ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 52408— 2005 (ИСО 8178-2:1996)

Двигатели внутреннего сгорания поршневые

ВЫБРОСЫ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ

Часть 2

Измерения в условиях эксплуатации

ISO 8178-2:1996
Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 2: Measurement of gaseous and particulate exhaust emissions at site (MOD)

Издание официальное

БЗ 10—2004/156

Москва
Стандартинформ
2006

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 235 «Дизели судовые, тепловозные и промышленные» на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4,

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 235 «Дизели судовые, тепловозные и промышленные»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 декабря 2005 г. № 319-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 8178-2:1996 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Часть 2. Измерения газообразных выбросов и твердых частиц в условиях эксплуатации» (ISO 8178-2:1996 «Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 2: Measurement of gaseous and particulate exhaust emissions at site») путем внесения технических отклонений с приведением соответствующих объяснений во введении к настоящему стандарту. При этом дополнительные раздел 2, таблица 7 и приложение Б, учитывающие особенности стандартизации в Российской Федерации, выделены курсивом

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет

© Стандартинформ, 2006

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Обозначения 3
5 Предельно допустимые значения технических нормативов выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов 4
5.1 Нормируемые параметры 4
5.2 Предельно допустимые значения технических нормативов выбросов 4
6 Условия проведения измерений 6
6.1 Режимы испытаний и объем измерений 6
6.2 Технический паспорт выбросов двигателя 7
6.3 Атмосферные условия 7
6.4 Впускная система двигателя 7
6.5 Выпускная система двигателя 7
6.6 Система охлаждения 7
6.7 Топливо и смазочные масла 8
6.8 Установка пробоотборных зондов и газоаналитического оборудования 8
7 Измеряемые параметры и средства измерений 8
7.1 Измеряемые параметры 8
7.2 Средства измерений 12
8 Проведение измерений 13
8.1 Измерение состава отработавших газов 13
8.2 Измерение дымности отработавших газов оптическим методом 13
8.3 Измерение дымности отработавших газов фильтрационным методом 13
9 Упрощенный контроль соответствия двигателя техническим нормативам выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов 14
9.1 Методы упрощенного контроля 14
9.2 Метод сверки параметров 14
9.3 Метод упрощенных измерений 15
9.4 Метод мониторинга 16
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола испытаний 17
Приложение Б (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам и национальным стандартам Российской Федерации, использованным в настоящем стандарте в качестве нормативных ссылок 24

Введение

Настоящий стандарт разработан в целях исполнения государственного законодательства в области охраны окружающей среды от вредного воздействия поршневых двигателей внутреннего сгорания, установленных на объектах применения и находящихся в эксплуатации. Введение стандарта обеспечивает реализацию Постановления Правительства Российской Федерации от 06.02.2002 № 83 «О проведении регулярных проверок транспортных и иных передвижных средств на соответствие техническим нормативам выбросов вредных веществ в атмосферный воздух» в части, относящейся к контролю выбросов водного, железнодорожного и промышленного транспорта.

Периодичность контроля соответствия двигателей техническим нормативам дымности и выбросов вредных веществ с отработавшими газами устанавливают не чаще чем один раз в год, если иное не предусмотрено правилами безопасности в особых условиях эксплуатации двигателей или другими специальными требованиями.

Для случаев, когда испытания и измерения не могут быть выполнены в полном объеме требований настоящего стандарта на объекте применения, двигатель подобного конструктивного исполнения может быть испытан на стенде изготовителя с использованием концепции семейства или группы двигателей. Стендовые испытания проводят в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51250 и ГОСТ Р 51249.

Для сокращения объема измерений на месте установки двигателя при проведении испытаний на стенде изготовителя могут быть приняты концепции семейства или группы двигателей по ГОСТ Р ИСО 8178-7, ГОСТ Р ИСО 8178-8. Каждая концепция позволяет распространять результаты испытаний базового двигателя, представляющего собой семейство (группу), на все двигатели этого семейства (группы). При использовании концепций предприятием-изготовителем допускаются методы упрощенного контроля их соответствия нормам дымности и выбросов вредных веществ с отработавшими газами в условиях эксплуатации.

Стандарт устанавливает требования и ограничения, которыми следует руководствоваться при проведении экологического контроля двигателей, установленных на объектах применения.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Двигатели внутреннего сгорания поршневые

ВЫБРОСЫ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ

Часть 2
Измерения в условиях эксплуатации

Reciprocating internal combustion engines. Exhaust emission.
Part 2. Measurement of exhaust emission at site

Дата введения—2007—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на поршневые двигатели внутреннего сгорания судового, тепловозного и промышленного назначения (далее — двигатели), находящиеся на объектах применения, и устанавливает процедуры контроля соответствия двигателей техническим нормативам дымности и выбросов вредных веществ отработавших газов в условиях эксплуатации.

Стандарт не распространяется на двигатели судового, тепловозного и промышленного назначения, постановленные на производство до 01.01.80, а также на автомобильные и авиационные двигатели.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО 8178-7—99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Часть 7. Определение семейства двигателей

ГОСТ Р ИСО 8178-8—99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Часть 8. Определение группы двигателей

ГОСТ Р 51249—99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения

ГОСТ Р 51250—99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Дымность отработавших газов. Нормы и методы определения

ГОСТ 10150—88 Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Общие технические условия

ГОСТ 30574—98 Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Измерение выбросов вредных веществ с отработавшими газами. Циклы испытаний

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или в ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте использованы следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **отработавшие газы:** Смесь газообразных продуктов полного сгорания, избыточного воздуха и различных микропримесей (газообразных, жидких и твердых частиц), поступающая из цилиндров дизеля в его выпускную систему.

3.2 **сухие отработавшие газы:** Отработавшие газы, влагосодержание которых меньше или равно равновесному при температуре 298 К и атмосферном давлении 101,3 кПа.

3.3 **влажные отработавшие газы:** Отработавшие газы, влагосодержание которых соответствует полному составу продуктов сгорания топлива.

3.4 **вредные вещества:** Вещества, содержащиеся в небольших количествах в отработавших газах и придающие им неблагоприятные либо вредные для человека и окружающей среды свойства. В настоящем стандарте учитывают следующие вредные вещества: оксид углерода, оксиды азота и углеводороды.

3.5 **оксид углерода:** Газообразный продукт неполного окисления углерода, входящего в состав углеводородного топлива, CO.

3.6 **оксиды азота:** Смесь различных оксидов азота, образовавшихся в процессе горения топлива в цилиндре двигателя, NO_X.

3.7 **углеводороды:** Смесь паров всех несгоревших и частично окисленных углеводородов топлива и масла, образующихся в процессах горения топлива и выпуска продуктов сгорания из цилиндра двигателя, CH.

3.8 **концентрация оксида углерода:** Объемная доля в отработавших газах оксида углерода, %.

3.9 **концентрация оксидов азота, приведенных к NO_2:** Объемная доля в отработавших газах оксидов азота, которую они занимали бы при трансформации в эквивалентный объем диоксида азота NO_2, %.

3.10 **концентрация углеводородов, приведенных к $CH_{1,85}$:** Объемная доля в отработавших газах суммы углеводородов, которую они занимали бы при условной трансформации в эквивалентный объем идеального газа с молекулярной массой 13,85 и энергией ионизации молекул, равной энергии ионизации пропана C_3H_8, %.

3.11 **выброс вредных веществ:** Количество вредного вещества, поступающего в атмосферу с отработавшими газами в единицу времени.

3.12 **испытательный цикл (режимы испытаний):** Совокупность фиксированных по частоте вращения и мощности режимов работы дизеля, устанавливаемая в соответствии с его назначением и реализуемая в процессе испытаний.

3.13 **коэффициент весомости режима испытаний** $И$: Условная величина, отражающая статистическую долю времени работы двигателей данного назначения в эксплуатации вблизи данного режима.

3.14 **технический норматив выброса:** Норматив выброса вредного (загрязняющего) вещества, установленный для двигателей внутреннего сгорания и отражающий их технический уровень по показателю максимально допустимой массы вредного вещества, приходящейся на единицу мощности.

3.15 **удельный средневзвешенный выброс вредного вещества:** Технический норматив выброса вредного вещества, равный количеству этого вещества, выбрасываемого в атмосферу с отработавшими газами, приходящегося на 1 кВт·ч эффективной работы двигателя при совершении им полного испытательного цикла.

3.16 **предельно допустимый удельный средневзвешенный выброс вредного вещества:** Значение технического норматива выброса вредного вещества, при превышении которого двигатель не допускается к эксплуатации.

3.17 **газоанализатор:** Прибор для непосредственного измерения концентрации вредного вещества в пробе отработавших газов.

3.18 **дымность:** Видимая дисперсия жидких и (или) твердых частиц в отработавших газах, образовавшаяся в результате неполного сгорания топлива и испарившегося масла в цилиндрах двигателя.

3.19 **дымомер:** Прибор для измерения дымности отработавших газов.

3.20 **дымомер оптического типа:** Прибор для измерения непрозрачности отработавших газов, выраженной через коэффициент ослабления светового потока.

3.21 **коэффициент ослабления светового потока N, %:** Технический норматив дымности отработавших газов, измеренной оптическим методом, равный части светового потока от источника света дымомера, не достигшей приемника света из-за его поглощения, отражения и рассеяния отработавшими газами, проходящими через измерительную (дымовую) камеру дымомера.

3.22 **натуральный показатель ослабления потока K, м$^{-1}$:** Технический норматив дымности отработавших газов, измеренной оптическим методом, равный величине, обратной толщине слоя отработавших газов, проходя через который световой поток от источника света дымомера ослабляется в e раз, где e — основание натурального логарифма.

3.23 **эффективная база дымомера оптического типа L, м:** Толщина оптически однородного слоя отработавших газов, эквивалентного по ослаблению светового потока столбу тех же отработавших газов, заполняющих измерительную камеру дымомера в условиях измерения.

3.24 **предельно допустимое значение натурального показателя ослабления светового потока $K_д$, м$^{-1}$:** Значение технического норматива дымности отработавших газов, измеренной оптическим дымомером, при превышении которого двигатель не допускается к дальнейшей эксплуатации.

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

3.26 **дымовое число фильтра FSN** (Filter Smoke Number)**:** Технический норматив дымности отработавших газов, измеренной оптическим методом, равный степени потемнения фильтра, определяемой по оптическому отражению от окрашенного отработавшими газами фильтра по отношению к чистому фильтру, выраженный в условных единицах 10-балльной шкалы.

3.27 **предельно допустимое значение FSN:** Значение технического норматива дымности отработавших газов, измеренной фильтрационным дымомером, при превышении которого двигатель не допускается к дальнейшей эксплуатации.

3.28 **эффективная длина дымовой колонки L_F, м**: Величина, определяемая эффективным объемом впуска и эффективной поверхностью фильтра. Указывает предприятие-изготовитель.

3.29 **условия на месте установки:** Условия, при которых коленчатый вал испытуемого двигателя соединен с приводимым в действие оборудованием.

3.30 **вспомогательное оборудование:** Любое оборудование, наличие или отсутствие которого влияет на выходную мощность двигателя.

3.31 **объявленная мощность:** Значение мощности, объявленное изготовителем двигателя, которую он будет вырабатывать при заданных условиях. Для некоторых применений объявленная мощность называется «номинальной мощностью».

3.32 **частота вращения двигателя:** Частота вращения коленчатого вала двигателя в минуту.

3.33 **тормозная мощность:** Мощность или сумма мощностей, измеренная на валу или валах отбора мощности на различных режимах испытательного цикла.

3.34 **технический паспорт выбросов двигателя:** Документ, содержащий детальную опись компонентов, регулировок и рабочих параметров двигателя, существенно влияющих на выбросы вредных веществ с отработавшими газами, а также способы их идентификации и проверки.

3.35 **базовый двигатель для определения выбросов:** Двигатель, обладающий совокупностью характерных признаков семейства или группы, имеющий наибольшие выбросы вредных веществ.

3.36 **существенные конструктивные изменения:** Изменения, внесенные в конструкцию, комплектацию или регулировку двигателя после завершения испытаний на предприятии-изготовителе, которые могут стать потенциальной причиной превышения нормы выбросов вредных веществ или дымности отработавших газов. Обычные замены компонентов запасными частями по спецификации технического паспорта выбросов двигателя не считают существенными конструктивными изменениями независимо от того, одна часть заменена или более.

4 Обозначения

В настоящем стандарте использованы следующие обозначения:

V_{air} — объемный часовой расход воздуха, приведенный к нормальным атмосферным условиям: давление $p_д$ = 101,3 кПа, температура $T_д$=273,15 К, нм^3 /ч;

B — массовый часовой расход топлива, кг/ч;

b — удельный эффективный расход топлива, г/(кВт · ч);

V_{exh} — объемный расход отработавших газов, приведенный к нормальным атмосферным условиям, нм^3/ч;

i — индекс загрязняющего вещества (CO, NO_x, CH);

k — порядковый номер режима работы двигателя в испытательном (технологическом) цикле;

m — число режимов в цикле;

W — фактор весомости режима или относительное время работы в режиме k;

e_p — удельный средневзвешенный выброс загрязняющего вещества i (по мощности), г/(кВт · ч);

μ — молекулярная масса загрязняющего вещества i, кг/кмоль;

C_i — объемная концентрация в отработавших газах загрязняющего вещества i, млн$^{-1}$, %;

$N_{0,43}$ — коэффициент ослабления светового потока (дымность) отработавших газов на измерительной базе l = 0,43 м, %;

K — натуральный показатель ослабления светового потока, м$^{-1}$;

$FCN_{0,405}$ — дымовое число фильтра (дымность), измеренное фильтрационным дымомером с длиной «дымовой колонки» l = 0,405 м, условные единицы;

P — объявленная номинальная мощность двигателя, кВт;

$\overline{P}$ — относительная тормозная мощность двигателя, %;

n — частота вращения коленчатого вала двигателя, мин$^{-1}$;

T_a — температура атмосферного воздуха на всасывании, K;

P_a — давление сухого атмосферного воздуха, кПа;

p — парциальное давление водяных паров в атмосферном воздухе, кПа;

p_a — полное атмосферное давление, кПа;

φ — относительная влажность воздуха, %;

F — атмосферный фактор.

5 Предельно допустимые значения технических нормативов выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов

5.1 Нормируемые параметры

5.1.1 Для газообразных вредных веществ настоящий стандарт устанавливает следующую номенклатуру технических нормативов выбросов:

- удельный средневзвешенный выброс оксидов азота $e^p_{NO_x}$;
- удельный средневзвешенный выброс оксида углерода e^p_{CO};
- удельный средневзвешенный выброс суммы углеводородов e^p_{CH}.

По согласованию между изготовителем двигателя, его потребителем и разработчиком стандарта, при испытаниях на месте установки номенклатура технических нормативов выбросов может быть изменена.

5.1.2 Для дымности отработавших газов стандарт устанавливает один из двух технических нормативов выбросов в зависимости от выбранного изготовителем метода ее измерения:

- коэффициент ослабления светового потока (N, %) или его расчетный эквивалент — натуральный показатель ослабления потока (K, м$^{-1}$);
- дымовое число фильтра FSN, условные единицы.

5.2 Предельно допустимые значения технических нормативов выбросов

5.2.1 Предельно допустимые значения удельных средневзвешенных выбросов вредных веществ при испытаниях двигателей на стенде должны соответствовать приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Наименование нормируемого параметра	Обозначение	Назначение дизеля	Технический норматив удельных средневзвешенных выбросов двигателей	
			постановленных на производство до 2000 г	постановленных на производство с 2000 г.
Удельный средневзвешенный выброс оксидов азота (NO_x), приведенный к NO_2, г/(кВт · ч)	$e^g_{NO_x}$	Тепловозный	18,0	12,0
		Промышленный	16,0	10,0
		Судовой	17,0	(17,0—9,8)*
Удельный средневзвешенный выброс оксида углерода (CO), г/(кВт ч)	e^g_{CO}	Любое	6,0	3,0
Удельный средневзвешенный выброс углеводородов (CH), приведенный к $CH_{1,85}$, г/(кВт · ч)	e^g_{CH}	Любое	2,4	1,0

* Удельный средневзвешенный выброс оксидов азота для судовых двигателей:
- $e^g_{NO_x}$ = 17 г/(кВт · ч) — при частоте вращения $n \le 130$ мин$^{-1}$;
- рассчитывают по формуле $e^g_{NO_x} = 45\ n^{-0,2}$ г/(кВт · ч) — в диапазоне частот $130 < n < 2000$ мин$^{-1}$;
- $e^g_{NO_x}$ = 9,8 г/(кВт · ч) — при частоте вращения $n > 2000$ мин$^{-1}$.

5.2.2 Предельно допустимые значения дымности отработавших газов определяют в зависимости от расхода влажных отработавших газов (V_{exh}, дм^3/с) при номинальной мощности, приведенного к нормальным условиям (температура 273 К и давление 101,3 кПа).

При измерении дымности оптическим дымомером предельно допустимые значения натурального показателя ослабления светового потока и соответствующие им значения коэффициента ослабления светового потока, приведенные к шкале дымомера с базой L = 0,43 м, должны соответствовать указанным в таблице 2.

При измерении дымности фильтрационным дымомером с длиной колонки L_F = 0,405 м предельно допустимые значения дымового числа фильтра FSN должны соответствовать приведенным в таблице 2.

Таблица 2

Расход отработавших газов V_{exh}, дм^3/с	Натуральный показатель ослабления светового потока K, м$^{-1}$, не более	Коэффициент ослабления светового потока N, приведенный к шкале дымомера оптического типа (L = 0,43 м), %, не более	Дымовое число фильтра FSN, приведенное к шкале дымомера фильтрационного типа (L_F = 0,405 м), условные единицы, не более
До 75 включ.	1,857	55	4,2
Св. 75 до 85 включ.	1,707	52	4,0
» 85 » 95 »	1,612	50	3,9
» 95 » 110 »	1,521	48	3,8
» 110 » 125 »	1,433	46	3,7
» 125 » 140 »	1,348	44	3,6
» 140 » 160 »	1,267	42	3,5
» 160 » 185 »	1,188	40	3,4
» 185 » 210 »	1,112	38	3,3
» 210 » 250 »	1,038	36	3,2
» 250 » 290 »	0,966	34	3,0
» 290 » 350 »	0,897	32	2,9
» 350 » 400 »	0,829	30	2,8

Окончание таблицы 2

Расход отработавших газов V_{exh}, дм^3/с	Натуральный показатель ослабления светового потока K, м$^{-1}$, не более	Коэффициент ослабления светового потока N, приведенный к шкале дымомера оптического типа (L = 0,43 м), %, не более	Дымовое число фильтра FSN, приведенное к шкале дымомера фильтрационного типа (L_1 = 0,405 м), условные единицы, не более
Св. 400 до 500 включ.	0,764	28	2,7
» 500 » 600 »	0,700	26	2,5
» 600 » 700 »	0,638	24	2,3
» 700 » 900 »	0,578	22	2,2
» 900 » 1150 »	0,519	20	2,0
» 1150 » 1500 »	0,461	18	1,8
» 1500 » 2000 »	0,405	16	1,7
» 2000 » 3000 »	0,351	14	1,5
» 3000	0,297	12	1,3
Примечание — Для звездообразных двигателей нормы дымности отработавших газов устанавливают по требованию заказчика.			

5.2.2.1 Предельно допустимое значение натурального показателя ослабления света при испытаниях двигателя на месте установки может быть рассчитано по формуле

$$K = \frac{11{,}4}{P^{0{,}48}}, \tag{5.1}$$

где P — объявленная (номинальная) мощность двигателя, кВт.

5.2.3 При испытаниях на месте установки двигателей, не сертифицированных изготовителем, а также при периодических контрольных проверках двигателей в эксплуатации предельно допустимые значения удельных средневзвешенных выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов дизелей определяют на основе данных таблиц 1 и 2 с использованием корректирующих коэффициентов $k_{экс}$ по формулам:

$$(e_i^p)_{экс} = k_{экс} e_i^n; \tag{5.2}$$

$$(K,\ N,\ \mathrm{FSN})_{экс} = k_{экс}\ (K,\ N,\ \mathrm{FSN}). \tag{5.3}$$

Значения корректирующих коэффициентов в зависимости от нормируемого параметра устанавливают по таблице 3.

Таблица 3

Нормируемый параметр	Значение корректирующего коэффициента $k_{экс}$
Оксид углерода	1,20
Оксид азота	0,95
Углеводороды	1,25
Дымность	1,35

6 Условия проведения измерений

6.1 Режимы испытаний и объем измерений

При проведении испытаний на месте установки двигателя измерения выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов проводят на установившихся режимах по циклам испытаний по ГОСТ 30574.

Для сокращения объема дорогостоящих измерений рекомендуется использовать концепции семейства и группы двигателей в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 8178-7 и ГОСТ Р ИСО 8178-8.

Испытания на месте установки могут быть выполнены упрощенными методами, если двигатель (группа или семейство двигателей) был испытан изготовителем и по результатам стендовых испытаний разработан технический паспорт выбросов двигателя, а в процессе эксплуатации двигатель не был подвергнут существенным конструктивным изменениям.

6.2 Технический паспорт выбросов двигателя

Технический паспорт выбросов двигателя должен быть согласован в установленном порядке и содержать следующую информацию:

- описание конструктивных признаков, по которым двигатели объединяют в семейства или группы;
- перечень и значения критериев выбора базовых двигателей семейства или группы для испытаний, если используют одну из этих концепций;
- идентификацию всех компонентов, регулировок и рабочих параметров двигателя, существенно влияющих на выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов;
- указание диапазонов допустимых регулировок двигателя, его систем и агрегатов;
- описание зависимостей между выбросами вредных веществ, дымностью отработавших газов и рабочими параметрами двигателя;
- сведения о средствах и способах контроля соответствия двигателя нормам выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов при последующих контрольных проверках в условиях эксплуатации, выполняемых упрощенными методами;
- копию отчета об испытаниях двигателя на стенде предприятия-изготовителя, подтверждающую его соответствие требованиям ГОСТ Р 51249 и ГОСТ Р 51250 или международных нормативных документов;
- способы маркировки и идентификации запчастей двигателя, конструкция которых соответствует техническим условиям изготовителя;
- сертификат (или его копию), подтверждающий соответствие требованиям ГОСТ Р 51249 и ГОСТ Р 51250 или международных нормативных документов;
- сведения о наличии и способах проверки нормального функционирования оборудования для снижения выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов, если таковое применяют.

6.3 Атмосферные условия

6.3.1 Объемные расходы газов должны быть приведены к температуре 273 К и давлению 101,3 кПа.

6.3.2 Двигатели, не сертифицированные изготовителем, испытывают на месте установки в объеме требований ГОСТ Р 51249 и ГОСТ Р 51250. При этом на месте проведения испытаний должны быть измерены температура $T_д$, полное атмосферное давление воздуха $p_д$, на впуске в двигатель, а также относительная и абсолютная влажность воздуха, по которым вычисляют давление сухого атмосферного воздуха.

По результатам измерений рассчитывают параметр атмосферных условий F по формулам:

- для двигателей без наддува, с наддувом от приводного нагнетателя или с комбинированным наддувом

$$F = \left(\frac{99}{P_a}\right)\left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,7}; \quad (6.1)$$

- для двигателя с наддувом от свободного турбокомпрессора

$$F = \left(\frac{99}{P_a}\right)^{0,7}\left(\frac{T_a}{298}\right)^{1,5}; \quad (6.2)$$

$$P_a = p_a - p, \quad (6.3)$$

где p — парциальное давление водяных паров при $T_д$, кПа.

Результаты испытаний считают достоверными, если в течение испытаний параметр F остается в пределах $0,93 \le F \le 1,07$.

6.4 Впускная система двигателя

Система впуска установки с двигателем должна обеспечивать аэродинамическое сопротивление и расход воздуха в соответствии с требованиями изготовителя как для номинального, так и для промежуточных режимов работы двигателя. Выполнение этого требования позволяет заимствовать результаты стендовых испытаний для расчета технических нормативов выбросов при проведении контрольных проверок двигателя в условиях эксплуатации.

6.5 Выпускная система двигателя

Система выпуска установки с двигателем должна обеспечивать противодавление на выпуске в пределах, установленных изготовителем для номинального и промежуточных рабочих режимов двигателя. Выполнение этого требования необходимо для достижения условий газообмена, соответствующего результатам стендовых испытаний. Наличие оборудования для снижения выбросов вредных веществ обязательно, если это оборудование было использовано при испытаниях двигателя на стенде.

6.6 Система охлаждения

Система охлаждения двигателя должна обеспечивать поддержание установленных изготовителем рабочих температур охлаждающих жидкостей во всем диапазоне возможных изменений атмосферных условий на месте установки.

6.7 Топливо и смазочные масла

При испытаниях двигатель должен работать на топливе и маслах, указанных в технических условиях на двигатель конкретного типа.

Если двигатель должен соответствовать специальным требованиям к выбросам на месте его установки, испытания проводят на том топливе, которое будет использовано на месте установки.

Технические характеристики топлива и смазочных масел, используемых при проведении испытаний, должны быть зарегистрированы в протоколе испытаний.

6.8 Установка пробоотборных зондов и газоаналитического оборудования

Установка пробоотборных зондов и газоаналитического оборудования должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51249 и ГОСТ Р 51250. В случаях, когда это невозможно, внесение изменений допускается только по согласованию между всеми заинтересованными сторонами. Пространство для размещения необходимой контрольно-измерительной аппаратуры, должно быть достаточным для того, чтобы обеспечить требования безопасности персонала, проводящего испытания в условиях эксплуатации.

7 Измеряемые параметры и средства измерений

7.1 Измеряемые параметры

7.1.1 При испытаниях двигателя на объекте применения на каждом режиме испытательного цикла измерению подлежат следующие показатели:

- тормозная мощность P, кВт;
- частота вращения коленчатого вала n, мин$^{-1}$;
- массовый часовой расход топлива B, кг/ч;
- расход отработавших газов, приведенный к нормальным атмосферным условиям V_{exh}, нм^3/ч;
- температура воздуха на впуске T_a, К;
- полное атмосферное давление p_a, кПа;
- относительная влажность воздуха φ, %, или абсолютная влажность воздуха H, г/кг;
- температуры охлаждающих жидкостей (воды и масла), К;
- другие рабочие параметры, предусмотренные техническим паспортом выбросов двигателя.

7.1.2 Технические нормативы выбросов вредных веществ с отработавшими газами определяют по следующим измеренным показателям:

- концентрация в отработавших газах оксида углерода C_{CO}, %;
- концентрация в отработавших газах оксидов азота (в приведении к NO_2) C_{NO_x}, %;
- концентрация в отработавших газах суммы углеводородов (в приведении к $CH_{1,85}$) C_{CH}, %;
- концентрация в отработавших газах диоксида углерода C_{CO_2}, % (при условии расчета расхода отработавших газов на основе углеродного баланса);

- концентрация в отработавших газах кислорода C_{O_2}, % (при условии применения метода расчета расхода отработавших газов на основе кислородного баланса или расчета степени разбавления отработавших газов при выполнении упрощенных измерений).

При расчете расхода отработавших газов на основе углеродного баланса для повышения точности расчета рекомендуется принимать во внимание данные о содержании в отработавших газах сажи, если испытательная лаборатория располагает данными о корреляции между дымностью отработавших газов и содержанием в них сажи.

7.1.3 Дымность отработавших газов измеряют оптическим или фильтрационным дымомером по ГОСТ Р 51250.

Основным техническим нормативом дымности отработавших газов, измеренной оптическим методом, является натуральный показатель ослабления светового потока K, вычисляемый по формуле

$$K = -\frac{1}{L}\ln\left(1 - \frac{N}{100}\right). \quad (7.1)$$

Вспомогательным техническим нормативом дымности отработавших газов является измеренный коэффициент ослабления светового потока, приведенный к эффективной измерительной базе L = 0,43 м. Если эффективная измерительная база дымомера L отличается от 0,43 м, то вспомогательный технический норматив дымности отработавших газов $N_{0,43}$, %, рассчитывают по формуле

$$N_{0,43} = \left[1 - \exp\left\{\frac{0,43}{L}\ln\left(1 - \frac{N}{100}\right)\right\}\right]100. \quad (7.2)$$

Техническим нормативом дымности отработавших газов, измеренной фильтрационным методом, является дымовое число фильтра FSN в условных единицах 10-балльной шкалы, рассчитываемое по формуле

$$\mathrm{FSN} = \left(1 - \frac{R'}{100}\right)10. \quad (7.3)$$

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

Формула справедлива при эффективной длине дымовой колонки дымомера L = 0,405 м.

При использовании дымомера с эффективной длиной дымовой колонки, отличной от 0,405 м, измеренное значение FSN приводят к указанной длине по формуле

$$\mathrm{FSN}_{0,405} = 10\left[1 - \exp\left\{\frac{0,405}{L_F}\ln\left(1 - \frac{\mathrm{FSN}}{10}\right)\right\}\right], \quad (7.4)$$

где FSN и L_F — параметры использованного дымомера.

Если компаратор фильтрационного дымомера имеет 100-бальную шкалу, градуированную в условных единицах дымности, то в формулах (7.3) и (7.4) коэффициент 10 необходимо заменить на 100, а предельно допустимое значение дымового числа FSN в таблице 1 умножить на 10.

Запрещается пересчет показаний оптического дымомера в показания фильтрационного дымомера, за исключением случаев одновременного проведения измерений дымомерами обоих типов.

7.1.4 Тормозная мощность

Испытание двигателя на месте установки выполняют для режимов проведения испытаний по циклам согласно ГОСТ 30574. Значения мощности (крутящего момента и частоты вращения двигателя) для каждого режима испытаний в условиях эксплуатации могут отличаться от значений, которые были установлены на испытательном стенде. Если условия на месте установки не позволяют одновременно установить и поддерживать с требуемой точностью значения крутящего момента и частоты вращения для режимов проведения испытаний по циклу, то приоритет отдают установке и поддержанию крутящего мо-

мента, соответствующего заданному режиму. При этом все отклонения от стандартного испытательного цикла допускается вносить по согласованию с контролирующей организацией или разработчиком стандарта.

В случаях, когда непосредственное измерение крутящего момента невозможно, эффективную мощность допускается рассчитывать на основании других имеющихся в наличии данных. Метод расчета должен быть согласован с контролирующей организацией.

7.1.5 Массовый часовой расход топлива

Массовый часовой расход топлива измеряют для каждого режима проведения испытаний по циклам согласно ГОСТ 30574. В случаях, когда невозможно измерить расход топлива при испытаниях на месте установки двигателя, допускается применение расчетных методов с использованием исходных данных, заимствованных из протокола стендовых испытаний двигателя. При использовании расчетных методов, в особенности в тех случаях, когда применяют тяжелое топливо, должна быть проведена оценка возможной погрешности расчета.

7.1.6 Расход отработавших газов

Объемный расход отработавших газов V_{exh}, нм^3/ч, измеряют любым прямым способом с последующим приведением к стандартным атмосферным условиям либо рассчитывают по измеренным значениям расхода воздуха и топлива для каждого режима испытаний по формуле

$$V_{exh} = V_{air} + F_f B_f, \quad (7.5)$$

где V_{air} — объемный расход воздуха, приведенный к нормальным атмосферным условиям (T_0 = 273 К, p_0 = 101,3 кПа), м^3/ч;

B_f — массовый часовой расход топлива, кг/ч;

F_f — коэффициент приведения к нормальным атмосферным условиям расхода неразбавленных продуктов сгорания различных топлив (м^3/кг), принимаемый по таблице 4 для «сухого» или «влажного» состояния отработавших газов (или коэффициент состава топлива).

Таблица 4

Вид топлива	Значение коэффициента состава топлива F_f, м^3/кг, для состояния отработавших газов	
	влажного	сухого
Дизельное	0,75	—0,77
Моторное	0,72	—0,74
Мазут	0,69	—0,71
Природный газ	1,33	—1,34
Пропан-бутан	0,98	—1,00
Метанол	1,05	—0,35
Этанол	0,97	—0,49
Примечание — В случае применения в судовых двигателях импортного топлива допускается использование соответствующего коэффициента F_f из данной таблицы для дизельного топлива, моторного топлива или мазута в зависимости от вязкости применяемого топлива.		

Влажное состояние отработавших газов принимают для случаев, когда влагосодержание неразбавленной пробы газов, подаваемой в газоанализатор, соответствует полному составу продуктов сгорания. Сухое состояние отработавших газов принимают для случаев, когда влагосодержание неразбавленной пробы газов, подаваемой в газоанализатор, меньше или равно равновесному при температуре 298 К.

Для расчета объемного расхода отработавших газов допускаются другие стандартные методы, например метод баланса углерода и кислорода по ГОСТ Р 51249.

7.1.7 Методы измерения вредных газообразных компонентов отработавших газов

Концентрацию нормируемых вредных газообразных компонентов отработавших газов измеряют газоанализаторами.

Газоанализаторы должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51249.

Газоанализатор оксида углерода должен иметь недисперсионный инфракрасный детектор и обеспечивать измерение концентрации CO в диапазоне 0 % — 0,5 %.

Газоанализатор углеводородов должен иметь пламенно-ионизационный детектор, нагреваемый до температуры (453 ± 10) К, и обеспечивать измерение концентрации углеводородов по эквиваленту $CH_{1,85}$ в диапазоне 0 % — 0,2 %.

Газоанализатор оксидов азота должен иметь хемилюминесцентный детектор или нагреваемый хемилюминесцентный детектор (при «влажном» состоянии пробы отработавших газов) с преобразователем NO_x в NO. Измеряемым компонентом должна быть сумма всех оксидов азота NO_x, выраженная через эквивалентную объемную долю оксидов вида NO_2. Газоанализатор должен обеспечивать измерения в диапазоне 0 % — 0,5 % по эквиваленту NO_2 при любом составе индивидуальных оксидов.

При расчете объемного расхода отработавших газов методами баланса углерода и кислорода по ГОСТ Р 51249 необходимо контролировать концентрацию в отработавших газах диоксида углерода CO_2 и кислорода O_2.

Газоанализатор диоксида углерода должен иметь недисперсионный инфракрасный детектор и обеспечивать измерение концентрации CO_2 в диапазоне 0 % — 15 %. Газоанализатор кислорода должен иметь парамагнитный или электрохимический детектор и обеспечивать измерение концентрации O_2 в диапазоне 0 % — 25 %.

При периодических контрольных проверках двигателя на месте установки допускается по согласованию с разработчиком стандарта применять другие методы измерения концентраций вредных веществ, обеспечивающие эквивалентность и точность измерения не ниже указанных в таблице 5.

Эквивалентность и точность альтернативных методов измерения должна быть подтверждена протоколом сравнительных испытаний, выполненных независимой испытательной лабораторией.

7.1.8 Определение удельных средневзвешенных выбросов вредных веществ с отработавшими газами

Удельный средневзвешенный выброс i-го вредного вещества рассчитывают по формуле

$$e_i^p = 0{,}446\,\mu_i \frac{\sum_{j=1}^{m} C_{ij}\, V_{\text{exh}\,j}\, W_j}{P \sum_{j=1}^{m} \overline{P}_j\, W_j}, \qquad (7.6)$$

где μ_i — молекулярная масса i-го загрязняющего вещества либо его эквивалента по приведению: $\mu_{NO_2} = 46$, $\mu_{CO} = 28$, $\mu_{CH_{1,85}} = 13{,}85$, кг/кмоль;

m — число режимов испытаний в испытательном цикле;

j — порядковый номер режима испытаний в испытательном цикле;

i — индекс загрязняющего вещества;

C_{ij} — измеренная при испытаниях в j-м заданном режиме концентрация i-го загрязняющего вещества в отработавших газах, %;

$V_{\text{exh}\,j}$ — объемный расход отработавших газов, приведенный к нормальным атмосферным условиям (T_0 = 273 К, p_0 = 101,3 кПа), нм³/ч, во «влажном» или «сухом» состоянии;

$\overline{P}_j$ — отношение эффективной мощности дизеля для данного режима испытаний к номинальной эффективной мощности;

P — номинальная эффективная мощность дизеля, кВт;

W_j — коэффициент весомости режима.

7.1.9 Все измеренные в процессе испытаний двигателя параметры и результаты его испытаний включают в протокол испытаний, форма которого приведена в приложении А.

7.2 Средства измерений

7.2.1 Средства измерений выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов должны иметь действующие свидетельства о государственной поверке и обеспечивать погрешность измерений не более указанной в таблице 5.

Таблица 5

Наименование измеряемого компонента отработавших газов	Обозначение компонента	Предел основной приведенной погрешности измерения, %
Концентрация оксида углерода	C_{CO}	± 5,0
Концентрация оксидов азота в приведении к NO_2	C_{NO_x}	± 10,0
Концентрация углеводородов в приведении к $CH_{1,85}$	C_{CH}	± 5,0
Концентрация диоксида углерода	C_{CO_2}	± 3,5
Концентрация кислорода	C_{O_2}	± 3,5
Натуральный показатель ослабления светового потока	K	± 2,0
Коэффициент ослабления светового потока	N	± 2,0
Дымовое число фильтра	FSN	± 2,0

7.2.2 Средства измерений показателей двигателя, необходимых для расчета технических нормативов выбросов вредных веществ, должны иметь действующие свидетельства о государственной поверке и обеспечивать погрешность измерений не более указанной в таблице 6.

Таблица 6

Измеряемый параметр	Предел основной приведенной погрешности измерения, %	
	на месте установки	на стенде
Частота вращения двигателя	± 4	± 2
Крутящий момент	± 4	± 2
Мощность	± 5 (или расчет)	± 3 (или расчет)
Расход топлива	± 5	± 2
Расход воздуха	± 6 (или расчет)	± 3 (или расчет)
Расход отработавших газов	± 6 (или расчет)	± 3 (или расчет)
Температура	± 6	± 3
Давление	± 6	± 3
Остальные параметры	± 6	± 5

7.2.3 Все использованное в процессе испытаний оборудование и средства измерений указывают в протоколе испытаний.

8 Проведение измерений

8.1 Измерение состава отработавших газов

8.1.1 Измерение состава отработавших газов проводят для режимов работы двигателя по ГОСТ 30574 в зависимости от его назначения. Рекомендуется начинать измерения с режима полной мощности и далее последовательно снижать нагрузку до минимальной. За время измерений значения тормозной мощности и частоты вращения коленчатого вала для каждого режима испытаний не должны отклоняться более чем на ± 5 % от расчетного значения.

8.1.2 Перед началом измерений газоанализаторы прогревают и калибруют по поверочным газовым смесям класса государственных стандартных образцов (ПГС ГСО) по инструкции предприятия-изготовителя.

8.1.3 Отсчет показаний газоанализаторов проводят для каждого режима трижды с интервалом не менее 1 мин, причем первый отсчет выполняют не ранее чем через 2 мин после установления температурного состояния двигателя на режиме испытаний. Результаты трех последовательных отсчетов не должны различаться более чем на ± 3,5 %. За результат измерений принимают среднеарифметическое значение трех отсчетов. При наличии регистрирующего самописца за результат измерений принимают среднее значение непрерывной записи, проведенной в течение 1 мин, если за время записи отклонения от начального значения составляют не более ± 3,5 %.

Одновременно регистрируют значения показателей дизеля, необходимые для определения нормируемых параметров.

Результаты измерений и расчетов включают в отчет о результатах испытаний.

8.2 Измерение дымности отработавших газов оптическим методом

8.2.1 Измерение дымности отработавших газов проводят на тех же режимах работы двигателя, что и измерение состава отработавших газов по ГОСТ 30574.

8.2.2 Перед началом измерений дымомер прогревают и калибруют по эталонному светофильтру, входящему в комплект прибора, по инструкции предприятия-изготовителя.

8.2.3 Измерение параметров дымности для каждого режима работы двигателя проводят не менее трех раз с промежутком между двумя последующими измерениями не менее 1 мин. После каждого измерения проверяют нулевое положение стрелки индикатора дымности и при необходимости приводят 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 продолжают до получения трех последовательных показаний, удовлетворяющих поставленным условиям. За результат измерения принимают среднеарифметическое значение трех показаний.

Результаты измерений включают в отчет о результатах испытаний.

8.3 Измерение дымности отработавших газов фильтрационным методом

8.3.1 Перед началом измерений дымомер прогревают и калибруют по эталону отражения, входящему в комплект прибора, по инструкции предприятия-изготовителя. В качестве средства для калибровки 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.

8.3.2 Отбор пробы проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации, разработанной изготовителем дымомера. Пробу пропускают через фильтр, который затем удаляют из дымомера и заменяют новым, через который пропускают новую пробу для перепроверки результата и получения его среднего значения. Увлажненные или нестандартные фильтры применять не следует.

8.3.3 Измерение дымности для каждого режима работы двигателя проводят не менее трех раз с интервалом между двумя последующими измерениями не менее 1 мин. После каждого измерения проверяют нулевое положение стрелки индикатора дымности и при необходимости приводят ее в нулевое положение. Измерения считают действительными, если расхождения между двумя последними показаниями по шкале FSN не превышают ± 0,2 FSN, а результаты трех измерений не образуют монотонно убывающей или возрастающей последовательности. Если эти условия не выполняются, то серию измерений продолжают до получения трех последовательных показаний, удовлетворяющих поставленным условиям. За результат измерения принимают среднеарифметическое значение трех показаний.

Результаты измерений и расчетов включают в отчет о результатах испытаний.

9 Упрощенный контроль соответствия двигателя техническим нормативам выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов

9.1 Методы упрощенного контроля

Для двигателей, сертифицированных изготовителем, допускается упрощенный контроль их соответствия техническим нормативам выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов на месте установки (в условиях эксплуатации). Метод упрощенного контроля (из числа рекомендуемых настоящим стандартом), который разрабатывает изготовитель двигателя, включают в технический паспорт выбросов двигателя как его обязательную составную часть.

Проведение упрощенного контроля двигателей на месте установки (в эксплуатации) допускает применение концепций семейства и группы двигателей по ГОСТ Р ИСО 8178-7 и ГОСТ Р ИСО 8178-8.

Настоящий стандарт допускает применение следующих методов упрощенного контроля на месте установки двигателя (в эксплуатации):

- метод сверки параметров;
- метод упрощенных измерений;
- метод непосредственных измерений или мониторинга.

Упрощенный контроль на месте установки двигателя допускается применять при выполнении следующих условий:

- двигатель снабжен действующим сертификатом соответствия;
- разработан и согласован в установленном порядке технический паспорт выбросов двигателя;
- двигатель после установки на объекте применения и в процессе эксплуатации не был подвергнут существенным конструктивным изменениям.

Для двигателей, соответствующих этим требованиям, допускают регулировки, не выходящие за пределы допусков, установленных техническим паспортом выбросов двигателя.

9.2 Метод сверки параметров

9.2.1 Применение метода

Контроль соответствия двигателей техническим нормативам выбросов методом сверки параметров рекомендуется совмещать с периодическим техническим обслуживанием, предусмотренным техническими условиями эксплуатации установок с двигателями.

Если изготовитель двигателя предполагает использование в эксплуатации метода сверки параметров, то конструкция двигателя должна предусматривать доступность компонентов, регулируемых элементов, которые внесены в технический паспорт выбросов двигателя. Применение метода сверки параметров предполагает наличие на объекте применения доступных средств и приспособлений для контроля регулировок и рабочих параметров, влияющих на выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов.

9.2.2 Процедуры метода сверки параметров двигателя

Метод сверки параметров дизеля базируется на следующих процедурах:

- документальной проверке параметров двигателя по эксплуатационной документации и формуляру или журналу регистрации конструктивных изменений;
- фактической проверке соответствия комплектации и регулируемых элементов двигателя их первоначальным значениям, полученным на испытательном стенде;
- проверке соответствия рабочих параметров, влияющих на выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов, их первоначальным значениям, полученным на моторном стенде при проведении испытаний.

Полный перечень проверок по методу сверки параметров двигателя приводят в техническом паспорте выбросов двигателя, разрабатываемом изготовителем двигателя после получения положительного результата стендовых испытаний.

Рекомендуемый минимальный перечень проверок по методу сверки параметров двигателя включает в себя следующие позиции:

- номинальную мощность и частоту вращения коленчатого вала;
- тип, идентификацию компонентов и регулировку форсунки и распылителя;
- тип, идентификацию компонентов и регулировку топливного насоса высокого давления, влияющих на количество, момент и закон подачи топлива;

- профиль кулака вала топливного насоса;
- камеру сгорания;
- степень сжатия;
- тип, конструкцию и рабочие параметры турбокомпрессора;
- тип, конструкцию и рабочие параметры охладителя (нагревателя) наддувочного воздуха;
- фазы газораспределения;
- профиль кулака вала привода впускных и выпускных клапанов, их число и размеры;
- типы и конструктивные особенности оборудования для снижения выбросов;
- другие рабочие параметры и регулировки.

9.2.3 Техническая документация

При контрольных проверках (освидетельствованиях) двигателей методом сверки параметров кроме технического паспорта выбросов двигателя, разрабатываемого изготовителем, необходимо наличие следующей эксплуатационной документации, относящейся к процедурам проверки и средствам контроля:

- формуляра или журнала регистрации конструктивных изменений двигателя для записи всех конструктивных изменений, комплектации и регулировок, если они имели место в процессе эксплуатации, в том числе технической документации на конструктивные изменения компонентов двигателя, если такие изменения были проведены;
- журнала регистрации рабочих параметров двигателя, влияющих на выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов, полученных при периодическом технологическом контроле или настройке двигателя или его компонентов, предусмотренной техническими условиями изготовителя.

Проверка соответствия двигателя техническим нормативам выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов в условиях эксплуатации методом сверки параметров может быть ограничена проведением документального контроля при наличии перечисленной технической документации.

9.3 Метод упрощенных измерений

Упрощенные измерения на двигателе в условиях эксплуатации могут быть выполнены как составная часть метода сверки параметров после завершения процедуры документального контроля.

9.3.1 Процедуры метода

Метод упрощенных измерений базируется на следующих процедурах:

- документальной проверке комплектации двигателя по формуляру или журналу регистрации конструктивных изменений в объеме требований технического паспорта выбросов двигателя;
- фактической проверке соответствия комплектации и регулируемых элементов двигателя, находящихся на объекте применения, их первоначальным значениям, полученным на испытательном стенде в объеме требований технического паспорта выбросов двигателя;
- упрощенных измерениях выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов для одного из режимов испытательного цикла, выбранного по согласованию заинтересованных сторон.

При проведении упрощенных измерений допускается вместо измерения удельных средневзвешенных выбросов вредных веществ ограничиться измерением концентрации этих веществ в отработавших газах. Измеренные на стенде и на месте установки концентрации вредных веществ при сравнении должны быть приведены к концентрации кислорода, равной 15 %, для уравнивания степени разбавления продуктов сгорания избыточным воздухом.

Приведение к концентрации кислорода, равной 15 %, выполняют по формуле

$$C_{i(\mathrm{O_2}=15\,\%)} = C_{i(\mathrm{O_2}=x\,\%)} \frac{20{,}8 - 15{,}0}{20{,}8 - x}, \qquad (9.1)$$

где x — измеренное значение концентрации кислорода в отработавших газах при работе двигателя на контролируемом режиме, %;

$C_{i(\mathrm{O_2}=x\,\%)}$ — измеренное значение концентрации вредного вещества в отработавших газах при работе двигателя на контролируемом режиме, млн$^{-1}$;

20,8 — среднестатистическое содержание кислорода в атмосферном воздухе, %.

Предельно допустимые значения технических нормативов выбросов вредных веществ с отработавшими газами при испытаниях двигателей на месте установки по упрощенной процедуре приведены в таблице 7.

Таблица 7

Наименование нормируемого параметра	Обозначение	Назначение двигателя	Предельно допустимые значения концентрации вредного вещества, приведенного к концентрации кислорода O_2 = 15 %, млн$^{-1}$, для двигателей	
			постановленных на производство до 2000 г.	постановленных на производство с 2000 г.
Концентрация оксидов азота (NO_x), приведенная к концентрации кислорода O_2 = 15 %, млн$^{-1}$	C_{NO_x} (O_2 = 15 %)	Вспомогательный	1100	700
		Главный	1300	(1300—700)[1]
Концентрация оксид углерода (CO), приведенная к концентрации кислорода O_2 = 15 %, млн$^{-1}$	C_{CO} (O_2 = 15 %)	Любое	2000	1000
Концентрация углеводородов ($CH_{1,85}$), приведенная к концентрации кислорода O_2 = 15 %, млн$^{-1}$	C_{CH} (O_2 = 15 %)	Любое	500	200

[1] Концентрация оксидов азота для главных судовых двигателей:
- $C_{NO_x(O_2\ 15\ \%)}$ = 1300 млн$^{-1}$ — при частоте вращения $n \le 130$ мин$^{-1}$;
- рассчитывают по формуле $C_{NO_x(O_2\ 15\ \%)} = — 0{,}32\ n$ — в диапазоне частот $130 < n < 2000$ мин$^{-1}$;
- $C_{NO_x(O_2\ 15\ \%)}$ = 700 млн$^{-1}$ — при частоте вращения $n > 2000$ мин$^{-1}$.

Примечание — Приведенные в таблице 7 предельно допустимые значения технических нормативов при испытаниях дизелей на месте установки по упрощенной процедуре назначаются как временные и действуют до 2010 г. После накопления репрезентативных данных по фактическим выбросам вредных веществ в эксплуатации предельно допустимые значения могут быть уточнены.

9.3.2 Техническая документация

При проведении контрольных проверок (освидетельствований) двигателей методом упрощенных измерений кроме технического паспорта выбросов двигателя, разрабатываемого изготовителем, в состав эксплуатационной документации должен входить формуляр или журнал регистрации конструктивных изменений двигателя для записи всех конструктивных изменений, комплектации и регулировок, если они имели место в процессе эксплуатации.

9.4 Метод мониторинга

9.4.1 Условия применения

Проверка соответствия двигателя техническим нормативам выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов в условиях эксплуатации методом непосредственных измерений или мониторинга может быть применена в случаях, когда конструкция силовой установки с двигателем или транспортное средство оборудованы средствами измерений состава отработавших газов. Метод может быть применен, если для установки двигателя на объекте применения необходимы существенные конструктивные изменения, а также в случаях, когда владельцем двигателя принято решение о необходимости его модернизации без демонтажа с объекта применения.

Под мониторингом в данном случае понимают процесс регистрации в полном объеме всех показателей, характеризующих выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов на работающем двигателе, установленном на объекте применения, в тот момент, когда при выполнении операции технологического цикла двигатель находится на режиме работы, соответствующем одному из режимов стандартного цикла испытаний.

9.4.2 Процедуры и документация

Процедура проверки соответствия двигателя техническим нормативам выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов в условиях эксплуатации методом мониторинга по объему и методам измерений полностью соответствует процедуре испытаний на месте установки двигателя с той лишь разницей, что она должна быть завершена в течение не более 20 сут.

Результаты измерений показателей выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов включают в отчет о результатах испытаний (протокол испытаний). Рекомендуемая форма протокола испытаний приведена в приложении А.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма протокола испытаний

Испытательная лаборатория

_____
наименование

Свидетельство об аккредитации
рег. № _____

от «__»_____ 200__г.

Утверждаю
Зав. испытательной лабораторией
_____

«__» _____200__г.

М.П.

ПРОТОКОЛ № _____

Испытаний дизеля _____ № _____
заводская марка
на соответствие техническим нормативам выбросов вредных веществ
и дымности отработавших газов
по ГОСТ Р ИСО 8178-2,
ГОСТ Р 51249, ГОСТ Р 51250, ГОСТ 30574

1 Общие сведения об объекте испытаний **Лист 1**

Изготовитель	
Адрес изготовителя	
Марка двигателя	
Типоразмер по ГОСТ 10150	
Принадлежность к семейству или группе	
Серийный номер	
Дата изготовления двигателя	

Техническая характеристика:

Номинальная частота вращения	
Номинальная мощность	
Число цилиндров	
Диаметр цилиндра	
Ход поршня	
Расположение цилиндров	
Угол опережения впрыска топлива при номинальной мощности	
Степень сжатия	
Среднее эффективное давление при номинальной мощности	
Способ наддува	
Мощность вспомогательного оборудования при номинальной мощности дизеля	

Конструктивные особенности:

Электронное управление впрыском топлива	Нет/есть
Регулируемый угол опережения впрыска	
Регулируемый турбокомпрессор	
Система охлаждения наддувочного воздуха	
Рециркуляция отработавших газов	
Впрыск воды (эмульсии)	
Оборудование для очистки газов	
Двойное топливо	

Ограничения:

Максимальное давление сгорания	
Максимальная температура охлаждающей воды	
Максимальное разрежение на впуске	
Максимальное противодавление на выпуске	
Минимальное давление масла	

Сведения о применении:

Покупатель	
Назначение двигателя	
Объект применения	

Сведения о проведении испытаний:

Вид испытаний	
Дата испытаний	
Место проведения испытаний	
Дата составления отчета	

2 Сведения об измерительном оборудовании **Лист 2**

Газоанализаторы и дымомеры:

Измеряемый параметр, единица измерения	Изготовитель (страна)	Модель, номер, тип детектора	Диапазон измерений	Концентрация поверочного газа (ПГС ГСО)	Погрешность, %
Концентрация NO_x, млн$^{-1}$					
Концентрация CO, млн$^{-1}$					
Концентрация CO_2, %					
Концентрация O_2, %					
Концентрация CH, млн$^{-1}$					
Дымность, %, м$^{-1}$, FSN					

Блок пробоподготовки

Изготовитель (страна)	Модель, номер	Температура в измерительных каналах, °С				
		Пробоотборная магистраль	CH	CO, CO_2	O_2	NO_x

Средства измерений для расчета выбросов:

Измеряемый параметр, единица измерения	Наименование средства измерения	Изготовитель (страна)	Модель, номер	Диапазон измерений	Погрешность, %
Основные показатели:					
Частота вращения, мин$^{-1}$	Частотомер				
Крутящий момент, кН	Гидротормоз				
Навеска топлива, кг	Весы				
Время расхода навески, с	Секундомер				
Расход воздуха, кг/ч	Расходомер				
Средства измерений вспомогательных величин:					
Температура:					
хладагента, °С	Термометр				
смазочного масла, °С	Термометр				
отработавших газов, °С	Термометр				
воздуха на всасывании, °С	Термометр				
продувочного воздуха, °С	Термометр				
топлива, °С	Термометр				
Давление.					
атмосферное, кПа	Барометр				
наддува, кПа (бар)	Манометр				
разрежение на впуске, кПа	Манометр				
противодавление выпуску, кПа	Манометр				
Влажность:					
воздуха на впуске, %	Психрометр				

3 Сведения о топливе и смазочном масле **Лист 3**

Топливо:

Тип	
Марка	
Плотность, кг/м^3	
Вязкость, мм^2/с	
Низшая теплотворная способность, МДж/кг	

Элементарный состав топлива (по анализу):

C (BET)	
H (ALF)	
S (GAM)	
N (DEL)	
O (EPS)	
FFD	Рассчитывают
FFW	Рассчитывают

Смазочное масло:

Марка	
Цилиндровое	
Циркуляционное	

Выпускная труба:

Диаметр	
Длина	
Расстояние от фланца выпускного коллектора до пробоотборника	
Примечание	

4 Результаты испытаний: **Лист 4**

Цикл испытаний:

Режим	1	2	3	4
Мощность, %				
Частота вращения, %				
Коэффициент весомости				
Время начала режима, ч, мин				

Условия проведения измерений:

Режим	1	2	3	4
Атмосферное давление, кПа				
Температура воздуха в боксе, °С				
Влажность воздуха, %				
Влажность воздуха, г/кг, %				
Атмосферный фактор f_a				

Параметры дизеля:

Режим	1	2	3	4
Частота вращения, $мин^{-1}$				
Мощность вспомогательного оборудования, кВт				
Крутящий момент, кН · м				
Эффективная мощность на валу, кВт				
Расход топлива, кг/ч				
Удельный эффективный расход топлива г/(кВт · ч)				
Расход воздуха, кг/ч				
Удельный эффективный расход воздуха кг/(кВт · ч)				
Температура наддувочного воздуха перед/за охладителем, °С				
Среднее эффективное давление, МПа				
Максимальное давление сгорания, МПа				
Противодавление на выпуске, кПа				
Температура отработавших газов перед/за турбиной, °С				
Температура воды на входе/выходе, °С				
Давление наддува (избыточное), кПа				
Температура смазочного масла, °С				
Давление смазочного масла, бар				

Газообразные выбросы:

Режим	1	2	3	4
Концентрация NO_x сухого/влажного, $млн^{-1}$				
Концентрация CO сухого, $млн^{-1}$				
Концентрация CO_2 сухого, %				
Концентрация O_2 сухого, %				

Продолжение

Режим	1	2	3	4
Концентрация CH влажного, млн$^{-1}$ (по $CH_{1.85}$)				
Дымность, %, FSN				
Расход отработавших газов $V_{exh}W$, нм^3/ч				
Удельный выброс NO_x, г/(кВт · ч)				
Удельный выброс CO, г/(кВт · ч)				
Удельный выброс CH, г/(кВт · ч)				

Поправочные коэффициенты (если предусмотрено методикой испытаний):

Khdies				
FFH				
FFD				
FFW				
Kwr				

5 Результаты расчета значений технических нормативов выбросов **Лист 5**

Обозначение, единица измерения	NO_x, г/(кВт ч)	CO г/(кВт ч)	CH г/(кВт ч)	Дымность, % (FSN, условные единицы)
Предельно допустимое значение технического норматива				
Результат испытаний				

Заключение. Двигатель _____ №_____ соответствует/не соответствует ГОСТ Р ИСО 8178-2, ГОСТ Р 51249, ГОСТ Р 51250, ГОСТ 30574.

Испытания провел

Руководитель испытаний _____

Приложение Б
(*справочное*)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам и национальным стандартам Российской Федерации, использованным в настоящем стандарте в качестве нормативных ссылок

Сравнение межгосударственных стандартов и национальных стандартов Российской Федерации, использованных в настоящем стандарте в качестве нормативных ссылок, с международными стандартами приведено в таблице Б.1

Таблица Б.1

*Обозначение ссылочного национального стандарта Российской Федерации**	*Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта и условное обозначение степени его соответствия ссылочному национальному стандарту*
ГОСТ Р ИСО 8178-7—99	*ИСО 8178-7:1996 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Часть 7. Определение семейства двигателей» (IDT)*
ГОСТ Р ИСО 8178-8—99	*ИСО 8178-8.1996 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Часть 8. Определение группы двигателей» (IDT)*
ГОСТ Р 51249—99	*ИСО 8178:1996 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выбросов вредных веществ. Части 3-5» (NEQ)*
ГОСТ Р 51250—99	*ИСО 8178-3:1994 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выбросов вредных веществ. Часть 3. Испытательные циклы» (NEQ)*
ГОСТ 10150—88	*ИСО 3046-1:1995 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Нормальные контрольные условия и определение мощности, норм расхода топлива и смазочного масла» (NEQ)*
ГОСТ 30574—98	*ИСО 8178-3:1994 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выбросов вредных веществ. Часть 3. Испытательные циклы» (NEQ)*

* Приведенные межгосударственные стандарты приняты в качестве национальных.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов.

- IDT — идентичные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

УДК 621.436:006.354 ОКС 27.020 Г84 ОКП 31 2000

Ключевые слова: поршневые двигатели внутреннего сгорания, выбросы вредных веществ, дымность отработавших газов, измерения в условиях эксплуатации, группа и семейство двигателей

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 21.01.2006. Подписано в печать 07.02.2006. Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,50. Тираж 325 экз. Зак. 80. С 2425

ФГУП «Стандартинформ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru
Набрано во ФГУП «Стандартинформ» на ПЭВМ
Отпечатано в филиале ФГУП «Стандартинформ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6

gost.e-ecolog.ru