



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ивановская государственная сельскохозяйственная
академия имени Д.К. Беляева»

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

ТЕРЕНТЬЕВ В.В.

**ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО
ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ**

*Методические указания для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06
«Агроинженерия» (магистратура)*

ИВАНОВО 2018

Автор: **Терентьев Владимир Викторович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса и механики

Рецензенты:

заведующий кафедрой механики и инженерной графики ФГБОУ ВО ИГХТУ д.т.н., профессор **Колобов М.Ю.**

Генеральный директор ООО «Агросервис +» **Муравьев Д.Н.**

Терентьев В.В.

Оценка технического состояния двигателя внутреннего сгорания по токсичности отработавших газов/Методические указания.: Иваново, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2018.- 20 с.

В настоящих методических указаниях представлена методика контроля экологических характеристик автотракторных двигателей как дизельных, так и бензиновых при оценке их технического состояния.

Методические указания предназначены для обучающихся очной и заочной форм обучения, по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», уровень высшего образования - магистратура.

Илл.- 2.

Табл.-5

Приложений – 0

Рассмотрено и одобрено методической комиссией инженерного факультета (протокол № 4 от 29 сентября 2018 года)

© В.В. Терентьев 2018

© ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4	С.
1.КОНТРОЛЬ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ МАШИН С БЕНЗИНОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ	5	
2. КОНТРОЛЬ ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ МАШИН С ДИЗЕЛЬНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ	13	

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение экологических характеристик технических средств является одной из задач, успешно решаемых конструкторами на современном этапе. Ужесточение экологических требований к составу топлива позволяет снижать негативную нагрузку на окружающую среду. При этом загрязнение окружающей среды при работе технических средств, оснащенных ДВС во многом определяется техническим состоянием самих двигателей. При проведении технических осмотров, при диагностировании двигателей обязательно определяют состав отработавших газов. При превышении предельно допустимых концентраций вредных компонентов запрещается эксплуатация технического средства. На увеличение вредных составляющих отработавших газов как бензинового, так и дизельного двигателей влияют ряд неисправностей самого двигателя. Поэтому своевременный контроль состава отработавших газов является одним из методов оценки элементов технического состояния двигателя в целом.

РАБОТА 1. КОНТРОЛЬ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ МАШИН С БЕНЗИНОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Цель работы: освоить методику оценки технического состояния бензиновых двигателей по токсичности отработавших газов.

ПРИБОРЫ, ИНСТРУМЕНТ И МАТЕРИАЛЫ:

- Газоанализатор "Автотест" или ГИАМ
- Обтирочная ветошь

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ:

- Подготовка двигателя к контролю.
- Контроль токсичности отработавших газов.
- Подготовка прибора к работе.
- Измерение токсичности при минимальной частоте вращения коленчатого вала.
- Измерение токсичности при максимальной частоте вращения коленчатого вала.

При контроле токсичности руководствуйтесь ГОСТ 17.2.2.03, ГОСТ 12.1.005. Измерительные приборы должны проходить метрологическую поверку не менее двух раз в год.

***Внимание!** Окись углерода (угарный газ – «СО») - сильнодействующий газ без цвета и запаха. Находясь в воздухе и попадая через дыхательные пути в кровь, угарный газ нарушает нормальный воздухообмен тканей и приводит к тяжелым отравлениям организма человека. Углеводороды («СН»), имеющиеся*

в отработавших газах, являются исходными продуктами образования в атмосфере смога.

Состав выхлопных газов машин с бензиновыми двигателями обуславливается качеством поступающей в цилиндры двигателя топливо-воздушной смеси, которое характеризуется коэффициентом избытка воздуха (λ). Теоретически ($\lambda=1$) смесь состоит из 15 частей воздуха и 1 части углеводородного топлива, которое при таком соотношении сгорает полностью с образованием двух компонентов: углекислого газа (CO_2) и водяного пара (H_2O). При $\lambda < 0,9$ (смесь обогащенная) или $\lambda > 1,1$ (смесь обедненная) образуются продукты неполного сгорания бензина: окись (оксид) углерода (СО) и углеводороды (СН). Оптимальное значение λ находится в интервале 0,9... 1,1, ГОСТ 17.2.2.03 обязывает проводить проверку концентрации СО и СН в отработавших газах на двух режимах холостого хода: при минимальной и максимальной частоте вращения коленчатого вала. На практике подачу топлива в двигателе регулируют в этих пределах в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и режимов нагрузки двигателя. Неисправности, влияющие на состав токсичных компонентов выхлопных газов, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Неисправности, влияющие на состав токсичных компонентов выхлопных газов

Неисправность	Содержание токсичных компонентов по сравнению с рекомендуемыми значениями
1	2
Не работает свеча зажигания, негерметично сопряжение «седло – клапан»	Уменьшается содержание СО и значительно увеличивается СН
Увеличен угол опережения зажигания (позднее зажигание)	Незначительно увеличивается содержание СО и уменьшается

	СН
Уменьшен угол опережения зажигания (раннее зажигание)	Значительно увеличивается содержание СН и СО
Подсос воздуха в соединениях впускного коллектора воздушного тракта	Значительно уменьшается содержание СО и незначительно увеличивается СН

Подготовка двигателя к контролю

При наличии внешних признаков неисправностей проведите операции технического обслуживанию сборочных единиц и систем двигателя (таблица 2).

Таблица 2 – Обслуживание сборочных единиц и систем двигателя при наличии внешних неисправностей

Наименование сборочных единиц и систем двигателя	Рекомендуемые операции
Воздушный фильтр и впускной коллектор	Очистите фильтр и подтяните крепления
Газораспределительный механизм	Отрегулируйте тепловой зазор, подтяните крепления
Цилиндропоршневая группа	Измерьте компрессию в цилиндрах двигателя, оцените герметичность надпоршневого пространства, измерьте расход картерных газов. Замените изношенные детали
Привод прерывателя-	Определите и отрегулируйте угол

распределителя зажигания	опережения зажигания. Замените изношенные детали
Топливный насос	Определите и обеспечьте нормативные значения развиваемого давления. Устраните негерметичность в сопряжении «клапан – гнездо», замените изношенные детали
Фильтр тонкой очистки	Очистите или замените фильтрующие элементы
Карбюратор	Отрегулируйте привод управления воздушной и дроссельной заслонками, уровень топлива в поплавковой камере, систему холостого хода (винтами подачи количества и качества топливно-воздушной смеси); очистите сетчатый фильтр и игольчатый клапан жиклеров. Устраните заедание клапана подачи топлива, замените изношенные детали

Установите машину на пост контроля.

Внимание! Пост контроля должен быть оборудован принудительной приточно-вытяжной вентиляцией.

Установите рычаг переключения передач в нейтральное положение и затормозите машину стояночным тормозом.

Запустите двигатель и прогрейте его до номинального температурного режима (85...95°C). Одновременно в период прогрева подготовьте к работе газоанализатор.

Контроль токсичности отработавших газов

Подготовка прибора к работе

Содержание токсичных веществ в отработавших газах карбюраторных двигателей проверяйте с помощью газоанализатора «Автотест» или ГИАМ.

Установите газоанализатор «Автотест» (рисунок 1) на стол. На задней панели закрепите фильтр и соедините коротким шлангом штуцеры (16 и 18).

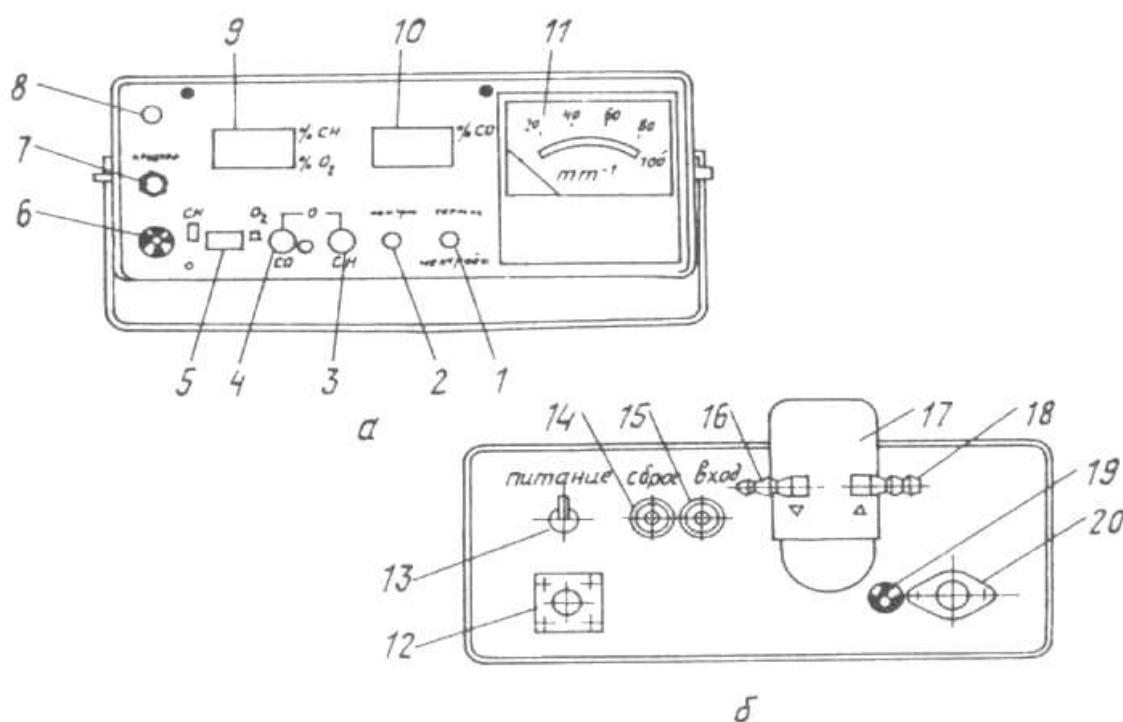


Рисунок 1. Газоанализатор «Автотест»:

а - передняя панель; б - задняя панель;

1 - переключатель режима («Тахометр – Оптимизатор»); 2 - кнопка контроля чувствительности прибора; 3 и 4 - соответственно регуляторы коррекции нуля («СН» и «СО»); 5 - переключатель режима индикации («СО – СН»); 6 - индикатор расхода пробы анализируемого газа; 7 - тумблер продувки;

8 - индикатор включения; 9 и 10- цифровые индикаторы отображения концентрации углеводородов и окиси углерода; 11 - стрелочный измеритель числа оборотов; 12 - гнездо для подключения кабеля питания; 13 - тумблер включения питания; 14 и 15 - соответственно штуцеры для сброса и подачи газа; 16 и 18 - соответственно штуцеры фильтра очистки («Выход» и «Вход»); 17 - фильтр тонкой очистки; 19 - держатель предохранителя; 20 - гнездо для подключения кабеля тахометра

Подключите разъем кабеля питания (из комплекта принадлежностей) к гнезду (12); красный зажим - к клемме « + » аккумуляторной батареи, черный - к клемме « - ».

Подключите разъем кабеля датчика тахометра к гнезду (20); красный зажим - к клемме «+» катушки зажигания, а черный - корпусу машины.

Подключите к штуцеру (15) пробозаборник и включите тумблер (13). Нажмите на кнопку (2) и установите на цифровых индикаторах (9 и 10) значения $4,00 \pm 0,03\%$ (CO) и $0,500 \pm 0,003\%$ (CH), выключите кнопку.

Выполните регуляторами (3 и 4) коррекцию «CO» и «CH», установив соответственно показания $0,00 \pm 0,02$ и $0,000 \pm 0,002$.

Операции по измерению токсичности выполните согласно изложенной последовательности.

Измерение токсичности при минимальной частоте вращения коленчатого вала

Введите пробозаборник газоанализатора в выпускную трубу машины на глубину не менее 300 мм от среза и зафиксируйте его зажимом.

Откройте (полностью) воздушную заслонку карбюратора.

Установите на 20...40 с. минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя и зафиксируйте показания измеренных концентраций (%)

по цифровым индикаторам (9 и 10) панели прибора: на правом - концентрацию окиси углерода (CO), на левом - углеводородов (CH).

Сравните измеренные значения с нормативными (таблица 3).

Таблица 3 – Предельное содержание токсичных компонентов в отработавших газах

Частота вращения коленчатого вала двигателя	Предельное содержание, %		
	окиси углерода (CO)	углеводородов (CH)	
		для двигателей с числом цилиндров	
		до четырех	более четырех
η (мин)	1,5	0,12	0,3
η (макс)	2,0	0,06	0,1

Примечание. Значения минимальной и максимальной частоты вращения коленчатого вала указаны в заводской инструкции по эксплуатации машины.

Измерение токсичности при максимальной частоте вращения коленчатого вала

Выключите двигатель.

Выньте пробозаборник из выпускной трубы, включите тумблер (7) и продуйте прибор в течение 20.. 30 с. атмосферным воздухом.

Предупреждение - операция выполняется до установления нулевых показаний на цифровых индикаторах (9 и 10) панели прибора.

Введите пробозаборник газоанализатора в выпускную трубу и запустите двигатель.

Установите максимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя на 20...40 с. и зафиксируйте показания измеренных концентраций (%) на цифровых индикаторах панели прибора.

Сравните измеренные значения с нормативными (см. табл. 3). Повышенное по сравнению с предельным значением содержание окиси

углерода указывает: при минимальной частоте вращения коленчатого вала - на неправильную регулировку системы холостого хода карбюратора, при максимальной - на неисправность главной дозирующей системы или на неплотность прилегания клапанов экономайзера и ускорительного насоса.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Каким образом подготовить двигатель к измерению токсичности отработавших газов?
2. Укажите температурный режим двигателя при котором определяют токсичность отработавших газов.
3. Каким образом измерить токсичность отработавших газов при максимальной частоте вращения коленчатого вала?
4. Укажите предельно допустимые нормы токсичности окиси углерода в отработавших газах.

РАБОТА 2. КОНТРОЛЬ ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ МАШИН С ДИЗЕЛЬНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Цель работы: освоить методику оценки технического состояния бензиновых двигателей по токсичности отработавших газов.

ПРИБОРЫ, ИНСТРУМЕНТ И МАТЕРИАЛЫ

- Дымомеры КИД-2, МЕТА-01 или СМОГ-1
- Обтирочная ветошь

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

- Подготовка двигателя к контролю
- Контроль дымности отработавших газов
- Подготовка прибора к работе
- Измерение дымности в режиме свободного ускорения
- Измерение дымности при максимальной частоте вращения коленчатого вала

При контроле дымности руководствуйтесь ГОСТ 17.2.2.02, ГОСТ 21393, ГОСТ 12.1.005. Измерительные приборы должны проходить метрологическую поверку не менее двух раз в год.

***Внимание!** Загрязнение атмосферы вредными веществами - твердые частицы сажи, взвешенные жидкие капельки углеводородов, серной кислоты и газы, такие, как окись углерода, окислы азота и двуокись серы, - все они оказывают прямое биологическое воздействие на организм человека, экологию окружающей среды.*

Контроль дымности отработавших газов машин с дизельными двигателями

При сгорании дизельного топлива происходит выброс в окружающую среду отработавших газов, в состав входят многие токсичные вещества. До 60% концентрации компонентов отработавших газов составляет сажа, частицы которой являются естественными продуктами термохимических преобразований паров дизельного топлива в процессе его сгорания. Параллельно с выделением частиц сажи происходит их выгорание вместе с другими продуктами разложения топлива.

Повышение дымности отработавших газов зависит от многочисленных факторов, основные из них: поздний угол начала подачи топлива, недостаток воздуха из-за засоренности воздухоочистителя, негерметичность соединений впускного воздушного тракта, неисправность турбокомпрессора, износ деталей цилиндропоршневой группы, разрегулирование теплового зазора в газораспределительном механизме, плохое качество распыливания топлива форсунками; неравномерная подача топлива секциями топливного насоса высокого давления, низкое качество моторного масла.

Подготовка двигателя к контролю

Проведите операции по техническому обслуживанию, контролю и устранению неисправностей сборочных единиц и систем двигателя согласно таблицы 4

Предупреждение - операции выполняются при внешних признаках неисправности.

Таблица 4 – Технологические операции технического обслуживания

Наименование сборочных единиц и систем двигателя	Рекомендуемые операции
1	2
Воздухоочиститель и впускной воздушный тракт	<p>Проверьте засоренность воздушных фильтров и герметичность впускного воздушного тракта.</p> <p>Очистите воздушные фильтры, подтяните крепления</p>
Турбокомпрессор	<p>Определите время выбега ротора, измерьте давление наддувочного воздуха, проверьте состояние уплотнительных колец. Замените изношенные детали</p>
Газораспределительный механизм	<p>Отрегулируйте тепловой зазор, подтяните крепления</p>
Цилиндропоршневая группа	<p>Измерьте компрессию в цилиндрах двигателя</p> <p>оцените герметичность надпоршневого пространства, измерьте расход картерных газов.</p> <p>Замените изношенные детали</p>
Привод топливного насоса высокого давления	<p>Определите и отрегулируйте установочный угол опережения впрыска топлива</p>
Форсунки	<p>Определите и отрегулируйте давление начала впрыскивания и качественный распыл топлива.</p> <p>Очистите сопловые отверстия, устраните зависание иглы распылителя</p>
Топливоподкачивающий насос	<p>Определите и обеспечьте нормативные значения давления топлива до и после фильтра тонкой очистки топлива. Очистите</p>

	фильтрующие элементы, устраните негерметичность в сопряжении «клапан – гнездо», замените изношенные детали
Топливный насос высокого давления	Проверьте давление открытия перепускного клапана, отрегулируйте или замените клапан. Проверьте герметичность плунжерной пары и нагнетательного клапана. Подтяните штуцера нагнетательного клапана, замените изношенные детали. Определите и отрегулируйте неравномерность подачи топлива по секциям
Система питания, смазывания и охлаждения	Проверьте уровень технологических жидкостей и доведите его до нормативного значения

Установите машину на посту контроля.

Внимание! Пост контроля должен быть оборудован принудительной приточно-вытяжной вентиляцией.

Установите рычаг переключения передач в нейтральное положение и затормозите машину стояночным тормозом.

Запустите двигатель и прогрейте его до номинального теплового режима (85...95°C).

Предупреждение - снижение температуры на каждые 10°C повышает дымность отработавших газов на 2...3%. Одновременно в период прогрева двигателя подготовьте к работе дымомер. Операции по измерению дымности выполняйте согласно изложенной последовательности.

Контроль дымности отработавших газов

Подготовка прибора к работе

Контролируйте дымность с помощью дымомера мод. КИД-2, МЕТА-01 или СМОГ-1.

Установите в отсек дымомера КИД-2 (рисунок 2) батареи питания или подключите к клеммам прибора блок питания БП 200/9.

Выдвиньте (максимально) из корпуса оптического датчика телескопическую рукоятку и зафиксируйте ее стопорным винтом (11).

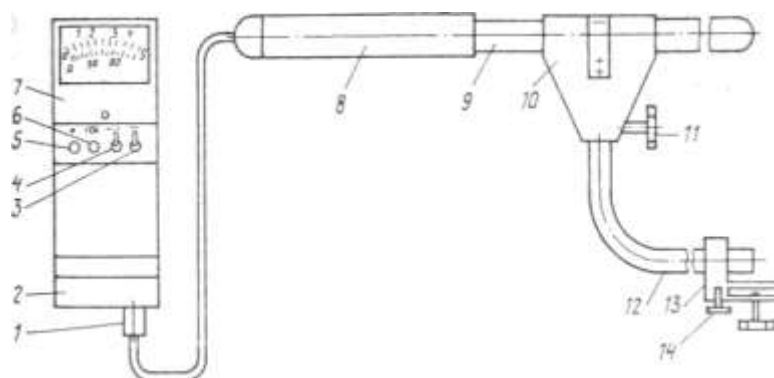
Установите изогнутый патрубок и зафиксируйте его винтом (14).

Подключите разъем оптического датчика к гнезду блока.

Установите тумблер переключения режима измерений в положение «~» (текущее значение дымности).

Включите тумблером (3) питание приборного блока и нажмите на кнопку, отпустите и выключите тумблер.

Предупреждение - в момент нажатия стрелка прибора должна установиться на отметке «0».



1 - разъем для подключения оптического датчика; 2 - приборный блок; 3 - тумблер включения питания; 4 - тумблер переключения режима измерений («~» - текущее значение дымности; «0» - пиковое значение дымности); 5 - кнопка сброса показаний пиковых значений, совмещенная с индикатором напряжения источника питания; 6 - кнопка коррекции нуля «>0<6»; 7 - показывающий стрелочный прибор; 8 - телескопическая рукоятка; 9 - оптический датчик; 10 - пробозаборник; 11, 14 - стопорные винты; 12 - изогнутый патрубок; 13 – кронштейн.

Рисунок 2. Дымомер КИД-2

Измерение дымности в режиме свободного ускорения

Включите тумблером (3) питание приборного блока и прогрейте прибор в течение 3 мин.

Установите тумблер (4) в положение «0» (режим регистрации пиковых значений дымности).

Введите патрубок пробозаборника в выпускную трубу машины на глубину прямолинейного участка.

Предупреждение - оптический датчик дымомера должен быть расположен перпендикулярно потоку отработавших газов.

Нажмите (резко) до упора на педаль управления подачей топлива и установите на 2...3 с максимальную частоту вращения коленчатого вала.

Отпустите педаль, установите минимально устойчивую частоту вращения коленчатого вала и зафиксируйте показания прибора (7).

Повторите аналогичные измерения не менее 10 раз с интервалом 30...60 с.

Определите значение дымности отработавших газов. Величину рассчитайте как среднее арифметическое результатов четырех последних измерений при условии, что различие между ними не более 15 ед. по 100%-ной шкале прибора.

Сравните полученные значения с предельно допустимыми (таблица 5).

Таблица 5 – Предельно допустимые нормы дымности отработавших газов

Тип дизельного двигателя	Значение дымности, м ⁻¹ /%	
	в режиме свободного ускорения	при максимальной частоте вращения коленчатого вала
Без турбонаддува	1,19/40	0,38/15
С турбонаддувом	1,61/50	0,38/15

Примечание. Значения дымности в числителе даны в единицах коэффициента поглощения (непрозрачности), в знаменателе - в процентах ослабления излучения.

Измерение дымности при максимальной частоте вращения коленчатого вала

Установите тумблер (4) в положение "~" (текущее значение дымности).

Установите максимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя, нажав до упора на педаль управления подачей топлива, и выдержите ее в этом положении в течение 30 с.

Введите патрубок пробозаборника в выпускную трубу и зафиксируйте по шкале прибора величину дымности.

Установите минимальную частоту вращения коленчатого вала, плавно отпустив педаль управления, и выдержите этот режим в течение 60 с.

Повторите аналогичные измерения четыре раза.

Определите значение дымности отработавших газов. Величину рассчитайте как среднее арифметическое четырех последних измерений при условии, что различие между ними не более 6 ед. по 100%-ной шкале прибора.

Сравните полученное значение дымности с нормативным (см. таблицу 5).

Если дымность отработавших газов превышает предельные значения, то повторно выполните операции, указанные в таблице 5.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

5. Какие основные причины повышения дымности отработавших газов?
6. На чем основан принцип действия дымомеров КИД-2, МЕТА-01, СМОГ-1?
7. Каким образом измерить дымность отработавших газов при максимальной частоте вращения коленчатого вала?
8. Укажите предельно допустимые нормы дымности отработавших газов.