

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Политехнический институт

УЭМ-2 НОРМАТИВЫ ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания к лабораторным работам

Для направления

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Великий Новгород

2017

УДК 629. 113.

Нормативы по защите окружающей среды: Методические указания к лабораторным работам/ Сост.. А.В. Капустин; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2017. - 16 с.

Методические указания содержат краткий теоретический материал и рекомендации по выполнению лабораторных работ.

УДК 629. 113.

Новгородский государственный
университет, 2017
А.В.Капустин, составление, 2017

Введение

Настоящие методические указания содержат краткий теоретический материал и рекомендации по выполнению лабораторных работ и составлению отчетов.

Организация лабораторных занятий

Перед лабораторной работой каждый студент должен внимательно ознакомиться с ее программой, методикой проведения опытов, специфическими особенностями в оборудовании и измерительной аппаратуре для данной лабораторной работы, прочесть соответствующие разделы лекций и литературных источников, подготовить необходимые таблицы. После проверки готовности студенты допускаются к лабораторному занятию. Для получения зачета студент обязан предъявить преподавателю оформленный отчет по работе, разъяснить методику проведения опытов и обработки результатов, ответить на контрольные вопросы, разъяснить основные выводы по работе.

Общие требования техники безопасности

К выполнению лабораторных и практических работ допускаются студенты, изучившие правила эксплуатации оборудования, применяемого при выполнении работ, и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Опасные производственные факторы в лаборатории испытания ДВС.

1. Электрические. Напряжение питания испытательных стендов и приборов 380/220 В.

2. Механические. Вращающиеся части ДВС и испытательных стендов. Особую опасность представляют испытательные стенды. Согласно технической характеристике они имеют предельную частоту вращения. При превышении этой частоты возможно механическое разрушение стенда.

3. Тепловые. Это нагретые части ДВС и системы удаления отработавших газов из лаборатории.

4. Пожарная опасность. В лаборатории находятся легко воспламеняемые горючие материалы (топливо и др. жидкости и газы), поэтому категорически запрещается курить и пользоваться открытым огнем.

Ответственным за исправность лабораторного оборудования и безопасность его эксплуатации является лаборант, закрепленный за лабораторией.

Требования безопасности перед началом работы

Перед выполнением работы ответственный должен убедиться в исправности:

- изоляции электропроводки;
- предохранителей, выключателей и розеток;
- соединений проводов и контактов;
- заземляющей проводки;
- ограждающих устройств;
- крепления ДВС, валов, балансирной машины

и в наличии индивидуальных защитных устройств.

Прежде чем приступить к работе, каждый студент должен изучить правила и порядок включения, отключения электроустановки.

Требования безопасности во время работы:

- включение испытательной установки производится только с разрешения преподавателя;
- перед включением установки должен быть подан предупреждающий сигнал;
- студенты должны выполнять все требования преподавателя, связанные с обеспечением безопасности работ;
- при выполнении работ переходить с места на место запрещается;
- студенты обязаны следить за тем, чтобы подходы к стенду, пульту управления и защитной аппаратуре были свободными от посторонних предметов.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

В случае возникновения аварийного режима следует немедленно перекрыть питание топливом и выключить зажигание испытуемого ДВС. В случае поражения электрическим током необходимо освободить пострадавшего от действия электрического тока, оказать экстренную медицинскую помощь, вызвать врача.

Требования безопасности при окончании работы

После выполнения работы тормозная электроустановка должна быть отключена. Вначале органом управления мощности ДВС (дрессельная заслонка, рейка топливного насоса) уменьшают мощность до нуля и отключают ДВС. Затем отключают питание электроэнергией. Все используемое оборудование должно быть прибрано. Покидать лабораторию можно только с разрешения преподавателя после проверки исправности лабораторного оборудования.

Ответственность за невыполнение положений, определяемых настоящими правилами, несут студенты в соответствии с действующим законодательством.

Лабораторная работа №1

Определение выбросов газообразных вредных веществ с отработавшими газами поршневых двигателей при испытаниях на моторном стенде

Цель работы. Освоение методики определения содержания газообразных вредных веществ в отработавших газах поршневых двигателей внутреннего сгорания при проведении испытаний на моторном стенде: по методикам Российских и международных стандартов; при исследовательских испытаниях.

Задание. 1. Изучить оборудование, применяемое для определения содержания газообразных вредных веществ в отработавших газах двигателей при работе последних на моторном стенде.

2. Изучить методики проведения испытаний по определению выбросов газообразных вредных веществ с ОГ двигателей согласно нормативной документации.

3. Провести испытания двигателя с целью определения содержания газообразных ВВ в отработавших газах.

Теоретические положения. 1. Общие положения. При горении топлива в камере сгорания двигателя образуются как продукты неполного сгорания – *углеводороды* (общая формула C_nH_m) и *оксид углерода* CO, так и продукты полного сгорания – *диоксид углерода* CO_2 и *пары воды* H_2O .

Первые представляют собой не полностью окисленные исходные углеводороды топлива, а также продукты разложения высокомолекулярных углеводородов под воздействием высокой температуры и при недостатке кислорода. В отработавших газах двигателей насчитывают несколько сот различных видов углеводородов. Некоторый вклад в *эмиссию* углеводород вносит смазочное масло, попадающее в КС со стенок цилиндра двигателя. Оксид углерода является продуктом неполного окисления углерода топлива кислородом воздуха.

Кроме того, в отработавших газах двигателей присутствуют остаточный (неполностью использованный при горении) кислород воздуха, азот воздуха (не участвующий в горении), газообразные продукты окисления серы, а также *оксиды азота*, представляющие собой продукт окисления азота кислородом воздуха. Не более 5% от всех оксидов азота образуются за счет окисления азота, содержащегося в топливе, но это относится только к тяжелым видам топлива – мазутам, используемым в тихоходных двигателях. Оксид азота, попадая в атмосферу, начинает окисляться до диоксида азота NO_2 .

Кроме вышеупомянутых *газообразных* составляющих отработавших газов в них, согласно современной нормативно-технической документации на составе ОГ, выделяют класс *дисперсных частиц* РМ (Particle Matter). Частицы – это все субстанции, которые, находясь в смеси с ОГ с чистым воздухом при максимальной температуре 52°C, задерживаются фильтром из стекловолокна с тефлоновым покрытием, и не являются водой.

Существует два типа нормирования: по а) *санитарно-гигиеническим показателям* и б) *техническим показателям*.

Санитарно-гигиеническая норма – показатель, соблюдения которого гарантирует безопасность или оптимальные условия существования человека. Согласно ГОСТ 12.1.005-88, регламентирующему санитарно-гигиенические показатели, содержание различных веществ в воздухе не должно превышать определенного предела, т. е. оговариваются *предельно допустимые концентрации* (ПДК) этих веществ.

Технические показатели экологического уровня ДВС регламентируются различными нормативно-техническими документами: ОСТ, ГОСТ, Дерективами, Правилами. В этих документах оговаривается предельное значение *удельного выброса с отработавшими газами* (т. е. содержание вредных веществ в ОГ, а не в их смеси с воздухом) того или иного компонента при условии проведения испытаний ДВС на определенных режимах на моторном стенде.

Строгого соответствия между санитарно-гигиеническими и техническими показателями не существует, хотя пропорциональная зависимость, конечно, есть. Первые назначаются исходя из требований обеспечения безвредности содержания в воздухе различных веществ, а вторые – исходя из технической возможности обеспечения содержания в отработавших газах двигателей вредных веществ на определенном уровне. Главная причина отсутствия строгой взаимосвязи с между указанными показателями заключается в различных методиках измерения содержания ВВ в обоих случаях.

Нормирование содержания ВВ в отработавших газах ДВС в настоящее время проводится по четырем показателям: оксидам азота NOx в пересчете на диоксид азота NO2, оксиду углерода CO, суммарным углеводородам в пересчете на условный состав топлива C1 H1.85 и частицам РМ. В некоторых стандартах нормируют все углеводороды кроме метана – т. н. *неметановые углеводороды* NMCH.

В настоящей лабораторной работе рассматривается вопрос измерения содержания только газообразных ВВ.

Примечание: 1. В качестве единиц измерения концентрации вредных веществ в ОГ применяются проценты и млн^{-1} или ppm (parts per million, т. е. частей на миллион). Соотношение между этими единицами: $10000 \text{ ppm} = 1\%$. Единица измерения ppm применяется для малых концентраций компонентов (для Nox и Sp Nm), а проценты – для больших концентраций компонентов (для CO , CO_2 , O_2), хотя возможно применение и кратных множителей для любой единицы измерения.

2. В качестве единиц измерения удельного выброса вредных веществ (массовый выброс на единицу мощности двигателя) применяется $\text{г/ (кВт}\cdot\text{ч)}$.

2. Требования к средствам измерения. Измерение содержания газообразных веществ в ОГ двигателей проводится отбором части ОГ и химическим анализом указанной пробы в различных приборах – газоанализаторах. При этом газоанализатор может работать как в автоматическом режиме, так и только во время обслуживания его оператором.

Выбор метода химического анализа, реализованного в средствах измерения, зависит от вида вещества, концентрацию которого необходимо измерить. В том случае, если одно и то же вещество подвергается разным видам химического анализа, результаты могут различаться, причем разница может составлять до нескольких десятков и даже сотен процентов. Именно поэтому в стандартах строго регламентируется метод химического анализа. При сравнении результатов измерений одного и того же вещества в разных организациях допустимым считается расхождение не более $\pm 5\%$.

В настоящее время наиболее широко распространены *недисперсионный абсорбционный метод в инфракрасной части спектра* для анализа оксида углерода, *хемилюминесцентный метод* для анализа оксидов азота и *пламенно-ионизационный* для анализа углеводородов.

Экспериментальная установка. Испытания по определению содержания газообразных вредных веществ в отработавших газах двигателей проводятся на моторном стенде.

Методика проведения испытаний. 1. Общие положения. Испытания по определению токсичности отработавших газов бензиновых двигателей предусматривает предварительный прогрев двигателя до рабочих температур охлаждающей жидкости (не менее 60°C) или деталей двигателей воздушного охлаждения в контрольной точке (согласно ТУ на двигатель).

2. Стандартизованные испытания. Нормативные документы различаются между собой по методикам проведения испытаний, методикам обработки экспериментальных данных, расчетным формулам (в т. ч. – по значениям коэффициентов весомости режимов – параметра, имеющего физический смысл доли времени, которое приходится на работу дизеля на определенном режиме, относительно всего рабочего времени; сумма коэффициентов весомости в связи с этим всегда равна единице, т. е. 100% времени). Поэтому, даже если численное значение нормативов выбросов вредных веществ по различным стандартам может и совпадать, то это еще не говорит об одинаковой жесткости нормативов.

Методики проведения испытаний по различным стандартам отличаются по сочетаниям значений скоростного и нагрузочного режимов.

3. Исследовательские испытания. Требования по подготовке двигателя и оборудования, а также к процессу измерения содержания вредных веществ в отработавших газах и оформлению результатов аналогично вышеприведенным требованиям.

Исследовательские испытания отличаются от стандартизованных выбором режимов испытаний по желанию исследователя. Но в случае сравнительных испытаний по какому-либо фактору условия различных испытаний должны быть идентичны.

4. Порядок проведения испытаний.

П. п. 1...4 – согласно лабораторной работе №1 « Определения дымности отработавших газов дизелей на установившихся и переходных режимах».

5. Согласно методике применяемого стандарта последовательно установить требуемые режимы, измеряя на каждом содержание вредных веществ в отработавших газах.

6. Результаты измерений занести в протокол испытаний, а при необходимости построить график. Последовательность обработки результатов измерений согласно методике применяемого стандарта.

Контрольные вопросы.

1. Какие применяют методы химического анализа содержания оксидов азота, оксида углерода и суммарных углеводородов в отработавших газах двигателей?
2. Каков принцип действия инфракрасного анализатора?
3. Каков принцип действия хемилюминисцентного анализатора?
4. Каков принцип действия пламенно-ионизационного анализатора?

5. В каких единицах измеряют концентрацию вредных веществ в отработавших газах?
6. В каких единицах измеряют удельные выбросы вредных веществ с отработавшими газами?
7. В чем основное отличие стандартов по оценке удельных выбросов вредных веществ с отработавшими газами между собой?
8. Каков характер влияния вредных веществ, образующихся в ходе процесса горения топлива в ДВС, на окружающую среду?

Лабораторная работа №2

Определение дымности отработавших газов автомобилей с дизеля

Цель работы. Освоение методики определения дымности отработавших газов автомобилей с дизелями по методике Российских стандартов.

Задание. 1. Изучить оборудование, применяемое для определения дымности отработавших газов автомобилей с дизелями.

2. Изучить методики проведения испытаний по определению дымности отработавших газов автомобилей с дизелями согласно ГОСТ 21393-75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения».

3. Провести испытания дизельного автомобиля с целью определения дымности его отработавших газов.

Теоретические положения. 1. Общие положения. Техническое состояние деталей, узлов и систем двигателей обуславливает состав ОГ. В то же время, состав отработавших газов является показателем технического состояния двигателя.

Для дизелей характерным показателем технического состояния и правильности регулировок систем топливо-подачи и газообмена является величина непрозрачности и цвет ОГ. Цвет отработавших газов-параметр качественный и в стандартах не регламентируется, однако учет данного фактора позволяет достаточно верно оценить техническое состояние как двигателя в целом, так и отдельных агрегатов.

Различают три цвета отработавших газов:

- черный цвет свидетельствуют о большой неполноте сгорания топлива, что может быть следствием недостатка воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, либо следствием избыточной подачи топлива в камеру сгорания двига
- синий цвет свидетельствует о попадании в КС двигателя избыточного количества смазочного масла, что может быть следствием износа деталей цилиндропоршневой группы или же следствием залегания колец;
- белый цвет свидетельствует либо о низкой температуре процесса сгорания топлива, что обычно бывает в период прогрева двигателя, особенно в холодное время года, либо это является следствием изменения угла опережения впрыска топлива в сторону увеличения.

На практике причин повышенной дымности ОГ бывает очень много, причем необходимо учитывать и режимы, на которых наблюдается превышение дымности ОГ допустимого уровня.

Например, повышенная дымность ОГ на режиме свободного ускорения может быть следствием избыточного сопротивления воздушного фильтра, частичного закоксовывания сопловых отверстий распылителей, увеличения зазора между торцом клапана и бойком коромысла в клапанном механизме.

Повышенная дымность на режиме максимальных оборотов холостого хода может быть следствием избыточной неравномерности цикловой подачи по цилиндрам, уменьшения давления начала впрыска топлива форсункой, попадания масла в камеру сгорания за счет износа деталей цилиндропоршневой группы, залегания колец, износа стержней впускных и выпускных клапанов, повышенного уровня масла в воздухоочистителе.

Повышенная дымность ОГ одновременно на обоих указанных режимах может быть следствием уменьшения угла опережения угла впрыска топлива, несрабатывания автоматической муфты опережения впрыска топлива, повышенной номинальной частоты вращения коленчатого вала, уменьшения зазора в клапанном механизме, потери компрессии двигателя вследствие нагара на поршневых кольцах или негерметичности прокладки между блоком цилиндров и головкой блока и т. д.

2. Требования к средствам измерения.

Определение дымности отработавших газов автомобилей с дизелями проводится с помощью приборов (дымомеров), работающих по оптическому методу, основанному на измерении непрозрачности столба отработавших газов определенной длины (обычно 0,43 м), т.е. на измерении величины интенсивности поглощения пучка света, проходящего через указанный столб отработавших газов, что фиксируется фотодатчиком.

При измерении дымности ОГ газоотборный шланг прибора вставляется в выпускную трубу на глубину не менее 200 мм. Система выпуска ОГ не должна давать утечку газов через неплотности или подсасывать воздух.

Экспериментальная установка. Испытания по определению дымности ОГ дизельного автомобиля проводятся на автомобиле с использованием прибора для измерения дымности.

Автомобиль должен быть оборудован приборами контроля частоты вращения коленчатого вала (тахометр) и температуры охлаждающей жидкости (или температуры в контрольной точке для дизелей воздушного охлаждения).

Методика проведения испытаний.

1. Общие положения. Методика испытаний по определению дымности отработавших газов предусматривает предварительный прогрев двигателя до рабочих температур

охлаждающей жидкости (не менее 60°C) или деталей двигателей воздушного охлаждения в контрольной точке (согласно ТУ на двигатель).

Измерение дымности ОГ проводят не реже, чем при выполнении технического обслуживания №2 после ремонта и регулировки узлов и систем автомобиля, влияющих на дымность отработавших газов, после заводской обкатки новых и капитально отремонтированных автомобилей, а также при годовых технических осмотрах и выборочной проверке технического состояния автомобилей на линии.

2. методика проведения испытаний. Оценка дымности ОГ автомобилей с дизелями проводится на режиме свободного ускорения;

Дымность автомобилей не должна превышать норм, указанных в табл. 1.

Таблица 1 – Предельные значения дымности отработавших газов автомобилей с дизелями

Режим измерения дымности	Дымность, %, не более
Свободное ускорения для автомобилей с дизелями:	
без наддува	66
с наддувом	72

2.1 Испытания на режиме свободного ускорения. Измерения на режиме свободного ускорения следует производить при 6-кратном повторении цикла частоты вращения коленчатого вала дизеля от минимальной ($n_{ххmin}$) до максимальной ($n_{ххmax}$) быстрым, но плавным нажатием педали подачи топлива до упора с интервалом не более 15 с. Измерение показателей проводят при последних четырех циклах по максимальному отклонению стрелки прибора.

Результаты измерений следует занести в табл. 2.

Таблица 2 – Карточка учета измерения дымности

Наименование предприятия _____

Модель автомобиля _____

Государственный номер _____

Дата проверки	Причина измерения	Результаты измерения дымности ОГ					
		Режим свободного ускорения					Режим n xxmax
		1	2	3	4	Ср. ариф.	
01.03.03.	Проведение ТО2	32	28	34	30	31	8
15.06.03.	Контрольная проверка службами	47	45	44	48	46	14
20.07.03.	экологического	55	60	58	62	59	15
01.08.03.	контроля						
	Проверка на линии						
	Внеочередная проверка в связи с	75	78	82	77	78	22
02.08.03.	резким	33	35	32	34	33, 5	12
	увеличением						
	непрозрачности ОГ						
	Замена форсунок						

2.2. Испытания на режиме максимальной частоты вращения коленчатого вала. Измерение на режиме максимальной частоты вращения вала должно проводиться не позднее, чем через 60 с после испытаний на режиме свободного ускорения. Измерение проводят при полном нажатии на педаль подачи топлива при стабилизации показаний прибора, но не ранее чем через 30 с после впуска газа в прибор.

Колебания стрелки прибора не должны превышать $\pm 3\%$ от всей шкалы прибора. За результат измерения следует принимать среднее арифметическое значение, определенное по крайним показаниям.

Результаты измерений следует занести в табл. 2.

3. Порядок проведения испытаний.

1. Запустить двигатель автомобиля.

2. В ходе пробега автомобиля обеспечить прогрев двигателя до температуры охлаждающей жидкости не менее 60°C .

3. Остановить автомобиль, не выключая двигатель. Рукоятку переключателя коробки передач поставить в нейтральное положение (двигатель должен устойчиво работать на минимальных оборотах холостого хода).

4. Зонд газоотборного шланга дымомера вставить в выхлопную трубу на глубину не менее 200 мм.

5. Быстрым, но не резким движением стопы ноги нажать на педаль акселератора до упора.

6. Зафиксировать данное положение педали акселератора до момента достижения двигателем максимальных оборотов холостого хода. Отпустить педаль.

7. После того как обороты двигателя установятся на уровне минимальных оборотов холостого хода, но не позднее чем через 10...15 с, снова нажать педаль акселератора до упора. Действия по пунктам 5, 6 и 7 данного раздела повторить 8 раз. При последних 4...5 попытках фиксировать значение дымности ОГ (первые попытки предназначены для удаления ранее накопившейся сажи в выхлопном коллекторе за счет динамического воздействия потока ОГ).

При измерении дымности отработавших газов обеспечить давление пробы газов в измерительной камере прибора не менее требуемого согласно инструкции на прибор. В случае пониженного давления выходное сечение выхлопной трубы автомобиля частично прикрыть заслонкой. В случае повышенного давления можно зонд газоотборного шланга выдвинуть из выхлопной трубы автомобиля до уровня, пока давление в камере прибора не станет соответствовать требуемому значению.

Контрольные вопросы.

1. На каких режимах производится оценка дымности ОГ автомобилей с дизелями?
2. Каким типом прибора можно пользоваться для оценки дымности ОГ автомобилей с дизелями?

3. В каких случаях производится оценка дымности ОГ автомобилей с дизелями ?
4. Что характеризует цвет ОГ автомобилей с дизелями?
5. Техническое состояние каких систем, агрегатов и узлов характеризует величина дымности ОГ автомобилей с дизелями?
6. Можно ли проводить оценку дымности ОГ автомобилей с бензиновыми двигателями?

Литература

1. Нормативное обеспечение экологической безопасности автомобильного транспорта: Учеб.пособие для вузов / Под ред.:Максимова В.А.и Сарбаева В.И.;Моск.автомоб.-дорож.ин-т (Гос.техн.ун-т). - М., 2004. - 234с. - Библиогр.:с.211-215. - Прил.:с.218-231. - 290.00. Сигла хранения Ф1-3.
2. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология : Учеб.для вузов. - М. : Высшая школа, 2001. - 295с. : ил. - Библиогр.:с.264-266. - ISBN 5-06-003957-9(в пер.) : 51.00. Сигла хранения Ф1-2(28).
3. Трофименко Ю.В. Экология:Транспортное сооружение и окружающая среда : Учеб.пособие для вузов / Под ред.Ю.В.Трофименко. - М. : Академия, 2006. - 392,[2]с.,[8]л.ил. : ил. - (Высшее профессиональное образование, Защита окружающей среды). - Библиогр.:с.387-388. - ISBN 5-7695-2419-7(в пер.) : 266.64. Сигла хранения Ф1-2, Ф6-2.
4. Фролов Ю.Н. Техническая эксплуатация и экологическая безопасность автомобильного транспорта : Учеб.пособие для вузов / Моск.автомоб.-дорож.ин-т (Гос.техн.ун-т). - М., 2001. - 135с. - Библиогр.:с.132-133. - Прил.:с.118-131. - 150.00. Сигла хранения Ф1-2.
5. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей : Учеб.пособие для вузов / Владимир.гос.ун-т. - 2-е изд.,испр.и доп. - М. : Академический проект, 2004. - 398,[1]с. : ил. - (Gaudeamus). - Библиогр.:с.393-395. - Прил.:с.322-392. - ISBN 5-8291-0387-7(в пер.) : 138.00. - 181.53. Сигла хранения Ф1-2, Ф6-2.
6. ГОСТ Р 52033-2003 «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния».
7. ГОСТ Р 52160-2003 «Автотранспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния».
8. ГОСТ Р 17.2.02.06-99 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах газобаллонных автомобилей». Методика проведения измерений. Применяемое оборудование, его классификация и характеристика, конструктивные и технологические особенности.