий М1 и N1 с трехкомпонентной системой нейтрализации ОГ или оборудованные встроенной (бортовой) системой диагностирования	n _{min}	0,5	100
	n _{пов}	0,3	100
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3 с трехкомпонентной системой нейтрализации ОГ или оборудованные встроенной (бортовой) системой диагностирования	n _{min}	0,5	200
	n _{пов}	0,3	300

12. На основании результатов опытов сделать заключение о техническом состоянии двигателя транспортного средства.

Лабораторная работа № 2

ИЗМЕРЕНИЕ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Теоретические сведения

Факторы, влияющие на уровень транспортного шума

На уровень шума влияет ряд факторов:

- интенсивность транспортного потока;
- скорость транспортного потока (при увеличении скорости транспортных средств происходит возрастание шума двигателей, шума от качения колес по дороге и преодоления сопротивления воздуха);
- состав транспортного потока (грузовой транспорт создает большее шумовое воздействие по сравнению с пассажирским, поэтому возрастание

доли грузового подвижного состава в транспортном потоке приводит к общему возрастанию шума);

- тип двигателя (сравнение двигателей соизмеримой мощности позволяет провести их ранжирование по возрастанию уровня шума – электродвигатель, бензиновый двигатель, дизель, паровой, газотурбинный двигатель);

- тип и качество дорожного покрытия (наименьший шум создает асфальтовое покрытие, затем по возрастающей – бетонное, брусчатое, каменное и гравийное. Неисправное дорожное покрытие любого типа, имеющее выбоины, раскрытые швы и нестыковки поверхностей, а также ямы и проседания, вызывает повышенный шум);

- планировочные решения территорий (подъемы и спуски, извилистость улиц, наличие разноуровневых транспортных развязок и светофоров влияют на характер работы двигателей, а, следовательно, и на создаваемый шум). От высоты и плотности застройки зависит дальность распространения шума от магистралей.

- наличие зеленых насаждений (вдоль магистралей с обеих сторон предусматривают санитарно-защитные зоны, в которых высаживают деревья. Лесопосадки препятствуют распространению шума на близлежащие территории).

Показатели шумового воздействия. Воздействие шума на живые организмы неоднозначно и отличается степенью восприятия. Объективными показателями шумового воздействия являются интенсивность, высота звуков и продолжительность воздействия.

Показатели шумового воздействия

Объективными показателями шумового воздействия являются интенсивность, высота звуков и продолжительность воздействия.

Интенсивность характеризует величину звукового давления, которое оказывают звуковые волны на барабанную перепонку уха человека. Для ее измерения используется прибор шумомер. Чтобы приблизить частотные характеристики этого прибора к свойствам человеческого уха, шумомер содержит три корректирующих контура, обозначаемых А, В и С. Чаще всего оценка интенсивности шума ведется по шкале А, которая строится на логарифмах отношений данной величины звука к порогу слышимости. Единица измерения интенсивности – децибел (дБА).

Шум свыше 80 дБА вреден для человеческого организма. Болевой порог лежит в пределах 120...130 дБА, а предел переносимости определяется величиной 154 дБ А. При этом возникают удушье, сильная головная боль, нарушение зрительных восприятий, тошнота.

Персонал транспортных организаций, непосредственно занятый в перевозочном процессе и ремонте подвижного состава, работает в условиях повышенной интенсивности шума. Значения интенсивности шума, дБА,

возникающего при движении транспортных средств, которому подвергаются водители и пассажиры, а также люди, оказавшиеся поблизости от движущегося транспорта, представлены ниже.

Легковой автомобиль	70–80
Автобус	80–85
Грузовой автомобиль	80–90
Поезд метрополитена	90–95
Железнодорожный состав	95–130
Реактивный самолет на взлете ...	130–160

Внутри транспортных средств уровни шума ниже: в пассажирских вагонах поездов – до 68 дБА, в салоне самолета – 75...85 дБА, в салоне автомобиля – около 60 дБА. При наборе скорости автомобилем, открывании и закрывании дверей наблюдается резкое возрастание шума – до 100 дБА. На оживленных автотранспортных магистралях шум достигает 80...85 дБА.

Высота звука – второй показатель воздействия шума, определяется частотой колебаний среды и измеряется в герцах (Гц). 1 Гц равен 1 колебанию в секунду. В зависимости от частоты звуковые колебания подразделяются:

- на инфразвуковые (низкочастотные) с частотами менее 20 Гц;
- акустические (слышимые) с частотами от 16...20 до 20 000 Гц;
- ультразвуковые (высокочастотные) с частотами от 20 000 до 109 ГГц;
- гиперзвуковые (сверхвысокочастотные) с частотами 109...1013 ГГц.

Продолжительность шумового воздействия – третий показатель влияния шума. Большая продолжительность воздействия шума оказывает вредное влияние на слух и общее здоровье человека.

В условиях сильного шума возникает опасность снижения и потери слуха, которая во многом обусловлена индивидуальными особенностями человека. Длительное шумовое воздействие – один из факторов, вызывающих повышенную заболеваемость. С действием шума связаны рост нервных, сердечно-сосудистых заболеваний, развитие язвенной болезни и тугоухости у городского населения, а также у рабочих некоторых профессий, связанных с воздействием шума.

Определение уровня звука прибором АТЕ-9030

Прибор АТЕ-9030 – портативный интегрирующий измеритель уровня звука с дополнительной функцией аналогового выхода. Встроенный конденсаторный микрофон обеспечивает диапазон измерения звука в пределах от 30 до 130 дБ в полосе частот от 31,5 Гц до 8 кГц. Дополнительная функция аналогового выхода позволяет использовать прибор в автоматических системах экологического контроля акустических параметров производственных и жилых помещений. В шумомере АТЕ-9030 имеется возможность сохранения измеренных данных на SD-карту в формате Excel в режиме

реального времени без использования специального программного обеспечения.

Данный прибор совместно с преобразователем интерфейсов Актаком АСЕ-1025 и программным обеспечением АКТАКОМ DataLoggerMonitor или Актаком АТЕ EasyMonitor на ПК реализует автоматизированные измерения уровня шума и разнообразную математическую обработку результатов измерений.

Технические характеристики

Диапазон измерения уровня звука	30...130 дБ (3 поддиапазона по 50 дБ: 30...80 дБ; 50...100 дБ; 80...130 дБ и автовыбор диапазона)
Разрешающая способность	0,1 дБ
Погрешность измерения	(1 кГц, 94 дБ): ±1,4 дБ
Частотный диапазон	31,5 Гц...8 кГц
Режим измерения	200 мс (быстрый), 500 мс (медленный)
Дисплей	ЖК размером 52x38 мм
Использование SD-карт	объемом от 1 до 16 Гбайт (рекомендовано до 4 Гбайт)
Питание	6 батареек типа АА 1,5 В
Габаритные размеры прибора	245x68x45 мм
Внешний диаметр микрофона	12,7 мм
Масса	489 г

На рис. 3 представлен внешний вид шумомера АТЕ-9030.



Рис. 3. Внешний вид шумомера АТЕ-9030

Описание органов управления АТЕ-9030 представлено на рис. 4.

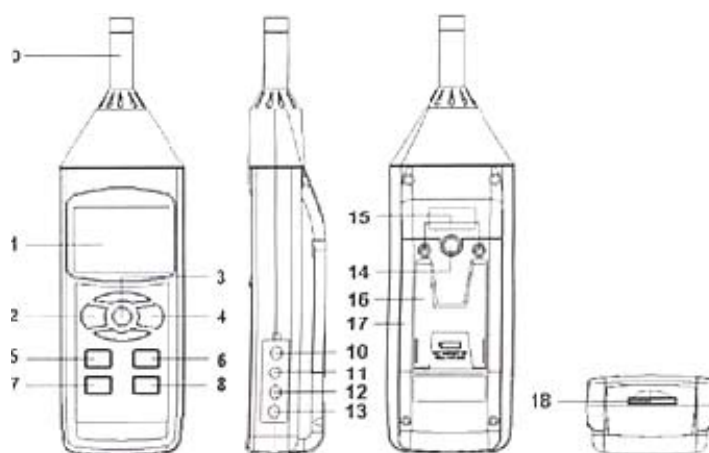


Рис. 4. Органы управления АТЕ-9030:

- 1 – дисплей; 2 – «POWER/ESC». Кнопка включения/выкл. питания, подсветки и отмены значения (функция «ESC»); 3 – «HOLD/NEXT». Кнопка включения режима удержания текущего показания (функция «HOLD») и перехода в расширенное меню (функция «NEXT»); 4 – «REC/ENTER». Кнопка включения режима записи максимального и минимального значений (функция «REC MAX/MIN») и подтверждения ввода установленного значения (функция «ENTER»); 5 – «RANGE ▲». Кнопка выбора диапазона, проверки установленного времени и прокрутки ▲; 6 – «A/C▼» Кнопка установки весовой шкалы А или С, проверки времени сэмплирования и прокрутки ▼; 7 – «SET FAST/SLOW». Кнопка установки временных режимов измерений и вход в расширенные установки; 8 – «LOGGER/PEAK HOLD». Кнопка включения регистратора данных и фиксации пиковых значений; 9 – электрический микрофон конденсаторного типа; 10 – аналоговый выход; 11 – регулятор для выполнения калибровки прибора (переменный резистор для точной регулировки); 12 – разъем интерфейса RS-232; 13 – разъем для подключения внешнего блока питания; 14 – резьбовое соединение для установки на штатив; 15 – винты крепления крышки батарейного отсека; 16 – подставка; 17 – крышка батарейного отсека; 18 – разъем для SD-карты

Отчет о выполнении лабораторной работы № 2

Тема: Измерение уровня шума, производимого автотранспортными средствами

Цель:

- изучить устройство и принцип работы прибора для измерения уровня шума;
- изучить методику измерения уровня шума, производимого автотранспортными средствами;
- на основании результатов измерений сделать вывод об уровне шумового воздействия автотранспортных средств на человека.

Оборудование: шумомер АТЕ-9030.

Порядок выполнения работы

1. Выбрать параметр измерения

1. Включите прибор однократным нажатием кнопки «POWER/ESC» (2). Прибор перейдет в режим самотестирования (около 5 с) и на дисплее будут изменяться различные цифры и символы. После выполнения функции самотестирования прибор готов к установке режимов измерения.

По умолчанию установлены следующие настройки: автоматический выбор диапазона:

- символы «AUTO» отображаются в правом нижнем углу дисплея;
- показатель А: символ «A» отображается в левом верхнем углу дисплея;
- режим измерения – быстрый: символы «FAST» отображаются в правом нижнем углу дисплея.

2. Кнопкой «A/C ▼» (6) выберите режим измерения по шкале А или С. Символ «A» или «C», соответствующий выбранной шкале, отображается в левом верхнем углу дисплея.

Значения показателя для шкал А и С приведены в табл. 4.

Таблица 4

Значения показателей шкал А и С

Частота, Гц	Шкала А, дБ	Шкала С, дБ
31,5	-39,4	-3
63	-26,2	-0,8
125	-16,1	-0,2
250	-8,6	0
500	-3,2	0
1000	0	0
2000	1,2	-0,2
4000	1	-0,8
8000	-1,1	-3,2

Характеристики шкалы А предназначены для работы в диапазоне частот звуков, воспринимаемых человеческим ухом. При измерениях уровней звуков окружающей среды необходимо выбирать шкалу А.

Характеристики шкалы С находятся вблизи плоской части частотной характеристики. Это используется, как правило, для контроля уровней шума, создаваемого различными механизмами (контроля добротности) и выявления истинных уровней звука испытуемого оборудования.

3. Кнопкой «RANGE ▲» (5) выберите диапазон измерения. По умолчанию устанавливается автоматический выбор диапазона, о чем свидетельствуют символы «AUTO» в нижнем правом углу дисплея.

Последовательно нажимая кнопку «RANGE▲» (5), можно установить диапазоны измерения «30-80», «50-100», «80-130» и «AUTO». Выбранный диапазон будет отображаться в нижней части дисплея.

Если результаты измерений выходят за пределы выбранного диапазона, то вместо результатов измерений на дисплее будут отображаться символы «-----».

4. Кнопкой «SET FAST/SLOW» (7) выберите время измерения. По умолчанию устанавливается быстрый режим измерения FAST ($t = 200$ мс). Ему соответствуют символы «FAST» в нижнем правом углу дисплея. Нажатием кнопки «SET FAST/SLOW» (7) можно установить медленный режим измерения SLOW ($t = 500$ мс). Медленному режиму измерения соответствуют индикации символов «SLOW» в нижнем правом углу дисплея. Максимальное отклонение при воздействии непрерывного сигнала при медленном и быстром режиме приведено в табл. 5.

Таблица 5

Максимальное отклонение при воздействии непрерывного сигнала
в зависимости от проведения измерения

Режим	Максимальное отклонение, дБ
Быстрый режим	-1
Медленный режим	4,1

Быстрый режим (FAST) предназначен для работы в диапазоне частот звуков, воспринимаемых человеческим ухом.

Медленный режим (SLOW) удобен для получения усредненных значений уровней звуков вибраций.

2. Установка интервала сэмплирования

В режиме обычного измерения (без регистрации данных) нажмите и удержите в течение двух секунд кнопку «A/C▼» (6) для отображения в нижней части интервала сэмплирования (времени выборки) в секундах.

Для установки интервала сэмплирования нажмите кнопку «SET FAST/SLOW» (7) и удерживайте ее нажатой в течение двух секунд. Прибор перейдет в режим расширенных установок. Последовательно нажимайте кнопку «HOLD/NEXT» (3) до тех пор, пока в нижней части дисплея не отобразятся символы «SP-t». Используя кнопки «RANGE▲» (5) и «A/C▼» (6) выберите значение интервала сэмплирования: 0, 1, 2, 5, 10, 30, 60, 120, 300, 600, 1800, 3600 секунд. Подтвердите выбор нажатием кнопки «REC/ENTER» (4). Для выхода из режима установки нажмите кнопку «POWER/ESC» (2).

Режим автоматической регистрации данных (интервал сэмплирования ≥ 1 с).

3. Регистрация данных измерения

Прибор предназначен для работы с SD-картами объемом от 1 до 16 Гб, но рекомендуется использовать SD-карты объемом не более 4 Гб. Вставьте SD-карту в разъем (18) для SD-карт. Если SD-карта используется первый раз, рекомендуется её отформатировать. Для форматирования SD-карты нажмите кнопку «SET FAST/SLOW» (7) и удерживайте ее нажатой в течение двух секунд. Прибор перейдет в режим расширенных установок. Последовательно нажимайте кнопку «HOLD/NEXT» (3) до тех пор, пока в нижней части дисплея не отобразятся символы «Sd F». Используя кнопки «RANGE ▲» (5) и «A/C▼» (6) выберите состояние «yes» для начала форматирования или состояние «no», если форматировать не надо. Для подтверждения выбора нажмите кнопку «REC/ENTER» (4). Если подтверждается начало форматирования SD-карты, то на дисплее появится сообщение «yesEnt». Снова нажмите «REC/ENTER» (4). При форматировании SD-карты все данные с нее будут удалены.

При запуске регистрации данных установите интервал сэмплирования, как описано выше, более 1 секунды. Нажмите кнопку «REC/ENTER» (4), и на экране дисплея отобразятся символы «REC». Далее нажмите кнопку «LOGGER/PEAK HOLD» (8), после этого символы «REC» начнут мигать, а данные – записываться в память с заданным интервалом сэмплирования.

Приостановка регистрации данных осуществляется нажатием кнопки «LOGGER/PEAK HOLD» (8) в режиме регистрации данных, при этом символы «REC» перестают мигать.

Повторное нажатие кнопки «LOGGER/PEAK HOLD» (8) возобновляет работу режима регистрации данных, при этом символы «REC» опять начинают мигать.

Остановка регистрации данных осуществляется нажатием и удержанием кнопки «REC/ENTER» (4) в течение двух секунд в режиме регистрации данных, при этом символы «REC» исчезают с экрана дисплея.

Для включения режима ручной регистрации данных (интервал сэмплирования равен 0 с) установите интервал сэмплирования, как описано выше, равным 0 секунд. Нажмите кнопку «REC/ENTER» (4) и на экране дисплея отобразятся символы «REC». Далее нажмите кнопку «LOGGER/PEAK HOLD» (8), после этого символы «REC» мигнут, прозвучит звуковой сигнал и результаты измерения вместе с временными метками будут сохранены в память. В нижней части дисплея будет отображаться номер ячейки памяти, в который произошла запись.

В режиме ручной регистрации данных, после нажатия кнопки «SET ▼» (5), начнёт мигать номер позиции в памяти. Кнопками «RANGE ▲» (5) и «A/C▼» (6) можно задать конкретный номер ячейки памяти для сохранения результата измерения (от 1 до 99), при этом в нижней части дисплея

будет отображаться P_x , где x – номер ячейки от 1 до 99. Для подтверждения выбранного номера ячейки нажмите кнопку «REC/ENTER» (4).

Нажатие и удержание кнопки «REC/ENTER» (4) в течение двух секунд в режиме регистрации данных останавливает работу этого режима, при этом символы «REC» исчезают с экрана дисплея.

Для фиксации текущего показания на дисплее в режиме измерения необходимо нажать кнопку «HOLD/ NEXT» (3). При этом на дисплее будет отображаться символ «HOLD». Для отмены этой функции нужно нажать кнопку «HOLD/NEXT» (3) еще раз.

Для фиксации в памяти прибора максимального и минимального значения в режиме измерения необходимо однократно нажать кнопку «REC/ENTER» (4). При этом на дисплее появятся символы «REC».

Для вызова из памяти записанных значений:

а) нажмите кнопку «REC/ENTER» (4), при этом на дисплее появятся символы «REC.MAX» и отобразится максимальное измеренное значение. Если необходимо удалить максимальное значение, нажмите кнопку «HOLD/NEXT» (3) и на дисплее отобразятся символы «REC»;

б) нажмите повторно кнопку «REC/ENTER» (4), при этом на дисплее появятся символы «REC.MIN» и отобразится минимальное измеренное значение. Если необходимо удалить минимальное значение, нажмите кнопку «HOLD/NEXT» (3) и на дисплее отобразятся символы «REC»;

в) для отключения функции фиксации максимального и минимального значений нужно еще раз нажать кнопку «REC/ENTER» (4) и удерживать ее нажатой в течение двух секунд. Символы «REC» исчезнут с дисплея.

4. Обработка данных с SD-карты на компьютере

1. После окончания функции регистрации данных выньте SD-карту из слота (9).

2. Вставьте SD-карту в считывающее устройство на компьютере или подключите её через адаптер.

3. Включите компьютер и запустите MS Excel. Откройте в нём сохранённые данные (имена файлов будут выглядеть как SLA01001.XLS, SLA01002.XLS).

Данные измерений представить с помощью программы Excel в виде таблицы и графика.

5. Сравнить полученные результаты измерений с допустимым значением уровня шумового воздействия на человека.

6. Сделать вывод о уровне шумового воздействия автотранспортных средств на человека.