МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 24028– 2013

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПОРШНЕВЫЕ

Дымность отработавших газов. Нормы и методы определения

(ISO 8178-1:2006, NEQ)
(ISO 8178-2:2008, NEQ)
(ISO 8178-3:1994, NEQ)
(ISO 8178-4:2007, NEQ)
(ISO 8178-9:2000, NEQ)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0–92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2–2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила, рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «Центральный научно-исследовательский дизельный институт» (ООО «ЦНИДИ»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию метрологии и сертификации

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации по переписке (протокол № 56-П от 19 мая 2013 г.)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166)004–97)	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 сентября 2013 г. № 927-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 24028-2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2014 года

5 Настоящий стандарт соответствует следующим международным стандартам:

ISO 8178-1:2006 Reciprocating internal combustion engines. Exhaust emission measurement Part 1. Test-bed measurement of gaseous and particulate exhaust emissions (ИСО 8178-1:2006 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 1. Измерение выбросов газов и частиц на испытательных стендах);

ISO 8178-2:2008 Reciprocating internal combustion engines. Exhaust emission measurement Part 2. Measurement of gaseousand particulate exhaust emissions under field conditions (ИСО 8178-2:2008 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 2. Измерение выбросов газов и частиц на месте);

ISO 8178-3:1994 Reciprocating internal combustion engines. Exhaust emission measurement Part 3. Definitions and methods of measurement of exhaust gas smoke under steady-state conditions (ИСО 8178-3:1994 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 3. Определение и методы измерения дымности отработавших газов в стационарных условиях);

ISO 8178-4:2007 Reciprocating internal combustion engines. Exhaust emission measurement Part 4. Steady-state test cycles for different engine applications (ИСО 8178-4:2007 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для различных режимов работы двигателей);

ISO 8178-9:2000 Reciprocating internal combustion engines. Exhaust emission measurement Part 9. Test cycles and test procedures for testbed measurement of exhaust gas smoke emissions from compression ignition engines operating under transient conditions (ИСО 8178-9:2000 с изменением 1:2004 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 9. Циклы и методики испытаний для стендовых измерений дымовыделения отработавших газов от двигателей внутреннего сгорания в неустановившемся режиме).

Степень соответствия – неэквивалентная (NEQ).

Настоящий стандарт подготовлен на основе применения ГОСТ Р 51250–99.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2014

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПОРШНЕВЫЕ
Дымность отработавших газов. Нормы и методы определения

Internal combustion reciprocating engines. Visible pollutants. Limit values and test methods

Дата введения — 2014–07–01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на судовые, тепловозные и промышленные двигатели внутреннего сгорания (далее — двигатели) и устанавливает нормы дымности отработавших газов (далее — ОГ), измеренной оптическим или фильтрационным методом, при проведении стендовых испытаний новых и капитально отремонтированных двигателей.

Настоящий стандарт не распространяется на автомобильные, тракторные и авиационные двигатели.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие межгосударственны стандарты:

ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.002-75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 10448-80 Двигатели судовые, тепловозные и промышленные. Приемка. Методы испытаний

ГОСТ 30574-98 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов. Циклы испытаний

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по указателю «Национальные стандарты», составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом, следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **отработавшие газы; ОГ:** Смесь газообразных продуктов горения топлива и масла, избыточного воздуха и различных микропримесей (газообразных, жидких и твердых частиц), поступающая из цилиндров двигателя в его выпускную систему.

3.2 **дымность:** Видимая дисперсия жидких и/или твердых частиц в ОГ, образовавшаяся в результате неполного сгорания топлива и масла, испарившихся в цилиндрах двигателя.

3.3 **дымомер:** Прибор для измерения дымности.

3.4 **дымомер оптического типа:** Прибор для измерения непрозрачности ОГ, выраженной через коэффициент ослабления светового потока.

3.5 **коэффициент ослабления светового потока:** Часть светового потока от источника света дымомера, не достигшая приемника света из-за поглощения, отражения и рассеяния этой части потока отработавшими газами, проходящими через измерительную (дымовую) камеру дымомера.

3.6 **натуральный показатель ослабления светового потока:** Величина, обратная толщине слоя ОГ в метрах, проходя через который световой поток от источника света дымомера ослабляется в e раз (e — основание натурального логарифма).

3.7 **измерительная база дымомера оптического типа:** Расстояние между источником и приемником светового потока в измерительной камере дымомера с учетом влияния способов их защиты от загрязнений.

Примечание – Указывает организация–изготовитель.

3.8 **предельно допустимое значение натурального показателя ослабления светового потока:** Значение натурального показателя ослабления светового потока в зависимости от расхода ОГ, при превышении которого двигатель считают не выдержавшим испытаний.

3.9 **дымомер фильтрационного типа:** Прибор для измерения дымности, выраженной через показатель отражения света поверхностью фильтра, окрашенного всеми компонентами дисперсной фазы ОГ после пропускания определенной их порции через фильтр.

3.10 **дымовое число фильтра FSN:** Степень потемнения фильтра, определяемая по показателю отражения света окрашенного ОГ фильтра по отношению к чистому фильтру, выраженная в условных единицах 10-бальной шкалы.

3.11 **показатель отражения светового потока поверхностью фильтра:** Часть светового потока источника света, достигшая приемника после отражения от эффективной поверхности фильтра.

Примечание – Измеряют оптико-электрическим рефлектометром.

3.12 **эффективная длина дымовой колонки:** Величина, определяемая эффективным объемом всасывания и эффективной поверхностью фильтра.

Примечание – Указывает организация–изготовитель.

3.13 **технический паспорт выбросов двигателя:** Документ, содержащий детальную опись компонентов, регулировок и рабочих параметров двигателя, существенно влияющих на выбросы вредных веществ и дымность ОГ.

4 Обозначения

В настоящем стандарте использованы следующие обозначения:

A_F — эффективная поверхность фильтра дымомера фильтрационного типа, в квадратных метрах;

A_s — площадь поперечного сечения в каком-либо месте системы отбора проб ОГ, в квадратных метрах;

D — диаметр выпускной трубы двигателя в миллиметрах;

F — коэффициент атмосферного фактора в условных единицах;

FSN — дымовое число фильтра в условных единицах;

G_{air} — расход воздуха, кг/с;

G_f — расход топлива, кг/с;

K — натуральный показатель ослабления светового потока в метрах в минус первой степени;

K_u — измеренный натуральный показатель ослабления светового потока в метрах в минус первой степени;

L — измерительная база дымомера оптического типа;

L_F — эффективная длина фильтрационной колонки в метрах;

N — коэффициент ослабления светового потока, %;

$N_{0,43}$ — коэффициент ослабления светового потока, приведенный к измерительной базе L, равной 0,43 м;

p_α — давление сухого атмосферного воздуха на испытательном стенде в килопаскалях;

$p_Д$ — статическое давление в дымовой камере дымомера в килопаскалях;

R — показатель отражения фильтра в условных единицах;

t — время всасывания для дымомера с поршневым насосом в секундах;

T_α — температура воздуха на испытательном стенде в кельвинах;

T_m — температура ОГ в дымовой камере дымомера в кельвинах;

V_D — «мертвый» объем – общий объем от входа в газоотборный зонд до поверхности фильтра в кубических метрах;

V_E — эффективный объем всасывания дымомера фильтрационного типа в кубических метрах;

V_{exh} — расход отработавших газов, л/с;

V_L — объем утечки ОГ в дымомере фильтрационного типа в кубических метрах;

V_N — номинальный объем всасывания дымомера фильтрационного типа в кубических метрах;

$\bar{\gamma}$ — средняя скорость газового потока в системе пробоотбора в метрах в секунду.

5 Нормы дымности отработавших газов

5.1 Нормы дымности определяют в зависимости от расхода ОГ V_{exh}, л/с, приведенного к нормальным условиям (температура 273 К и давление 101,3 кПа), а также времени постановки двигателя на производство.

5.2 При измерении дымности ОГ двигателей оптическим методом предельно допустимые значения натурального показателя ослабления светового потока и соответствующие им значения коэффи-

циента ослабления светового потока, приведенные к шкале дымомера с измерительной базой L, равной 0,43 м, в зависимости от расхода ОГ должны соответствовать

значениям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Расход ОГ V_{exh}, л/с	Натуральный показатель ослабления светового потока K, $м^{-1}$, не более		Коэффициент ослабления светового потока N, % (L= 0,43 м), не более		Дымовое число фильтра, FSN, усл. ед., (L_F = 0,405 м), не более	
	Норма дымности ОГ двигателей, поставленных на производство					
	до 2016 г.	с 2016 г.	до 2016 г	с 2016 г	до 2016 г	с 2016 г
До 75 включ.	1,36	1,01	44	35	3,4	2,7
Св. 75 до 95 »	1,23	0,90	41	32	3,2	2,5
» 95 до 140 »	1,07	0,80	37	29	3,0	2,4
» 140 « 210 »	0,90	0,70	32	26	2,7	2,2
» 210 « 350 »	0,73	0,58	27	22	2,4	2,0
» 350 « 600 »	0,58	0,46	22	18	2,2	1,8
» 600 « 1150 »	0,46	0,35	18	14	1,8	1,4
»1150 « 3000 »	0,32	0,25	13	10	1,4	1,1
» 3000	0,23	0,19	10	8	1,0	0,8

Примечание — Для звездообразных двигателей нормы дымности ОГ устанавливают по согласованию с заказчиком.

5.3 При измерении дымности фильтрационным методом прибором с эффективной длиной колонки L_F, равной 0,405 м, предельно допустимые значения дымового числа фильтра FSN в зависимости от расхода ОГ должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1.

5.4 Двигатель считают соответствующим требованиям настоящего стандарта, если на всех режимах испытаний каждое измеренное значение натурального показателя ослабления светового потока или дымового числа фильтра не более соответствующего предельно допустимого значения натурального показателя ослабления светового потока или дымового числа фильтра.

5.5 Для двигателей после капитального ремонта максимально допустимые нормы дымности увеличивают на 29 %.

6 Методы измерений

6.1 Оптический метод измерения дымности

Сущность оптического метода определения дымности ОГ заключается в измерении их непрозрачности, а именно коэффициента ослабления светового потока с вычислением значений натурального показателя ослабления светового потока при просвечивании столба ОГ двигателя в измерительной камере дымомера с определенной измерительной базой.

Основным нормируемым параметром дымности ОГ является измеряемый натуральный показатель ослабления светового потока K, вычисленный по формуле и приведенный к базовым условиям по 10.1.

$$K = -\frac{1}{L}\ln\left(1-\frac{N}{100}\right). \quad (1)$$

Вспомогательным нормируемым параметром дымности является измеряемый коэффициент ослабления светового потока N, приведенный к измерительной базе L, равной 0,43 м. Если измерительная база дымомера L отличается от 0,43 м, то приведение вспомогательного нормируемого параметра N вычисляют по формуле

$$N_{0.43} = \left\{1-\exp\left[\frac{0.43}{L}\ln\left(1-\frac{N}{100}\right)\right]\right\}100. \quad (2)$$

6.2 Фильтрационный метод измерения дымности

Сущность фильтрационного метода измерения дымности ОГ заключается в измерении потемнения фильтра после пропускания через него строго определенного количества газов. Поверхность

фильтра темнеет, окрашиваясь всеми компонентами дисперсной фазы ОГ. Потемнение фильтра оценивают по степени изменения показателя отражения в сравнении с чистым фильтром и измеряют оптико-электрическим рефлектометром.

Рефлектометры дымомеров могут быть проградуированы в единицах измеряемого показателя отражения светового потока *R* от 0 % до 100 % или в условных единицах поглощения светового потока фильтром, например в приборах типа Бош.

Нормируемым показателем дымности ОГ двигателя при измерениях фильтрационным методом служит дымовое число фильтра *FSN.*

Дымовое число фильтра *FSN* отсчитывают по шкале рефлектометра (с соответствующей градуировкой) при условии установки его показаний на 0 при отражении от чистого фильтра.

При использовании дымомера с дымовой колонкой, эффективная длина которой отличается от 0,405 м, измеренное значение *FSN* приводят к длине, вычисленной по формуле

$$FSN_{0,405} = 10 \cdot \left\{ 1 - \exp \cdot \left[\frac{0,405}{L_F} L \left(1 - \frac{FSN}{10} \right) \right] \right\}. \quad (3)$$

При использовании дымомера со 100-балльной шкалой усл. ед. дымности в формуле (3) коэффициент размерности 10 необходимо заменить на 100, а дымовое число *FSN* по таблице 1 умножить на 10.

7 Объем и режимы испытаний

7.1 Измерения дымности ОГ двигателей следует проводить при всех видах стендовых испытаний по ГОСТ 10448*.

В условиях стабильного производства рекомендуется использовать концепции семейства и группы двигателей в соответствии с требованиями [1] и [2].

Испытания проводят на двигателе, установленном на испытательном стенде, оснащенном измерителем мощности и обеспечивающим точность измерений не ниже указанной в ГОСТ 10448.

7.2 Испытательные циклы и режимы испытаний в зависимости от назначения двигателя должны соответствовать требованиям ГОСТ 30574.

Двигатель считают находящимся на данном режиме испытаний, если соответствующие ему частоты вращения, крутящего момента или мощности установлены с точностью по ГОСТ 10448.

8 Оборудование моторного стенда и измерительные приборы

8.1 Общие положения

8.1.1 При измерении дымности оптическим методом испытания проводят с отбором или без отбора проб ОГ.

При испытаниях без отбора проб просвечивают представительную (репрезентативную) часть потока или весь поток ОГ внутри или на срезе выпускной трубы двигателя с помощью полнопоточных дымомеров.

При испытаниях с отбором проб из выпускной трубы с помощью газоотборного зонда и пробной трубы отводят представительную часть потока ОГ и просвечивают ее в измерительном контуре частично-поточного дымомера.

8.1.2 При измерении дымности фильтрационным методом испытания проводят только с отбором дозированной части ОГ с помощью газоотборного зонда.

8.1.3 Испытательный моторный стенд, кроме дымомера, должен быть оборудован системой пробоотбора в случае отбора проб ОГ, измерительными приборами для определения мощности (крутящего момента) и частоты вращения коленчатого вала двигателя, состояния окружающей среды (температуры, давления), расходов топлива и воздуха.

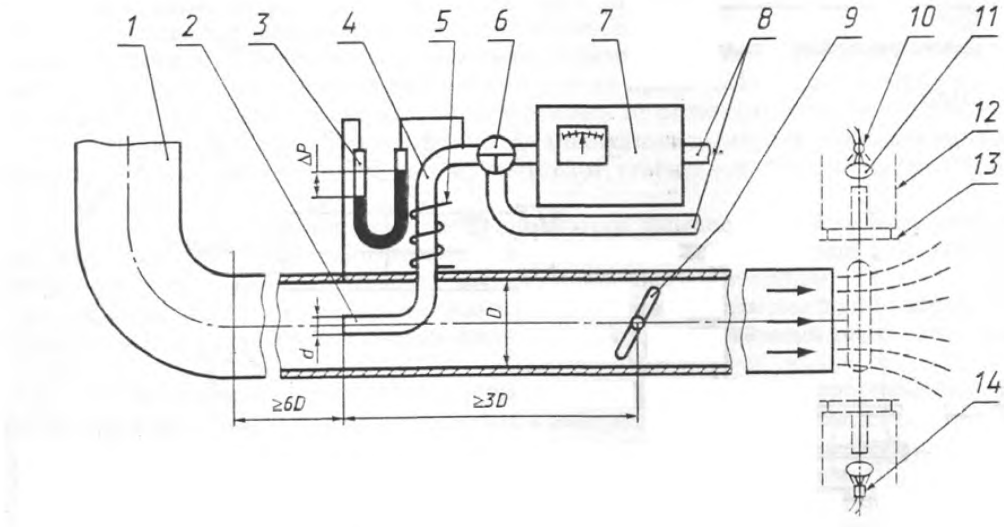
Погрешность измерительных приборов должна соответствовать требованиям ГОСТ 10448.

8.2 Система пробоотбора

8.2.1 Схема установки дымомера оптического типа для измерения параметров дымности с отбором проб ОГ показана на рисунке 1.

---

* На территории Российской федерации действует ГОСТ Р 53639–2009 (ИСО 3046-3:2006, ИСО 15550:2002) «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Приемка. Методы испытаний».



1 - выпускная труба; *2* - газоотборный зонд; *3* - дифференциальный манометр; *4* - газоподводящая труба; *5* - теплообменник; *6* - байпасный клапан; *7* - дымомер частичнопоточный; *8* - газоотводящие трубы; *9* - регулируемая заслонка; *10* - источник света; *11* - собирательная линза; *12* - дымомер полнопоточный (на срезе выпускной трубы); *13* - разделительная перегородка; *14* - приемник света.

Рисунок 1 — Схема установки дымомера оптического типа

Для дымомеров оптического типа внутренний диаметр *d* газоотборного зонда должен быть не менее 0,225 *D* при диаметре выпускной трубы *D* не более 100 мм и не более 25 мм при *D* более 100 мм.

Газоотборный зонд должен быть установлен по оси выпускной трубы с внутренним диаметром *D* таким образом, чтобы его открытый конец был направлен навстречу потоку газов и расположен на прямолинейном участке трубы длиной не менее 6 *D* против направления потока газов и длиной не менее 3 *D* — по направлению потока газов.

При невозможности выполнения этих требований в конструкции выпускной системы допускается применение других мероприятий (установка выпрямительных решеток, дополнительных ресиверов и др.), обеспечивающих равномерность потока ОГ в выпускной трубе и представительность отбираемых проб.

Газоподводящая труба, соединяющая газоотборный зонд с дымомером (см. рисунок 1), должна быть длиной не более 2 м и по возможности приподнята в сторону дымомера. Газоподводящая труба должна быть герметичной и без резких изгибов.

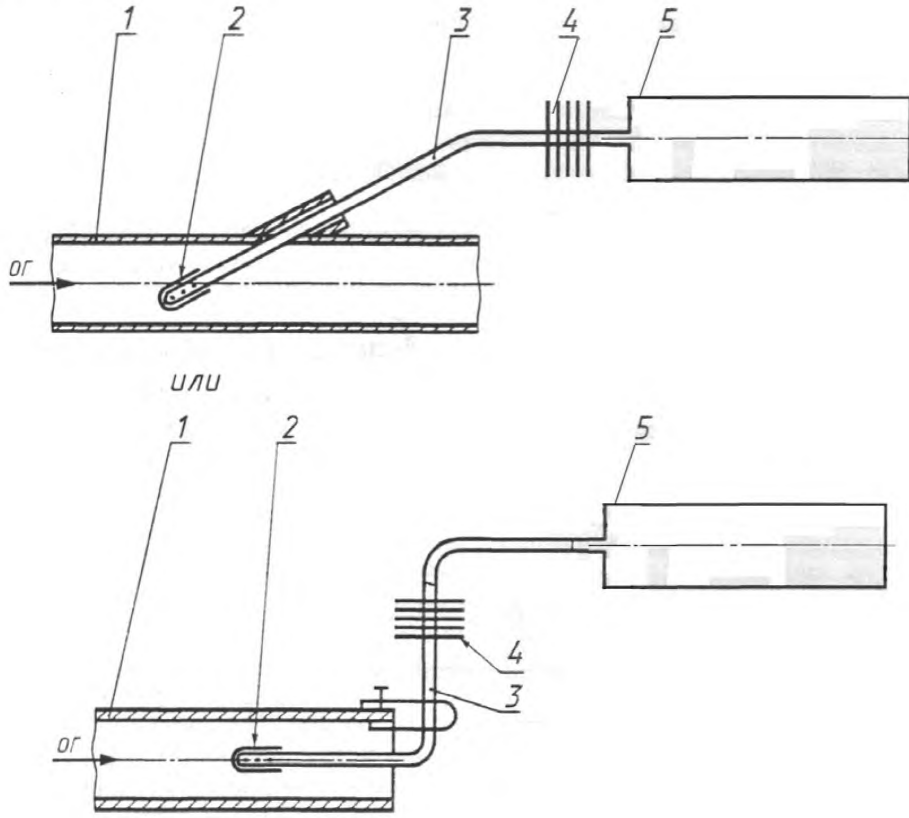
В особых случаях допускается применять газоподводящую трубу длиной до 5 м, при этом должны быть приняты меры, исключающие образование конденсата в трубе.

Для настройки надлежащего перепада давления в газовой трассе дымомера рекомендуется устанавливать регулируемую заслонку в выпускной трубе за газоотборным зондом по направлению потока газов на расстоянии не менее 3 *D*.

При измерениях на частичных нагрузках нельзя изменять положение заслонки.

Рекомендуется устанавливать теплообменные устройства в газоподводящей трубе.

8.2.2 В системе пробоотбора для дымомера фильтрационного типа, схема которой показана на рисунке 2, не допускается затекание газов в открытый конец зонда, за исключением периода отбора проб.



1 - прямолинейный участок выпускной трубы двигателя; *2* - газоотборный зонд; *3* - линия отбора; *4* - охладитель; *5* - дымомер.

Рисунок 2 — Схема установки дымомера фильтрационного типа

Внутренний диаметр газоотборного зонда на всем протяжении системы отбора проб от входа до фильтра должен быть не менее 3 мм.

«Мертвый» объем V_D не должен превышать 15 % номинального объема всасывании V_N . Лишь в случае многократного пропускания проб (не менее трех раз) через один фильтр, эквивалентного соответствующему увеличению V_N и допустимого при измерениях на крупных двигателях, зонд может быть удлинен, но значение V_D должно быть не более 40 % от V_N.

Во всех случаях перед отбором «мертвый» объем должен быть заполнен ОГ отбираемой пробы.

Внутренний диаметр верхней по потоку части зажимного устройства для фильтра рассматривается как размер, определяющий эффективную поверхность фильтра A_F , он должен находиться в диапазоне 15—35 мм.

8.3 Дымомер оптического типа

8.3.1 Дымомер должен иметь защиту источника и приемника светового потока от загрязнений.

Измерительная база дымомера должна быть указана в спецификации изготовителя.

Дымомер должен иметь как минимум шкалу измерения коэффициента ослабления светового потока *N,* имеющую не менее 100 делений, для определения непрозрачности ОГ с основной приведенной погрешностью ± 2 %. Допускается применение цифровых индикаторов с точностью отсчета в третьем разряде одна единица.

При наличии шкалы натурального показателя ослабления *K* она должна иметь деления по меньшей мере 0,025 $м^{-1}$ между 0 и 2 $м^{-1}$ и по меньшей мере 0,05 $м^{-1}$ – между 2 и 4 $м^{-1}$.

8.3.2 Допустимая максимальная температура газов в измерительном контуре дымомера не должна превышать 433 К и должна быть указана изготовителем.

8.3.3 В качестве источника света следует использовать электрическую лампу накаливания с цветовой температурой нити 2800—3500 К или диод зеленого излучения со спектральным пиком в интервале 550—570 нм. Применение других источников света не допускается.

В качестве приемника света следует применять фотоэлемент или фотодиод со спектральной характеристикой, близкой к спектральной характеристике глаза человека. Максимальная чувствительность — при длине волны от 550 до 570 нм. При длине волны менее 430 нм и более 680 нм допускается не более 4 % максимальной чувствительности.

Конструкция оптической системы дымомера должна быть такой, чтобы отклонение лучей светового потока от оптической оси не превышало 3°, а приемник не реагировал на прямой или отраженный луч света, если он отклонен от оптической оси более чем на 3°.

8.3.4 Электрические схемы фотоприемника и индикатора дымности должны обеспечить характеристику силы тока, произведенного фотоприемником, стабильную во всем температурном диапазоне эксплуатации фотоэлемента.

Электрические схемы фотоприемника и индикатора дымности должны быть регулируемыми и должны обеспечивать установку индикатора в нулевое положение, когда световой поток проходит через измерительный контур (дымовую камеру), наполненный чистым воздухом.

Прибор должен быть обеспечен средствами проверки, например заслонками или нейтральными плотными фильтрами, установленными перпендикулярно к световому лучу.

8.3.5 Для проверки характеристики системы «источник света — фотоприемник — индикатор дымности» применяют контрольный светофильтр с нейтрально серым цветом, для которого значение *N* в пределах 50 % — 55 % должно быть известно с погрешностью не более 0,5 %. После установления стрелки индикатора дымности в нулевое положение светофильтр следует ввести между источником света и фотоприемником. При этом значение, отсчитанное на индикаторе дымности, не должно отклоняться от указанного на светофильтре более чем на 0,5 %.

8.3.6 Динамические свойства дымомера, а также стабильность фотоэлектрической системы должны обеспечивать одно измерение в течение 1 мин с отклонением стрелки индикатора дымности от нулевого положения менее чем на 0,5 %.

8.3.7 Полнопоточные дымомеры должны иметь устройство автоматической коррекции показаний шкалы по температуре и, если необходимо, давлению потока ОГ в дымовой камере (см. 9.4.1).

8.4 Дымомер фильтрационного типа

8.4.1 Конструкция дымомера должна обеспечивать прохождение гомогенного потока через всю эффективную поверхность фильтра для достижения его равномерного затемнения.

8.4.2 Оценка равномерности потемнения фильтра: значения *FSN* рефлектометра, измеренные в периферийной части поверхности фильтра, не должны отличаться от значений *FSN,* измеренных в центральной части поверхности фильтра, более чем на 5 %.

8.4.3 Во избежание чрезмерных отложений сажи в системе пробоотбора средняя скорость газового потока в любой ее точке до фильтра не должна быть менее 0,1 м/с.

Среднюю скорость потока $\bar{\gamma}$ в любом сечении рассчитывают по формуле

$$\bar{\gamma} = \frac{V_N}{A_s t}, \qquad (4)$$

где V_N — номинальный объем всасывания, м^3;

t — время всасывания, с;

A_s — площадь поперечного сечения в каком-либо месте системы отбора проб, м^2.

Время всасывания для дымомера с поршневым насосом представляет собой время от начала движения поршня до момента, когда давление за фильтром стабилизируется до уровня ± 1 кПа по отношению к значению статического давления на входе в газоотборный зонд и когда дымность пробы находится в диапазоне 3—4 *FSN.*

8.4.4 Допустимое изменение утечек V_L при эксплуатации прибора, связанное, например, с износом уплотнений, не должно превышать 1 % номинального объема всасывания V_N.

8.4.5 Требования к оптико-электрическому рефлектометру

8.4.5.1 Оцениваемая поверхность фильтра должна освещаться рассеянным светом.

8.4.5.2 Направленность освещения должна быть перпендикулярной к поверхности образца.

8.4.5.3 Направленная чувствительность головки рефлектометра должна быть по возможности равномерной.

8.4.5.4 Влияние помех от отражения света в системе «освещение — улавливание» не должно превышать 0,05 *FSN*.

8.4.5.5 Пропорциональность (линейность) системы рефлектометра по отношению к освещенности не должна нарушаться более чем на 1 % измеряемого значения.

8.4.6 Номинальный объем всасывания V_N, эффективный объем всасывания V_E и эффективная поверхность фильтра A_F должны быть указаны в паспортных данных аппаратуры. Если они не регламентированы, то должны быть измерены. Измерению подлежит также объем утечек V_L

8.4.7 Эффективный объем всасывания V_E, м^3, вычисляют по формуле

$$V_E = V_N - V_D - V_L. \quad (5)$$

Эффективную длину дымовой колонки L_F, м, вычисляют по формуле

$$L_F = \frac{V_E}{A_F}. \quad (6)$$

Эффективную длину дымовой колонки L_F определяют с точностью ± 1 %.

9 Условия проведения измерений

9.1 Измерениям дымности должен подвергаться двигатель, прошедший обкатку и отрегулированный в соответствии с техническими условиями на двигатель конкретного типа.

Двигатель должен быть снабжен воздушным фильтром, глушителем шума ОГ и газовыпускной системой. Воздушный фильтр, глушитель шума ОГ и газовыпускная система должны соответствовать области применения двигателя.

9.2 При испытаниях двигатель должен работать с применением горюче-смазочных материалов, указанных в технических условиях на двигатель конкретного типа.

9.3 Атмосферные условия на испытательном стенде регламентируются допустимыми отклонениями расчетного коэффициента *F*:

$$0{,}93 \le F \le 1{,}07. \quad (7)$$

Для двигателей без наддува и с механическим наддувом коэффициент *F* вычисляют по формуле

$$F = \left(\frac{99}{P_a}\right)\left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,7}. \quad (8)$$

Для дизелей с газотурбинным наддувом коэффициент *F* рассчитывают по формуле

$$F = \left(\frac{99}{p_a}\right)^{0,7} \cdot \left(\frac{T_a}{298}\right)^{1,5}, \quad (9)$$

где T_α — температура воздуха на испытательном стенде, К;

ρ_α — давление сухого атмосферного воздуха на испытательном стенде, кПа.

9.4 Дымомер оптического типа при испытаниях с отбором проб должен быть снабжен устройствами для измерения давления и температуры в дымовой камере.

Давление ОГ в дымовой камере не должно отличаться от давления окружающей среды более чем на ± 750 Па.

Температура ОГ в дымовой камере T_m должна быть существенно выше местной температуры точки росы и в общем случае ограничивается диапазоном

$$343 \text{ К} \le T_m \le 553 \text{ К}. \quad (10)$$

Оптимальная (базовая) средняя температура в дымовой камере устанавливается (373 ± 5) К и по возможности должна поддерживаться на этом уровне автоматически.

Максимальная температура газов не должна превышать предельно допустимую максимальную температуру в измерительном контуре дымомера, указанную изготовителем.

9.5 В полнопоточных оптических дымомерах приведение показателей к указанным давлению и температуре должно осуществляться автоматически.

9.6 Температура пробы газов в дымовой колонке дымомера фильтрационного типа должна быть также существенно выше местной точки росы (T_m > 343 К).

10 Проведение измерений

10.1 Измерение оптическим методом

Измерение параметров дымности на каждом режиме испытаний двигателя следует проводить не менее трех раз с промежутками между двумя последующими измерениями не более 1 мин.

После каждого измерения следует проверять нулевое положение стрелки индикатора дымности и при необходимости приводить ее в нулевое положение.

Измерения считают действительными, если расхождения между двумя последними показаниями по шкале *N* не превышают 2 %, а результаты трех измерений не образуют монотонно убывающей или возрастающей последовательности. Если эти условия не выполняются, то серию измерений следует продолжать до получения трех последовательных показаний, удовлетворяющих поставленным условиям.

За результат измерений принимают среднеарифметическое значение трех показаний.

Давление и температура в дымомере во время испытаний должны соответствовать требованиям 9.4.

При невозможности проведения измерений при базовом (атмосферном) давлении (например, полнопоточным дымомером внутри выпускной системы двигателя и в удалении от ее выходного отверстия) натуральный показатель ослабления светового потока *K* приводят к атмосферному давлению p_a по формуле

$$K = K_u \frac{p_a}{p_Д}, \qquad (11)$$

где $p_Д$ — измеренное статическое давление в дымовой камере, кПа;

K_u — измеренный [вычисленный по формуле (1)] натуральный показатель ослабления светового потока, $м^{-1}$.

Если средняя температура ОГ в дымовой камере T_m отличается от базовой (373 К), то показатель *K* следует привести к указанной температуре по формуле

$$K = K_u \frac{T_m}{373}. \qquad (12)$$

10.1.1 Расход отработавших газов V_{exh}, л/с, рассчитывают по формуле

$$V_{exh} = 775\ (G_{air} + G_f), \qquad (13)$$

где G_{air} — расход воздуха, кг/с;

G_f — расход топлива, кг/с.

Для приемо-сдаточных испытаний по ГОСТ 10448, при которых не измеряют расход воздуха, следует использовать значение V_{exh}, полученное при периодических испытаниях.

10.2 Измерения фильтрационным методом

10.2.1 Отбор пробы следует проводить в соответствии с руководством по эксплуатации, разработанным изготовителем дымомера.

Проба должна быть пропущена через фильтр, который затем удаляют из дымомера и заменяют новым, через который пропускают новую пробу для перепроверки результата и получения его осредненного значения.

Увлажненные или нестандартные фильтры применять не следует.

10.2.2 Поддержание дымомера в работоспособном состоянии и проверку его соответствия требованиям настоящего стандарта следует осуществлять в соответствии с руководством по эксплуатации прибора.

В качестве вспомогательного средства для проверки точности работы аппаратуры изготовитель дымомера должен поставлять калибровочные экраны или их эквиваленты (для проверки линейности). Обязательной поставке подлежит по меньшей мере один калибровочный экран, соответствующий дымовому числу фильтра 3 *FSN* или 5 *FSN* с указанной точностью в пределах ± 0,1 *FSN*.

10.3 Оформление результатов испытаний

10.3.1 Результаты измерений дымности ОГ, выполненные с целью сертификации двигателей, оформляют в виде отчета о результатах испытаний, содержание которого должно соответствовать [3].

10.3.2 Результаты измерений дымности ОГ, не связанных с сертификацией двигателя, оформляют в виде протокола испытаний.

11 Требования безопасности

11.1 Оборудование испытательного стенда и организация рабочего места при испытаниях должны соответствовать ГОСТ 12.2.003 и ГОСТ 12.3.002.

На каждом испытательном стенде, оборудованном дымомером, должна быть инструкция по технике безопасности.

11.2 Воздух рабочей зоны стендового помещения должен соответствовать ГОСТ 12.1.005. Не допускается сброс ОГ двигателя после прохождения ими частично-поточного оптического дымомера в воздух рабочей зоны стендового помещения. Для этого дымомер должен быть оборудован газоотводящей трубой (см. рисунок 1), выходной конец которой вынесен за пределы рабочей зоны стендового помещения.

11.3 Уровни шума на рабочих местах стендового помещения должны соответствовать ГОСТ 12.1.003.

11.4 Персонал, обслуживающий испытательный стенд, должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты органов слуха.

Библиография

[1] ИСО 8178-7: 1996 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выбросов продуктов сгорания. Часть 7. Определение семейства двигателей*

[2] ИСО 8178-8:1996 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выбросов продуктов сгорания. Часть 8. Определение группы двигателей**

[3] ИСО 8178-6:2000 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выбросов продуктов сгорания. Часть 6. Отчет о результатах испытаний. (Перевод стандарта имеется в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов)

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 8178-7–99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Часть 7. Определение семейства двигателей.

** На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 8178-8–99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Часть 8. Определение группы двигателей.

УДК 621.436: 006.354 МКС 27. 020 ОКП 31 2000

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания поршневые судовые, тепловозные и промышленные; дымность отработавших газов; допустимые нормы; измерения; испытания; расчеты

Подписано в печать 01.07.2014. Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 1,86 Тираж 31 экз. Зак. 2517.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru