

РЕЗОЛЮЦИЯ 2 КОНФЕРЕНЦИИ

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС ПО КОНТРОЛЮ ЗА ВЫБРОСАМИ ОКИСЛОВ АЗОТА ИЗ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

КОНФЕРЕНЦИЯ,

ССЫЛАЯСЬ на резолюцию А.719(17), принятую Ассамблеей Международной морской организации, в которой указывается, что цель предотвращения загрязнения воздушной среды с судов наилучшим образом может быть достигнута путем создания нового приложения к [Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней \(МАРПОЛ 73/78\)](#), в котором будут предусмотрены правила ограничения выброса вредных веществ с судов в атмосферу и осуществления контроля за ним,

ПРИЗНАВАЯ, что выбросы окислов азота из судовых дизельных двигателей, установленных на судах, оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду, вызывая подкисление, образование озона, обогащение питательными веществами, а также способствуют отрицательному воздействию на здоровье человека в мировом масштабе,

УЧИТЫВАЯ протоколы и декларации к [Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния 1979 года](#), касающиеся, среди прочего, сокращения выбросов окислов азота или их трансграничных потоков,

ПРИНЯВ [Протокол 1997 года об изменении Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней](#) (Протокол 1997 года),

ОТМЕЧАЯ [правило 13 Приложения VI к МАРПОЛ 73/78](#), согласно которому Технический кодекс по контролю за выбросами окислов азота из судовых дизельных двигателей имеет обязательную силу,

РАССМОТРЕВ рекомендации, сделанные Комитетом по защите морской среды на его тридцать девятой сессии,

1. ПРИНИМАЕТ Технический кодекс по контролю за выбросами окислов азота из судовых дизельных двигателей (Технический кодекс по NOx), текст которого изложен в [приложении к настоящей резолюции](#);

2. ПОСТАНОВЛЯЕТ, что положения [Технического кодекса по NOx](#) вступят в силу, как обязательные требования, для всех Сторон [Протокола 1997 года](#) в ту же дату, в которую вступит в силу этот Протокол;

3. ПРЕДЛАГАЕТ Сторонам [МАРПОЛ 73/78](#) осуществлять положения [Технического кодекса по NOx](#) в соответствии с положениями [правила 13 Приложения VI](#); и

4. НАСТОЯТЕЛЬНО ПРИЗЫВАЕТ Стороны [МАРПОЛ 73/78](#) незамедлительно довести [Технический кодекс по NOx](#) до сведения собственников судов, операторов судов, судостроителей, производителей судовых дизельных двигателей и любых других заинтересованных кругов.

Технический кодекс по NOx (2008 года)

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС ПО КОНТРОЛЮ ЗА ВЫБРОСАМИ ОКИСЛОВ АЗОТА ИЗ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ*

* Текст Технического кодекса по NOx (2008 года) включает в себя поправки, принятые [резолюцией МЕРС.217\(63\)](#), вступившие в силу 1 августа 2013 года.

ВВЕДЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

26 сентября 1997 года Конференция Сторон [Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней \(МАРПОЛ 73/78\)](#), резолюцией 2 Конференции приняла Технический кодекс по контролю за выбросами окислов азота из судовых дизельных двигателей (Технический кодекс по NOx). После вступления в силу 19 мая 2005 года [Приложения VI - Правила предотвращения загрязнения воздушной среды с судов](#) - к Конвенции МАРПОЛ каждый судовой дизельный двигатель, к которому применяется [правило 13 этого Приложения](#), должен соответствовать положениям настоящего Кодекса. В июле 2005 года 53-я сессия КЗМС согласилась с пересмотром [Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ](#) и Технического кодекса по NOx. Этот пересмотр был завершен на 58-й сессии КЗМС в октябре 2008 года, и итогом этого процесса является настоящий вариант Технического кодекса по NOx, далее именуемого "Кодекс".

В порядке общей информации следует отметить, что исходными веществами для образования окислов азота в процессе сгорания являются азот и кислород. В совокупности эти соединения составляют 99% всасываемого двигателем воздуха. Кислород расходуется в процессе сгорания, причем количество имеющегося избыточного кислорода зависит от отношения воздух/топливо, при котором работает двигатель. В процессе сгорания азот большей частью не вступает в реакцию, однако его небольшая процентная доля окисляется, образуя различные окислы азота. Окислы азота (NOx), которые могут образовываться, включают окись азота (NO) и двуокись азота (NO₂), а их количество зависит главным образом от температуры пламени или сгорания и количества содержащегося в топливе органического азота, если он присутствует. Образование NOx также зависит от времени, в течение которого азот и избыточный кислород подвергаются воздействию высоких температур, связанных с процессом сгорания в дизельном двигателе. Иными словами, чем выше температура сгорания (например, высокое пиковое давление, высокая степень сжатия, высокая скорость подачи топлива и т.д.), тем больше количество образующихся NOx. В целом, малооборотный дизельный двигатель имеет тенденцию к образованию большего количества NOx, чем высокооборотный. NOx оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду, вызывая подкисление, образование тропосферного озона, обогащение питательными веществами, и способствуют оказанию отрицательного воздействия на здоровье человека в глобальном масштабе.

Целью настоящего Кодекса является установление обязательных процедур испытаний, освидетельствования и сертификации судовых дизельных двигателей, которые предоставят изготовителям двигателей, собственникам судов и Администрациям обеспечить, чтобы все используемые судовые дизельные двигатели удовлетворяли соответствующим предельным значениям выбросов NOx, установленным в [правиле 13 Приложения VI](#). Учитывая трудности, связанные с точным определением фактических средневзвешенных выбросов NOx из судовых дизельных двигателей, эксплуатирующихся на судах, в Кодексе формулируется простой и практичный комплект требований, в которых определяются средства обеспечения соответствия допустимым выбросам NOx.

Администрациям рекомендуется оценивать характеристики выбросов главных и вспомогательных судовых дизельных двигателей на испытательном стенде, где могут быть проведены точные испытания в надлежащем образом контролируемых условиях. Установление соответствия [правилу 13 Приложения VI](#) на этом первоначальном этапе является существенно важной особенностью настоящего Кодекса. Последующие испытания на судне могут быть неизбежно ограниченными по масштабу и точности, и их цель должна состоять в том, чтобы делать выводы или заключения о характеристиках выбросов и подтверждать, что двигатели устанавливаются, эксплуатируются и подвергаются техническому обслуживанию в соответствии с техническими требованиями изготовителя и что какие-либо регулировки или модификации не ухудшают характеристик выбросов, установленных при первоначальных испытаниях и сертификации изготовителем.

СОКРАЩЕНИЯ, ПОДСТРОЧНЫЕ ИНДЕКСЫ И СИМВОЛЫ

В таблицах 1, 2, 3 и 4, ниже, указаны сокращения, подстрочные индексы и символы, используемые в настоящем Кодексе, включая технические требования к аналитическим приборам, содержащиеся в [добавлении 3](#), требования к калибровке аналитических приборов, содержащиеся в [добавлении 4](#), формулы расчета массового расхода газов, содержащиеся в [главе 5 настоящего Кодекса](#) и [добавлении 6 к нему](#), а также символы, используемые в отношении данных о проверочных освидетельствованиях на судне, указанных в [главе 6](#).

- .1 Таблица 1: символы, используемые в настоящем Кодексе для обозначения химических компонентов в выбросах газов из дизельных двигателей, а также калибровочных и поверочных газов;
- .2 Таблица 2: сокращения названий анализаторов, используемых для измерения выбросов газов из дизельных двигателей и указанных в [добавлении 3 к настоящему Кодексу](#);
- .3 Таблица 3: символы и подстрочные индексы терминов и переменных величин, используемых в [главе 5](#), [главе 6 настоящего Кодекса](#), [добавлении 4](#) и [добавлении 6](#) к нему; и
- .4 Таблица 4: символы состава топлива, используемые в [главе 5](#) и [главе 6 настоящего Кодекса](#) и [добавлении 6 к нему](#).

ТАБЛИЦА 1

Символы и сокращения химических компонентов

Символ	Определение
CH ₄	Метан
C ₃ H ₈	Пропан
CO	Окись углерода
CO ₂	Двуокись углерода
HC	Углеводороды
H ₂ O	Вода
NO	Окись азота
NO ₂	Двуокись азота
NO _x	Окислы азота
O ₂	Кислород

ТАБЛИЦА 2

Сокращения названий анализаторов для измерения выбросов газов из дизельных двигателей (см. [добавление 3 к настоящему Кодексу](#))

ХЛД	Хемилюминесцентный детектор
ЭХД	Электрохимический датчик
НХЛД	Нагреваемый хемилюминесцентный детектор
НПИД	Нагреваемый пламенно-ионизационный детектор
НДИА	Недиспергирующий инфракрасный анализатор
ПМД	Парамагнитный детектор
ДДЦ	Датчик на основе двуокиси циркония

ТАБЛИЦА 3

Символы и подстрочные индексы терминов и переменных величин (см. [главу 5](#), [главу 6 настоящего Кодекса](#), [добавление 4](#) и [добавление 6 к нему](#))

Символ	Термин	Единица
A/F _{st}	Стехиометрическое отношение воздуха к топливу	1

c_x	Концентрация в отработавших газах (с индексом наименования компонента, с - сухая основа или в - влажная основа)	млн ⁻¹ /% (по объему)
E_{CO2}	Охлаждение анализатора NOx с помощью CO2	%
E_{H2O}	Охлаждение анализатора NOx водой	%
E_{NOx}	Эффективность конвертера NOx	%
E_{O2}	Поправочный коэффициент анализатора кислорода	1
λ	Коэффициент избытка воздуха: кг сухого воздуха/(кг топлива $\times A/F_{st}$)	1
f_a	Параметр условий испытания	1
f_c	Коэффициент углерода	1
f_{fd}	Коэффициент состава топлива для расчета расхода сухих отработавших газов	1
f_{fw}	Коэффициент состава топлива для расчета расхода влажных отработавших газов	1
H_a	Абсолютная влажность всасываемого воздуха (г воды/кг сухого воздуха)	г/кг
H_{SC}	Влажность наддувочного воздуха	г/кг
i	Индекс индивидуального режима	1
k_{hd}	Поправочный коэффициент на влажность NOx для дизельных двигателей	1
k_{wa}	Поправочный коэффициент пересчета с сухой на влажную основу для всасываемого воздуха	1
k_{wr}	Поправочный коэффициент пересчета с сухой на влажную основу для неочищенных отработавших газов	1
n_d	Частота вращения двигателя	мин ⁻¹
n_{turb}	Частота вращения турбоагнетателя	мин ⁻¹
$\% O_2 I$	Процент влияния кислорода на анализатор HC	%
p_a	Давление насыщенного пара во всасываемом двигателем воздухе, установленное с использованием значения температуры для всасываемого воздуха, измеренной в том же физическом месте, что и измерения p_b и R_a	кПа
p_b	Общее барометрическое давление	кПа
p_C	Давление наддувочного воздуха	кПа
p_r	Давление водяного пара после охлаждения аналитической системы	кПа
p_s	Атмосферное давление, сухой воздух, рассчитанное по следующей формуле: $p_s = p_b - R_a \times p_a / 100$	кПа
p_{SC}	Давление насыщенного пара в наддувочном воздухе	кПа
P	Нескорректированная эффективная мощность	кВт
P_{aux}	Заявленная полная мощность вспомогательных устройств, установленных для испытаний и не требуемых стандартом ISO 14396	кВт
P_m	Максимальная измеренная или заявленная мощность при частоте вращения испытуемого двигателя в условиях испытаний	кВт
q_{mad}	Массовый расход сухого всасываемого воздуха	кг/ч
q_{maw}	Массовый расход влажного всасываемого воздуха	кг/ч
q_{mew}	Массовый расход влажных отработавших газов	кг/ч
q_{mf}	Массовый расход топлива	кг/ч
q_{mgas}	Массовый расход выбрасываемых отдельных газов	г/ч

R_a	Относительная влажность всасываемого воздуха	%
r_h	Коэффициент влияния углеводорода	1
P	Плотность	кг/м ³
s	Положение топливной рейки	
T_a	Температура всасываемого воздуха, измеренная на входе в двигатель	К
T_{caclin}	Охладитель наддувочного воздуха, температура хладагента на входе	°С
$T_{caclout}$	Охладитель наддувочного воздуха, температура хладагента на выходе	°С
T_{Exh}	Температура отработавших газов	°С
T_{Fuel}	Температура жидкого топлива	°С
T_{Sea}	Температура забортной воды	°С
T_{SC}	Температура наддувочного воздуха	К
T_{SCRef}	Исходная температура наддувочного воздуха	К
u	Отношение плотностей компонентов отработавших газов и отработавших газов	1
W_F	Весовой коэффициент	1

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

ТАБЛИЦА 4

Символы состава топлива

Символ	Определение
w_{ALF}	содержание H в топливе, % по массе
w_{BET}	содержание C в топливе, % по массе
w_{GAM}	содержание S в топливе, % по массе
w_{DEL}	содержание N в топливе, % по массе
w_{EPS}	содержание O в топливе, % по массе
α	молярное отношение (H/C)

ГЛАВА 1 - ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 ЦЕЛЬ

1.1.1 Целью настоящего Технического кодекса по контролю за выбросами окислов азота из судовых дизельных двигателей, далее именуемого "Кодекс", является установление требований относительно испытаний, освидетельствования и сертификации судовых дизельных двигателей для обеспечения их соответствия пределам выбросов окислов азота (NOx), указанным в [правиле 13 Приложения VI](#). Все ссылки на правила в настоящем Кодексе относятся к [Приложению VI](#).

1.2 ПРИМЕНЕНИЕ

1.2.1 Настоящий Кодекс применяется ко всем дизельным двигателям выходной мощностью более 130 кВт, которые установлены или спроектированы и предназначены для установки на любом судне, подпадающем под действие [Приложения VI](#), и к которым применяется [правило 13](#). Что касается требований относительно освидетельствования и сертификации согласно [правилу 5](#), в настоящем Кодексе рассматриваются только те требования, которые обеспечивают соответствие двигателя применимым пределам выбросов NOx.

1.2.2 Для целей применения настоящего Кодекса Администрации имеют право поручить выполнение всех функций, возлагаемых на Администрацию настоящим Кодексом, организации, уполномоченной действовать от имени Администрации¹. В каждом случае Администрация несет полную ответственность за освидетельствование и свидетельство.

¹ См. Руководство по предоставлению полномочий организациям, действующим от имени Администрации, принятое Организацией резолюцией A.739(18), а также Спецификации функций признанных организаций, действующих от имени Администрации, по освидетельствованию и выдаче свидетельств, принятые Организацией резолюцией A.789(19).

1.2.3 Для целей настоящего Кодекса должно считаться, что двигатель эксплуатируется в соответствии с применимыми пределами NOx, указанными в правиле 13, если может быть продемонстрировано, что взвешенные выбросы NOx из двигателя находятся в этих пределах при первоначальной сертификации, ежегодном, промежуточном освидетельствованиях, освидетельствовании для возобновления свидетельства и других требуемых освидетельствованиях.

1.3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.3.1 *Выбросы окислов азота (NOx)* означают полный выброс окислов азота, рассчитанный как полный взвешенный выброс NO₂ и определенный с использованием соответствующих испытательных циклов и методов измерений, указанных в настоящем Кодексе.

1.3.2 *Значительная модификация* судового дизельного двигателя означает:

.1 Для двигателей, установленных на судах, построенных 1 января 2000 года или после этой даты, *значительная модификация* означает любую модификацию двигателя, которая может привести к превышению двигателем применимого предела выбросов, изложенного в [правиле 13](#). Текущая замена компонентов двигателя запасными частями, указанными в технической документации, которая не изменяет характеристик выбросов, не считается "значительной модификацией", независимо от того, заменяется ли одна часть или много частей.

.2 Для двигателей, установленных на судах, построенных до 1 января 2000 года, *значительная модификация* означает любую модификацию двигателя, в результате которой существующие характеристики выбросов, установленные методом упрощенных измерений, описанным в 6.3, превышают допустимые пределы, изложенные в 6.3.11. Эти изменения включают, не ограничиваясь этим, изменения в работе или технических параметрах двигателя (например, изменение распределительных валов, систем впрыска топлива, воздушных систем, конфигурации камеры сгорания или регулировки фаз топливоподачи и газораспределения). Установка сертифицированного одобренного средства в соответствии с правилом 13.7.1.1 или сертификация в соответствии с правилом 13.7.1.2 не считается значительной модификацией для целей применения правила 13.2 Приложения.

1.3.3 *Компоненты* - это взаимозаменяемые детали, которые влияют на характеристики выбросов NOx и идентифицируются по номеру конструкции или детали.

1.3.4 *Установка* означает настройку регулируемого элемента, влияющую на характеристики выбросов NOx из двигателя.

1.3.5 *Рабочие параметры* - это данные о двигателе, такие, как пиковое давление в цилиндре, температура отработавших газов и т.д., указанные в машинном журнале двигателя, которые относятся к характеристикам выбросов NOx. Эти данные зависят от нагрузки.

1.3.6 *Свидетельство EIAPP* - Международное свидетельство о предотвращении загрязнения воздушной среды из двигателя, которое относится к выбросам NOx.

1.3.7 *Свидетельство IAPP* - Международное свидетельство о предотвращении загрязнения воздушной среды.

1.3.8 *Администрация* имеет то же значение, что и в [подпункте 5 статьи 2 Конвенции МАРПОЛ 1973 года](#).

1.3.9 *Процедуры проверки NOx на судне* означают установленную заявителем сертификации двигателя и одобренную Администрацией процедуру, которая может включать требование к оборудованию, подлежащую применению на судне при первоначальном сертификационном освидетельствовании или при освидетельствовании для возобновления свидетельства, ежегодном или промежуточном освидетельствованиях, в зависимости от обстоятельств, для проверки соответствия любым требованиям настоящего Кодекса.

1.3.10 *Судовой дизельный двигатель* означает любой поршневой двигатель внутреннего сгорания, работающий на жидком или двойном топливе, к которому применяется [правило 13](#), включая ускорительные/смесительные системы, если они применяются. Если предполагается обычная работа двигателя на газовом топливе, т.е. в основном на газовом топливе и лишь малом количестве вспомогательного жидкого топлива, требования [правила 13](#) должны выполняться только для этого режима работы. Предоставляется изъятие в отношении работы на чистом жидком топливе в результате ограниченной подачи газа в случаях неисправностей для выполнения рейса в следующий соответствующий порт с целью устранения неисправности.

1.3.11 *Номинальная мощность* означает номинальную максимальную длительную выходную мощность, указанную на марке изготовителя и в технической документации судового дизельного двигателя, к которому применяются [правило 13](#) и Кодекс.

1.3.12 *Номинальная частота вращения* - число оборотов коленчатого вала в минуту, которому соответствует номинальная мощность, указанная на марке изготовителя и в технической документации судового дизельного двигателя.

1.3.13 *Эффективная мощность* - наблюдаемая мощность, измеренная на коленчатом валу или его эквиваленте при оснащении двигателя только стандартными вспомогательными устройствами, необходимыми для его работы на испытательном стенде.

1.3.14 *Условия на судне* означают, что двигатель:

- .1 установлен на судне и соединен с фактическим оборудованием, которое он приводит в действие; и
- .2 эксплуатируется согласно назначению оборудования.

1.3.15 *Техническая документация* - это записи, содержащие все подробные сведения о параметрах, включая компоненты и установки двигателя, которые могут влиять на выбросы из него NOx, в соответствии с [2.4 настоящего Кодекса](#).

1.3.16 *Журнал параметров двигателя* - это документ, используемый в связи с методом поверки параметров двигателя, для регистрации всех изменений параметров, включая компоненты и установки двигателя, которые могут влиять на выбросы из него NOx.

1.3.17 *Одобренное средство* - это средство для конкретного двигателя или диапазона двигателей, которое, будучи применено к двигателю, обеспечит соответствие двигателя применимому пределу NOx, как подробно изложено в правиле 13.7.

1.3.18 *Существующий двигатель* - это двигатель, подпадающий под действие правила 13.7.

1.3.19 *Документация одобренного средства* - это документ, в котором описываются одобренное средство и способы его освидетельствования.

ГЛАВА 2 - ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1.1 За исключением иных случаев, допускаемых настоящим Кодексом, каждый судовой дизельный двигатель, указанный в 1.2, подлежит следующим освидетельствованиям:

.1 Предварительному сертификационному освидетельствованию, которое должно быть таким, чтобы убедиться, что двигатель в том виде, в каком он спроектирован и оснащен, соответствует применимому пределу выбросов NO_x, содержащемуся в [правиле 13](#). Если это освидетельствование подтверждает соответствие, то Администрация должна выдать Международное свидетельство о предотвращении загрязнения воздушной среды из двигателя (Свидетельство EIAPP).

.2 Первоначальному сертификационному освидетельствованию, которое должно проводиться на судне после установки двигателя, но до его ввода в эксплуатацию. Это освидетельствование должно быть таким, чтобы убедиться, что двигатель в том виде, в каком он установлен на судне, включая любые его модификации и/или регулировки с момента предварительной сертификации, если это применимо, соответствует применимому пределу выбросов NO_x, содержащемуся в правиле 13. Это освидетельствование как часть первоначального освидетельствования судна может приводить либо к выдаче судового первоначального Международного свидетельства о предотвращении загрязнения воздушной среды (Свидетельство IAPP), либо к внесению поправки в действующее судовое Свидетельство IAPP, указывающей на установку нового двигателя.

.3 Освидетельствованию для возобновления свидетельства, ежегодному и промежуточному освидетельствованиям, которые должны проводиться как часть освидетельствований судна, требуемых правилом 5, с тем чтобы убедиться, что двигатель продолжает полностью соответствовать положениям настоящего Кодекса.

.4 Первоначальному сертификационному освидетельствованию двигателя, которое должно проводиться на судне всякий раз, когда двигатель подвергается значительному переоборудованию, как оно определено в [правиле 13](#), с тем чтобы убедиться, что двигатель соответствует применимому пределу выбросов NO_x, содержащемуся в правиле 13. Это приведет к выдаче, если применимо, Свидетельства EIAPP и внесению поправки в Свидетельство IAPP.

2.1.2 Для обеспечения соответствия указанным в 2.1.1 требованиям относительно освидетельствований и сертификации существуют методы, включенные в настоящий Кодекс, которые могут быть выбраны изготовителем двигателя, судостроителем или собственником судна, в зависимости от случая, для измерений, расчетов, испытаний или проверок двигателя на выбросы NO_x. Эти методы следующие:

.1 стендовые испытания для предварительного сертификационного освидетельствования в соответствии с [главой 5](#);

.2 испытания на судне двигателя, не прошедшего предварительную сертификацию, для объединенного предварительного сертификационного и первоначального сертификационного освидетельствования в соответствии с полными требованиями стендовых испытаний, указанными в [главе 5](#);

.3 метод сверки параметров двигателя на судне с использованием данных о компонентах, установки двигателя и данных о рабочих характеристиках двигателя, указанных в технической документации, для подтверждения соответствия при первоначальном освидетельствовании, освидетельствовании для возобновления свидетельства, ежегодном и промежуточном освидетельствованиях применительно к двигателям, прошедшим предварительную сертификацию, или двигателям, у которых были модифицированы или отрегулированы особо важные в отношении NO_x компоненты, установки и рабочие параметры со времени их последнего освидетельствования, в соответствии с [6.2](#);

.4 метод упрощенных измерений на судне для подтверждения соответствия при освидетельствовании для возобновления свидетельства, ежегодном и промежуточном освидетельствованиях или для подтверждения двигателей, прошедших предварительную сертификацию, при первоначальных сертификационных освидетельствованиях в соответствии с [6.3](#), когда это требуется; или

.5 метод непосредственных измерений и мониторинга на судне для подтверждения соответствия только при освидетельствовании для возобновления свидетельства, ежегодном и промежуточном освидетельствованиях согласно [6.4](#).

2.2 ПРОЦЕДУРЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ

2.2.1 За исключением того, что допускается в 2.2.2 и 2.2.4, каждый судовой дизельный двигатель (отдельный двигатель) перед установкой на судне:

.1 должен быть отрегулирован для соответствия применимому пределу выбросов NOx,

.2 должен быть подвергнут измерениям на выбросы NOx на испытательном стенде в соответствии с процедурами, указанными в [главе 5](#) настоящего Кодекса, и

.3 должен быть предварительно сертифицирован Администрацией, что документируется выдачей Свидетельства EIAPP.

2.2.2 Для предварительной сертификации двигателей серийного производства, в зависимости от одобрения Администрацией, может применяться концепция семейства двигателей или группы двигателей (см. [главу 4](#)). В таком случае требуются указанные в 2.2.1.2 испытания только базового(ых) двигателя(ей) семейства или группы двигателей.

2.2.3 Метод обеспечения предварительной сертификации двигателя заключается в том, что Администрация должна:

.1 удостоверить стендовые испытания двигателя;

.2 проверить, что все испытанные двигатели, включая, если это применимо, двигатели, поставляемые в рамках семейства или группы двигателей, соответствуют применимому пределу выбросов NOx; и

.3 если это применимо, проверить, что выбранный(ые) базовый(ые) двигатель(и) - типичный(ые) представитель(и) семейства или группы двигателей.

2.2.4 Есть двигатели, которые вследствие своих размеров, конструкции и условий поставки не могут быть предварительно сертифицированы на испытательном стенде. В таких случаях изготовитель двигателя, собственник судна или судостроитель должны направить Администрации заявку с просьбой о проведении испытания на судне (см. 2.1.2.2). Заявитель должен продемонстрировать Администрации, что испытания на судне полностью отвечают всем требованиям процедуры стендовых испытаний, указанным в [главе 5 настоящего Кодекса](#). Может допускаться такое освидетельствование только отдельного двигателя или группы двигателей, представленной базовым двигателем, но оно не должно допускаться для сертификации семейства двигателей. Ни в коем случае не должны превышать допуски на возможные отклонения в измерениях, если первоначальное освидетельствование проводится на судне без какого-либо действительного испытания для предварительной сертификации. Для получения Свидетельства EIAPP к двигателям, проходящим сертификационное испытание на судне, применяются те же процедуры, как если бы двигатель был предварительно сертифицирован на испытательном стенде.

2.2.4² Двигатели несертифицированные на испытательном стенде

² Заменяет существующий пункт 2.2.4 после вступления в силу 1 августа 2013 года.

.1 Некоторые двигатели из-за своих размеров, конструкции и графика поставки не могут быть предварительно освидетельствованы на испытательном стенде. В этих случаях изготовитель двигателя, судовладелец или судостроитель должны направить Администрации заявку с предложением провести испытания на борту судна (см. 2.1.2.2). Заявитель должен продемонстрировать Администрации, что испытание на борту полностью удовлетворяет всем требованиям, как это установлено [главой 5 настоящего Кодекса](#). Ни в коем случае не должны допускаться какие-либо возможные отклонения измерений, если первоначальная инспекция проводится на борту судна без каких-либо действительных предварительных освидетельствований. Для двигателей, подвергнутых испытаниям для освидетельствования с целью выдачи Свидетельства EIAPP, применяются те же самые процедуры как если бы двигатели проходили предварительное освидетельствование на испытательном стенде при условии ограничений, приведенных в параграфе 2.2.4.2.

.2 Эта процедура инспекции при предварительном освидетельствовании может быть принята для отдельных двигателей или группы двигателей, представленной только первым двигателем, однако она не применима для освидетельствования семейства двигателей.

2.2.5 Устройства для уменьшения выбросов NOx

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

.1 Если в Свидетельство EIAPP должно быть включено устройство для уменьшения выбросов NOx, оно должно признаваться как компонент двигателя, и его наличие регистрируется в технической документации двигателя. Двигатель вместе с установленным устройством для уменьшения выбросов NOx должен быть испытан во время испытания для предварительной сертификации.

.1³ если устройство для снижения выбросов NO_x включено в освидетельствование на выдачу EIAPP, то оно должно производиться как компонент двигателя и его наличие должно отмечаться в Техническом файле двигателя. Двигатель должен проходить испытание с установленным устройством для снижения выбросов NO_x, если из-за каких-либо практических или технических причин испытание этого комплекса невозможно и процедуры, установленные параграфом 2.2.4.1, не могут быть применимы при условии одобрения Администрацией. В последнем случае должна быть осуществлена применимая процедура испытаний и комплекс двигатель/устройство для снижения выбросов NO_x должно одобряться и предварительно освидетельствоваться Администрацией, принимая во внимание Руководство, разработанное Организацией⁴. Однако это предварительное освидетельствование подпадает под ограничения, данные в параграфе 2.2.4.2.

³ Заменяет существующий пункт 2.2.5.1 после вступления в силу 1 августа 2013 года.

⁴ Ссылка дается на Руководство 2011 года, относящееся к дополнительным аспектам Технического кодекса NOx 2008 года с принятием во внимание требований, относящихся к морским дизельным двигателям, снабженным системами снижения выбросов за счет селективного катализа, одобренного резолюцией MEPC. 198(62).

.2 В случаях, если устройство для уменьшения выбросов NOx установлено вследствие несоответствия требуемой величине выбросов во время испытания для предварительной сертификации, для получения Свидетельства EIAPP в отношении этой сборки, двигатель, включая установленное устройство для уменьшения выбросов, должен быть повторно испытан для демонстрации соответствия применимому пределу выбросов NOx. Однако в этом случае сборка может быть повторно испытана в соответствии с методом упрощенных измерений, указанным в 6.3. Ни в коем случае не должны предоставляться допуски, приведенные в 6.3.11.

.3 Если в соответствии с 2.2.5.2 эффективность устройства для уменьшения выбросов NOx проверяется методом упрощенных измерений, то протокол этого испытания должен быть добавлен в качестве дополнения к протоколу испытания для предварительной сертификации, который показал, что сам двигатель не отвечает требуемой величине выбросов. Оба протокола испытаний должны быть представлены Администрации, а содержащиеся в протоколе испытания данные, подробно изложенные в 2.4.1.5 и охватывающие оба испытания, должны быть включены в техническую документацию двигателя.

.4 Метод упрощенных измерений, используемый как часть процесса демонстрации соответствия согласно 2.2.5.2, может приниматься только в отношении двигателя и устройства для уменьшения выбросов NOx, на котором была продемонстрирована его эффективность, и он не должен приниматься для сертификации семейства двигателей или группы двигателей.

.5 В обоих случаях, указанных в 2.2.5.1 и 2.2.5.2, устройство для уменьшения выбросов NOx должно включаться в Свидетельство EIAPP вместе с величиной выбросов, полученной в ходе работы устройства, и всеми другими записями, требуемыми Администрацией. Техническая документация двигателя также должна содержать сведения о процедурах проверки NOx на судне в отношении данного устройства для обеспечения его правильной работы.

.6 Несмотря на 2.2.5.3 и 2.2.5.4, устройство для уменьшения выбросов NOx может быть одобрено Администрацией с учетом руководства, которое будет разработано Организацией.

2.2.6 Если вследствие изменений конструкции компонента необходимо установить новое семейство двигателей или группу двигателей, однако в наличии не имеется базового двигателя, изготовитель двигателя может представить Администрации заявку на использование ранее полученных данных испытаний базового двигателя, измененных во

время каждого конкретного режима применимого испытательного цикла, с тем чтобы учесть соответствующие изменения величин выбросов NOx. В таких случаях двигатель, используемый для установления измененных данных о выбросах, должен соответствовать согласно требованиям 4.4.6.1, 4.4.6.2 и 4.4.6.3 ранее использованному базовому двигателю. Если должен быть изменен более чем один компонент, общий эффект этих изменений должен быть продемонстрирован путем единого комплекта результатов испытаний.

2.2.7 Для предварительной сертификации двигателей в рамках семейства или группы двигателей должно выдаваться Свидетельство EIAPP в соответствии с процедурами, установленными Администрацией, для базового(ых) двигателя(ей) и для каждого двигателя, изготовленного согласно данной сертификации; такое свидетельство должно сопровождать двигатели в течение срока их эксплуатации, когда они установлены на судах по уполномочию этой Администрации.

2.2.8 Выдача свидетельства Администрацией страны, в которой изготовлен двигатель

.1 Когда двигатель изготовлен за пределами страны Администрации судна, на котором он будет установлен, Администрация судна может обратиться с просьбой к Администрации страны, в которой изготовлен двигатель, освидетельствовать двигатель. Убедившись, что применимые требования правила 13 соблюдены в соответствии с настоящим Кодексом, Администрация страны, в которой изготовлен двигатель, должна выдать или поручить выдать Свидетельство EIAPP.

.2 Копия свидетельства (свидетельств) и копия акта об освидетельствовании должны как можно скорее передаваться запрашивающей Администрации.

.3 Выданное таким образом свидетельство должно содержать заявление о том, что оно выдано по просьбе Администрации.

2.2.9 Руководство относительно предварительного сертификационного освидетельствования и сертификации судовых дизельных двигателей, как указано в [главе 2](#) настоящего Кодекса, приведено на соответствующей схеме в [добавлении 2 к настоящему Кодексу](#). В случае разночтения предпочтение отдается тексту [главы 2](#).

2.2.10 Образец формы Свидетельства EIAPP прилагается в качестве [добавления 1 к настоящему Кодексу](#).

2.3 ПРОЦЕДУРЫ СЕРТИФИКАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ

2.3.1 Для двигателей, которые не были перерегулированы или модифицированы по отношению к первоначальной спецификации изготовителя, представление действительного Свидетельства EIAPP должно быть достаточным для демонстрации соответствия применимым пределам NOx.

2.3.2 После установки двигателя на судне должно быть определено, в какой степени он подвергнут дополнительным регулировкам и/или модификациям, которые могут влиять на выбросы NOx. Следовательно, после установки на судне, но до выдачи Свидетельства IAPP двигатель должен быть проверен в отношении модификаций и одобрен посредством процедур проверки NOx на судне и одного из методов, указанных в 2.1.2.

2.3.3 Есть двигатели, для которых после предварительной сертификации требуется окончательная регулировка или модификация для оптимизации рабочих характеристик. В таком случае может использоваться концепция группы двигателей, с тем чтобы убедиться, что двигатель по-прежнему соответствует применимому пределу выбросов.

2.3.4 Каждый судовый дизельный двигатель, установленный на судне, должен быть снабжен технической документацией. Техническая документация должна быть подготовлена заявителем освидетельствования двигателя, одобрена Администрацией и должна сопровождать двигатель в течение всего срока его эксплуатации на судне. Техническая документация должна содержать информацию, указанную в 2.4.1.

2.3.5 Если установлено устройство для уменьшения выбросов NOx и требуется, чтобы оно соответствовало пределам выбросов NOx, одним из вариантов, обеспечивающих быстрое средство проверки соответствия правилу 13, является метод непосредственных измерений и мониторинга в соответствии с 6.4. Однако в зависимости от технических возможностей используемого устройства могут контролироваться и другие соответствующие параметры при условии одобрения Администрацией.

2.3.6 Если с целью обеспечения соответствия пределам выбросов NOx вводится дополнительное вещество, такое, как аммиак, мочевины, пар, вода, присадки к топливу и т.д., должно быть предусмотрено средство контроля расхода такого вещества. Техническая документация должна содержать достаточную информацию, обеспечивающую быстрое средство демонстрации того, что расход таких дополнительных веществ обеспечивает соответствие применимому пределу выбросов NOx.

2.3.7 Если для проверки соответствия используется метод сверки параметров двигателя в соответствии с [6.2](#) и если двигатель подвергается каким-либо регулировкам или модификациям, в журнале параметров двигателя должны регистрироваться полные сведения о таких регулировках или модификациях.

2.3.8 Если проверено, что все двигатели, установленные на судне, продолжают сохранять параметры, компоненты и регулируемые элементы, указанные в технической документации, следует признавать, что двигатели работают в применимых пределах выбросов NOx, указанных в правиле 13. В этом случае, при условии соответствия всем другим применимым требованиям Приложения, судну должно быть выдано Свидетельство IAPP.

2.3.9 Если производится какая-либо регулировка или модификация вне одобренных пределов, указанных в технической документации, Свидетельство IAPP может выдаваться только в том случае, если проверено, что общие характеристики выбросов NOx находятся в требуемых пределах, путем: упрощенных измерений на судне в соответствии с 6.3 или ссылки на стендовые испытания для одобрения соответствующей группы двигателей, свидетельствующей о том, что эти регулировки или модификации не приводят к превышению применимого предела выбросов NOx. При освидетельствованиях после первоначального освидетельствования двигателя в качестве альтернативы может использоваться метод непосредственных измерений и мониторинга в соответствии с 6.4, одобренный Администрацией.

2.3.10 На свое усмотрение Администрация может сократить или сузить все части проводимого на судне, в соответствии с настоящим Кодексом, освидетельствования двигателя, для которого выдано Свидетельство EIAPP. Однако должно быть выполнено полное освидетельствование на судне по меньшей мере одного цилиндра и/или одного двигателя из семейства или группы двигателей, если это применимо, а сокращение проверок может производиться только в том случае, если предполагается, что все другие цилиндры и/или двигатели работают так же, как и освидетельствованные двигатель и/или цилиндр. В качестве альтернативы проверке установленных компонентов Администрация может выполнить эту часть освидетельствования запасных частей, имеющихся на судне, при условии что их тип соответствует установленным компонентам.

2.3.11 Руководство относительно освидетельствования и сертификации судовых дизельных двигателей во время первоначального освидетельствования, освидетельствования для возобновления свидетельства, ежегодного и промежуточного освидетельствований, как указано в [главе 2](#) настоящего Кодекса, приведено на схемах [добавления 2 к настоящему Кодексу](#). В случае разночтения предпочтение отдается тексту [главы 2](#).

2.4 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПРОЦЕДУРЫ ПРОВЕРКИ NOx НА СУДНЕ

2.4.1 С тем чтобы Администрация могла выполнить освидетельствования двигателей, указанные в 2.1, техническая документация, требуемая в 2.3.4, должна, как минимум, содержать следующую информацию:

.1 сведения о тех компонентах, установках и рабочих параметрах двигателя, которые влияют на выбросы из него NOx, включая любое устройство или систему для уменьшения выбросов NOx;

.2 сведения о полном диапазоне допустимых регулировок или альтернативных компонентов двигателя;

.3 полные данные о соответствующих технических характеристиках двигателя, включая его номинальную частоту вращения и номинальную мощность;

.4 систему процедур проверки NOx на судне для подтверждения соответствия пределам выбросов NOx во время проверочных освидетельствований на судне в соответствии с [главой 6](#);

.5 копию соответствующих данных об испытании базового двигателя, приведенных в [разделе 2 добавления 5 к настоящему Кодексу](#);

.6 если применимо, назначение и ограничения двигателя, который является двигателем в рамках семейства или группы двигателей;

.7 спецификации тех запасных частей/компонентов, которые при использовании в двигателе в соответствии с этими спецификациями будут обеспечивать дальнейшее соответствие двигателя применимому пределу выбросов NOx; и

.8 Свидетельство EIAPP, когда это применимо,

2.4.2 Как общий принцип, процедуры проверки NOx на судне должны давать возможность инспектору легко определять, продолжает ли двигатель соответствовать применимым требованиям правила 13. В то же время они не должны быть настолько обременительными, чтобы вызывать чрезмерную задержку судна или требовать глубоких знаний характеристик конкретного двигателя либо специальных измерительных приборов, не имеющих на судне.

2.4.3 Процедурой проверки NOx на судне должен быть один из следующих методов:

.1 метод сверки параметров двигателя в соответствии с [6.2](#) для подтверждения того, что компоненты, установки и рабочие параметры двигателя не расходятся со спецификациями в технической документации двигателя;

.2 метод упрощенных измерений в соответствии с 6.3; или

.3 метод непосредственных измерений и мониторинга в соответствии с 6.4.

2.4.4 При рассмотрении вопроса о том, какие процедуры проверки NOx на судне следует включить в техническую документацию двигателя для проверки его соответствия применимым пределам выбросов NOx в ходе требуемых проверочных освидетельствований на судне, за исключением первоначального освидетельствования двигателя на судне, могут применяться любые из трех методов процедур проверки NOx на судне, указанных в 6.1. Однако процедуры, связанные с применяемым методом, должны быть одобрены Администрацией. Если метод отличается от метода процедуры проверки, указанного в первоначально одобренной технической документации, процедуру метода необходимо либо добавить в качестве поправки к технической документации, либо приложить в качестве альтернативы процедуре, проведенной в технической документации. После этого собственник судна может выбрать, какой из одобренных в технической документации методов должен использоваться для демонстрации соответствия.

2.4.5 В дополнение к методу, указанному изготовителем двигателя и приведенному в технической документации, одобренной Администрацией для первоначальной сертификации двигателя, собственник судна может выбрать непосредственные измерения выбросов NOx в соответствии с 6.4. Получение таких данных может осуществляться в виде выборочных проверок, регистрируемых с другими данными об эксплуатации двигателя на регулярной основе и в полном диапазоне эксплуатации двигателя, либо может быть результатом непрерывного мониторинга и хранения данных. Данные должны быть актуальными (полученными в течение последних 30 дней) и должны быть получены с использованием методики испытаний, указанной в настоящем Кодексе. Эти данные о мониторинге должны храниться на судне в течение трех месяцев для целей проверки Стороной в соответствии с правилом 10. Данные должны также корректироваться с учетом условий окружающей среды и спецификации топлива, а измерительное оборудование должно проверяться на предмет правильной калибровки и эксплуатации в соответствии с одобренными процедурами, приведенными в судовом руководстве по эксплуатации. Если установлены устройства для последующей обработки отработавших газов, которые влияют на выбросы NOx, точка(точки) измерений должна(должны) располагаться на стороне выпуска таких устройств.

ГЛАВА 3 - НОРМЫ ВЫБРОСОВ ОКИСЛОВ АЗОТА

3.1 МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ПРЕДЕЛЫ ВЫБРОСОВ NOx ИЗ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

3.1.1 Значения максимально допустимых пределов выбросов NOx приведены в пунктах 3, 4, 5.1.1 и 7.4 правила 13, в зависимости от случая. Полные взвешенные выбросы NOx, измеренные, рассчитанные и округленные до одного десятичного знака в соответствии с процедурами, содержащимися в настоящем Кодексе, должны быть равны или меньше применимой рассчитанной величины, соответствующей номинальной частоте вращения двигателя.

3.1.2 Когда двигатель работает на испытательном жидком топливе в соответствии с 5.3, полный выброс окислов азота (рассчитанный как полный взвешенный выброс NO₂) должен определяться путем применения соответствующих

испытательных циклов и методов измерений, указанных в настоящем Кодексе.

3.1.3 В Свидетельстве EIAPP двигателя должны быть указаны величина предела выбросов отработавших газов из двигателя, приведенная по формуле, включенной в пункт 3, 4 или 5.1.1 правила 13, в зависимости от случая, и фактически рассчитанное значение выбросов отработавших газов из двигателя с округлением до одного десятичного знака. Если двигатель является двигателем из семейства или группы двигателей, именно величина выбросов из соответствующего базового двигателя сравнивается с применимой предельной величиной для этого семейства или группы двигателей. Приведенная здесь предельная величина является предельной величиной для семейства или группы двигателей исходя из самой высокой частоты вращения двигателя, включенного в это семейство или группу двигателей, в соответствии с пунктом 3, 4 или 5.1.1 правила 13, независимо от номинальной частоты вращения базового двигателя или номинальной частоты вращения конкретного двигателя, указанной в Свидетельстве EIAPP двигателя.

3.5.4 В отношении двигателя, который должен быть сертифицирован в соответствии с пунктом 5.1.1 правила 13, удельный выброс в каждой отдельной точке режима не должен превышать применимой предельной величины выбросов NOx более чем на 50%, за исключением следующего:

- .1 Точки режима 10% в испытательном цикле D2, указанном в 3.2.5.
- .2 Точки режима 10% в испытательном цикле C1, указанном в 3.2.6.
- .3 Точки холостого хода в испытательном цикле C1, указанном в 3.2.6.

3.2 ПРИМЕНЯЕМЫЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ ЦИКЛЫ И ВЕСОВЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ

3.2.1 Для каждого отдельного двигателя или базового двигателя из семейства или группы двигателей должен применяться один из соответствующих испытательных циклов, указанных в 3.2.2-3.2.6, для проверки соответствия применимому пределу выбросов NOx, содержащемуся в [правиле 13](#).

3.2.2 Для судовых дизельных двигателей с постоянной частотой вращения, используемых для главной судовой двигательной установки, включая дизель-электрический привод, должен применяться испытательный цикл E2 в соответствии с таблицей 1.

3.2.3 Для двигателя, соединенного с гребной установкой с винтом регулируемого шага, независимо от комбинаторной кривой, должен применяться испытательный цикл E2 в соответствии с таблицей 1.

ТАБЛИЦА 1

Испытательный цикл для "главной двигательной установки с постоянной частотой вращения" (включая дизель-электрический привод и все гребные установки с винтом регулируемого шага)

Испытательный цикл типа E2	Частота вращения	100%	100%	100%	100%	⁵
	Мощность	100%	75%	50%	25%	
	Весовой коэффициент	0,2	0,5	0,15	0,15	

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

⁵ Есть исключительные случаи, включая двигатели с цилиндрами большого диаметра, предназначенные для применения согласно испытательному циклу E2, при котором двигатели вследствие колеблющихся масс и конструкции не могут работать с низкой нагрузкой при номинальной частоте вращения без риска повреждения существенно важных компонентов. В таких случаях изготовитель двигателя должен направить Администрации заявку о том, что испытательный цикл, приведенный в таблице 1, выше, может быть изменен на режим мощности 25% в отношении частоты вращения двигателя. Откорректированная частота вращения двигателя при мощности 25%, однако, должна быть как можно ближе к номинальной частоте вращения двигателя, как рекомендовано изготовителем двигателя и одобрено Администрацией. Применимые весовые коэффициенты для испытательного цикла должны оставаться без

изменений.

3.2.4 Для главных и вспомогательных двигателей, работающих по винтовой характеристике, должен применяться испытательный цикл E3 в соответствии с таблицей 2.

ТАБЛИЦА 2

Испытательный цикл для "главных и вспомогательных двигателей, работающих по винтовой характеристике"

Испытательный цикл типа E3	Частота вращения	100%	91%	80%	63%
	Мощность	100%	75%	50%	25%
	Весовой коэффициент	0,2	0,5	0,15	0,15

3.2.5 Для вспомогательных двигателей с постоянной частотой вращения должен применяться испытательный цикл D2 в соответствии с таблицей 3.

ТАБЛИЦА 3

Испытательный цикл для "вспомогательного двигателя с постоянной частотой вращения"

Испытательный цикл типа D2	Частота вращения	100%	100%	100%	100%
	Мощность	100%	75%	50%	25%
	Весовой коэффициент	0,05	0,25	0,3	0,1

3.2.6 Для вспомогательных двигателей с переменной частотой вращения и переменной нагрузкой, не охваченных выше, должен применяться испытательный цикл C1 в соответствии с таблицей 4.

ТАБЛИЦА 4

Испытательный цикл для "вспомогательного двигателя с переменной частотой вращения и переменной нагрузкой"

Испытательный цикл	Частота вращения	Номинальная	Промежуточная	Холостой ход
типа C1	Крутящий момент	100%	75% 50% 10%	100% 75% 50% 0%
	Весовой коэффициент	0,15	0,15 0,15 0,1	0,1 0,1 0,1 0,15

3.2.7 Значения крутящего момента, приведенные в испытательном цикле C1, являются величинами в процентах, которые представляют для данного режима испытаний отношение требуемого крутящего момента к максимально возможному крутящему моменту при данной частоте вращения.

3.2.8 Промежуточная частота вращения для испытательного цикла C1 должна заявляться изготовителем с учетом следующих требований:

.1 Для двигателей, которые предназначены работать в диапазонах частоты вращения на кривой крутящего момента при полной нагрузке, промежуточная частота вращения должна быть заявленной частотой вращения при максимальном крутящем моменте, если она составляет от 60% до 75% номинальной частоты вращения.

.2 Если заявленная частота вращения при максимальном крутящем моменте менее 60% номинальной частоты, то промежуточная частота должна составлять 60% номинальной частоты вращения.

.3 Если заявленная частота вращения при максимальном крутящем моменте превышает 75% номинальной частоты, то промежуточная частота должна составлять 75% номинальной частоты вращения.

.4 Для двигателей, которые не предназначены работать в диапазонах частоты вращения на кривой крутящего момента при полной нагрузке в установившихся режимах, промежуточная частота вращения обычно составляет от 60%

до 70% максимальной номинальной частоты вращения.

3.2.9 Если изготовитель двигателя подает заявку на новый испытательный цикл применительно к двигателю, уже сертифицированному согласно иному испытательному циклу, указанному в 3.2.2-3.2.6, то нет необходимости подвергать этот двигатель полному процессу сертификации для нового применения. В этом случае изготовитель двигателя может продемонстрировать соответствие путем перерасчета, применяя результаты измерений конкретных режимов первого сертификационного испытания к расчету полных взвешенных выбросов для нового испытательного цикла с использованием соответствующих весовых коэффициентов нового испытательного цикла.

ГЛАВА 4 - ОДОБРЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА: КОНЦЕПЦИИ СЕМЕЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ И ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЕЙ

4.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1.1 Для избежания сертификационных испытаний каждого двигателя на соответствие пределам выбросов NOx может быть принята одна из двух концепций одобрения, а именно концепция семейства двигателей или концепция группы двигателей.

4.1.2 Концепция семейства двигателей может применяться к любым двигателям серийного производства, которые по своей конструкции имеют подобные характеристики выбросов NOx, используются в том виде, в котором они изготовлены, и при установке на судне не требуют регулировок или модификаций, которые могли бы отрицательно влиять на выбросы NOx.

4.1.3 Концепция группы двигателей может применяться к двигателям мелкосерийного производства, которые производятся для одинакового применения и требуют незначительных регулировок и модификаций при установке или эксплуатации на судне.

4.1.4 Первоначально изготовитель двигателя может на свое усмотрение определить, следует ли применить к двигателям концепцию семейства или группы двигателей. В целом, вид применения должен основываться на том, будут ли двигатели модифицированы после стендовых испытаний и в какой степени.

4.2 ДОКУМЕНТАЦИЯ

4.2.1 Вся документация для сертификации должна быть скомплектована и соответственно снабжена печатью надлежащим образом уполномоченным органом. Эта документация должна также содержать все условия и обстоятельства, включая замену запчастей, для обеспечения того, чтобы двигатель продолжал соответствовать применимому пределу выбросов NOx.

4.2.2 Для двигателя, входящего в семейство или группу двигателей, требуемая документация для применения метода сверки параметров двигателя указана в 6.2.2.

4.3 ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ СЕМЕЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ

4.3.1 Концепция семейства двигателей предоставляет возможность уменьшить количество двигателей, которые должны быть представлены к испытаниям для одобрения, в то же время обеспечивая, чтобы все двигатели, входящие в семейство двигателей, соответствовали требованиям относительно одобрения. При применении концепции семейства двигателей двигатели с подобными характеристиками выбросов и конструкцией представлены базовым двигателем.

4.3.2 Концепция семейства двигателей может охватывать двигатели серийного производства, модификация которых не предполагается.

4.3.3 Процедура выбора базового двигателя такова, чтобы выбранный двигатель имел особенности, которые самым отрицательным образом влияют на уровень выбросов NOx. У этого двигателя, в целом, должен быть наиболее высокий уровень выбросов NOx среди всех двигателей в семействе двигателей.

4.3.4 На основании испытаний и технического анализа изготовитель должен предлагать, какие двигатели принадлежат семейству двигателей, какой(ие) двигатель(и) производит(ят) наибольшие выбросы NOx и какой(ие)

двигатель(и) должен(ны) быть выбран(ы) для сертификационных испытаний.

4.3.5 Для сертификационного одобрения Администрация должна проверять выбор базового двигателя в рамках семейства двигателей и иметь возможность выбора другого двигателя в целях испытаний либо для одобрения, либо для контроля соответствия производственным требованиям, с тем чтобы убедиться, что все двигатели в семействе двигателей соответствуют применимому пределу выбросов NOx.

4.3.6 Концепция семейства двигателей допускает незначительные регулировки двигателей посредством регулируемых элементов. Судовые дизельные двигатели, оборудованные регулируемыми элементами, должны соответствовать всем требованиям относительно любой регулировки во всем существующем диапазоне. Элемент не считается регулируемым, если он постоянно опломбирован или же обычно к нему нет доступа. Администрация может требовать, чтобы регулируемые элементы устанавливались по любой спецификации в пределах указанного в ней диапазона регулировки для сертификации или испытаний в процессе использования с целью определения соответствия требованиям.

4.3.7 До одобрения семейства двигателей Администрация должна принять необходимые меры для проверки того, что предприняты надлежащие действия по обеспечению эффективного контроля за соответствием производственным требованиям. Это может включать, но не ограничиваясь этим:

.1 связь между особо важным компонентом в отношении NOx или идентификационными номерами, предложенными для семейства двигателей, и номерами чертежей (и состояние их пересмотра, если применимо) этих компонентов;

.2 средства, с помощью которых Администрация сможет во время освидетельствования проверить, что чертежи, использованные для производства особо важных компонентов в отношении NOx, соответствуют чертежам, разработанным в качестве определяющих семейство двигателей;

.3 меры по контролю за пересмотром чертежей. Если изготовитель предложит, что может быть выполнен пересмотр чертежей особо важных компонентов в отношении NOx, определяющих семейство двигателей, в течение всего срока эксплуатации двигателя, то будет необходимо, чтобы система соответствия производственным требованиям продемонстрировала процедуры, которые должны быть приняты для случаев, в которых такой пересмотр повлияет или не повлияет на выбросы NOx. Эти процедуры должны охватывать присвоение номеров чертежам, влияние на маркировочные знаки особо важных компонентов в отношении NOx и положение о предоставлении пересмотренных чертежей Администрации, отвечающей за первоначальное одобрение семейства двигателей; если этот пересмотр может повлиять на выбросы NOx, должны быть указаны средства, принимаемые для оценки или проверки рабочих характеристик по сравнению с рабочими характеристиками базового двигателя, вместе с последующими действиями, предпринимаемыми в отношении информирования Администрации, и, если необходимо, объявлением нового базового двигателя до введения этих модификаций в эксплуатацию;

.4 выполненные процедуры, обеспечивающие поставку для сертифицированного двигателя любых запасных частей для особо важного компонента в отношении NOx должны быть указаны, как приведено в одобренной технической документации, и поэтому должны разрабатываться в соответствии с чертежами, определяющими семейство двигателей; или

.5 эквивалентные меры, одобренные Администрацией.

4.3.8 Руководство по выбору семейства двигателей

4.3.8.1 Семейство двигателей должно определяться по основным характеристикам, которые должны быть общими для всех двигателей, входящих в семейство двигателей. В некоторых случаях может быть взаимное влияние параметров; эти эффекты также должны учитываться для обеспечения того, чтобы в семейство двигателей включались только двигатели со схожими характеристиками выбросов отработавших газов, - например, у некоторых двигателей надлежащим параметром может стать число цилиндров вследствие используемых наддувочного воздуха или топливной системы, однако у двигателей других конструкций характеристики выбросов отработавших газов могут не зависеть от числа или расположения цилиндров.

4.3.8.2 Изготовитель двигателей отвечает за выбор тех двигателей различных моделей, которые должны быть включены в семейство двигателей. В рамках семейства у всех двигателей являются общими следующие основные

характеристики, но не спецификации:

. 1 рабочий цикл:

- двухтактный цикл
- четырехтактный цикл

.2 охлаждающая среда:

- воздух
- вода
- масло

.3 рабочий объем отдельного цилиндра:

- должен быть в пределах 15% общего объема

.4 число и расположение цилиндров:

- применимо только в некоторых случаях, например, в сочетании с устройствами для очистки отработавших газов

.5 метод всасывания воздуха:

- без наддува
- с наддувом

.6 тип топлива:

- дистиллятное/остаточное жидкое топливо
- двойное топливо

.7 камера сгорания:

- открытая камера
- разделенная камера

.8 клапаны и окна, конфигурация, размеры и количество:

- крышка цилиндра
- стенка цилиндра

.9 тип топливной системы:

- с непосредственным впрыском
- многорядный (насос)
- распределительная
- моноблочная

- насос-форсунка

- газовый клапан

.10 прочие особенности:

- рециркуляция отработавших газов

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

- впрыск воды/эмульсии

- вдув воздуха

- система охлаждения наддувочного воздуха

- последующая очистка отработавших газов

- восстановительный катализатор

- окислительный катализатор

- термический реактор

- фильтр для частиц.

4.3.8.3 Если имеются двигатели, обладающие другими особенностями, которые могут считаться влияющими на выбросы NOx с отработавшими газами, то эти особенности должны быть определены и учтены при выборе двигателей для включения в семейство двигателей.

4.3.9 Руководство по выбору базового двигателя в семействе двигателей

4.3.9.1 Метод выбора базового двигателя для измерения NOx должен быть согласован и одобрен Администрацией. Метод должен основываться на выборе двигателя, обладающего особенностями и характеристиками, которые, как известно по опыту, производят наиболее высокие выбросы NOx, выраженные в граммах на киловатт-час (г/кВт×ч). Для этого требуются глубокие знания двигателей, входящих в семейство двигателей. В определенных обстоятельствах Администрация может сделать вывод, что наихудший случай интенсивности выбросов NOx в семействе двигателей может быть лучше всего охарактеризован путем испытания второго двигателя. Следовательно, Администрация может выбрать дополнительный двигатель для испытаний, основываясь на особенностях, которые показывают, что у него могут быть наибольшие выбросы NOx среди двигателей в этом семействе. Если диапазон двигателей в семействе имеет другие изменяемые особенности, которые могут считаться влияющими на выбросы NOx, то эти особенности также должны быть определены и учтены при выборе базового двигателя.

4.3.9.2 Базовый двигатель должен иметь самую высокую величину выбросов для применимого испытательного цикла.

4.3.10 Сертификация семейства двигателей

4.3.10.1 Сертификация должна включать подготовленный и контролируемый изготовителем двигателей и одобренный Администрацией перечень всех двигателей, признанных единым семейством двигателей, и их спецификаций, ограничений в рабочих условиях, а также подробных сведений о регулировках двигателей и о допустимых пределах таких регулировок.

4.3.10.2 В соответствии с настоящим Кодексом для двигателя - члена семейства двигателей должно выдаваться предварительное свидетельство, или Свидетельство EIAPP, в котором удостоверяется, что базовый двигатель соответствует применимому пределу выбросов NOx, указанному в правиле 13. Если для предварительной сертификации двигателя-члена требуются измерения некоторых значений рабочих характеристик, калибровка используемого для этих измерений оборудования должна производиться в соответствии с требованиями [1.3](#)

добавления 4 к настоящему Кодексу.

4.3.10.3 Когда базовый двигатель семейства двигателей подвергается испытаниям и измеряются выбросы газов из него в наиболее неблагоприятных условиях, указанных в настоящем Кодексе, а также подтверждается его соответствие применимым максимально допустимым пределам выбросов, приведенным в 3.1, результаты испытаний и измерений NOx должны вноситься в Свидетельство EIAPP, выданное для данного базового двигателя и для всех двигателей - членов семейства двигателей.

4.3.10.4 Если две Администрации или более договорятся взаимно признавать выдаваемые ими свидетельства EIAPP, то все семейство двигателей, сертифицированное одной из этих Администраций, должно признаваться другими Администрациями, которые заключили такой договор с первой выполнившей сертификацию Администрацией, если в договоре не установлено иное. Свидетельства, выданные в рамках таких договоров, должны признаваться в качестве достоверного доказательства того, что все двигатели в рамках сертификации семейства двигателей соответствуют конкретным требованиям относительно выбросов NOx. Нет необходимости в дополнительном доказательстве соответствия правилу 13, если подтверждено, что установленный двигатель не был модифицирован, а регулировка двигателя находится в пределах, разрешаемых при сертификации семейства двигателей.

4.3.10.5 Если базовый двигатель семейства двигателей должен быть сертифицирован в соответствии с альтернативным стандартом или иным испытательным циклом, который отличается от допускаемых настоящим Кодексом, изготовитель должен доказать Администрации, что средневзвешенные выбросы NOx по надлежащим испытательным циклам вписываются в соответствующие предельные величины согласно правилу 13 и настоящему Кодексу, до того как Администрация сможет выдать Свидетельство EIAPP.

4.4 ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЕЙ

4.4.1 Обычно для двигателей, входящих в группу двигателей, требуется регулировка или модификация для соответствия условиям эксплуатации на судне, однако эти регулировки или модификации не должны приводить к превышению применимых пределов выбросов NOx, указанных в правиле 13.

4.4.2 Концепция группы двигателей также предоставляет возможность сокращения объема испытаний для одобрения в случае модификации двигателей в процессе производства или эксплуатации.

4.4.3 В целом, концепцию группы двигателей можно применять к двигателю любого типа, имеющего одинаковые конструктивные особенности, указанные в 4.4.6, однако допускаются регулировки или модификации отдельного двигателя после измерений на испытательном стенде. Номенклатура двигателей в группе двигателей и выбор базового двигателя должны согласовываться и одобряться Администрацией.

4.4.4 Заявка на применение концепции группы двигателей, если об этом просит изготовитель двигателей или другая сторона, должна рассматриваться для сертификационного одобрения Администрацией. Если владелец двигателя, при технической поддержке со стороны изготовителя двигателей или без нее, решит произвести модификации ряда подобных двигателей на судах своего флота, то он может подать заявку на сертификацию группы двигателей. Группа двигателей может основываться на базовом двигателе, испытанном на стенде. Типичные случаи подачи заявок - подобные модификации подобных двигателей в подобных условиях эксплуатации. Если заявку на сертификацию двигателя подает сторона, не являющаяся изготовителем двигателей, то заявитель сертификации двигателя принимает на себя ответственность изготовителя двигателей, как указано где-либо в настоящем Кодексе.

4.4.5 До первоначального одобрения группы двигателей, представленных двигателями серийного производства, Администрация должна принять необходимые меры для проверки того, что предприняты надлежащие действия по обеспечению эффективного контроля соответствия производственным требованиям. Требования 4.3.7 применяются *mutatis mutandis* к настоящему разделу. Это требование может быть излишним для групп двигателей, образованных с целью модификации двигателей на судне после выдачи Свидетельства EIAPP.

4.4.6 Руководство по выбору группы двигателей

4.4.6.1 Группа двигателей может определяться по основным характеристикам и спецификациям в дополнение к параметрам, определенным в 4.3.8 для семейства двигателей.

4.4.6.2 У двигателей, входящих в группу двигателей, должны быть общими следующие параметры и спецификации:

.1 диаметр цилиндра и ход поршня;

.2 метод и конструктивные особенности систем наддува и выпуска отработавших газов:

- постоянное давление;

- импульсная система;

.3 метод охлаждения наддувочного воздуха:

- с охладителем наддувочного воздуха/без него;

.4 конструктивные особенности камеры сгорания, которые влияют на выбросы NOx;

.5 конструктивные особенности системы впрыска топлива, плунжера и кулачка топливного насоса, которые могут обуславливать основные характеристики, влияющие на выбросы NOx; и

.6 номинальная мощность и номинальная частота вращения. Допустимые диапазоны мощности (кВт/цилиндр) и/или номинальной частоты вращения двигателя должны заявляться изготовителем и одобряться Администрацией.

4.4.6.3 В целом, если критерии, требуемые в 4.4.6.2, не являются общими для всех двигателей в предполагаемой группе, то эти двигатели не могут рассматриваться как группа двигателей. Однако группа двигателей может признаваться, если только один из этих критериев не является общим для всех двигателей в предполагаемой группе двигателей.

4.4.7 Руководство по допустимым регулировкам или модификациям в рамках группы двигателей

4.4.7.1 Незначительные регулировки и модификации в соответствии с концепцией группы двигателей допускаются после предварительной сертификации или окончательных измерений на испытательном стенде в рамках группы двигателей по согласованию заинтересованных сторон и с одобрения Администрации, если:

.1 инспекция параметров двигателя, имеющих отношение к выбросам, и/или положения процедур проверки на судне выбросов NOx из двигателя, и/или данные, предоставленные изготовителем двигателя, подтверждают, что отрегулированный или модифицированный двигатель соответствует применимому пределу выбросов NOx. Результаты стендовых испытаний в отношении выбросов NOx следует признавать в качестве варианта проверки выполненных на судне регулировок или модификаций двигателя в рамках группы двигателей; или

.2 измерения на судне подтверждают, что отрегулированный или модифицированный двигатель соответствует применимому пределу выбросов NOx.

4.4.7.2 Примеры регулировок и модификаций в рамках группы двигателей, которые могут допускаться, но не ограничиваться ими, приведены ниже:

1 Для соответствия условиям на судне - регулировки:

- опережения впрыска топлива для компенсации различий в свойствах топлива,

- опережения впрыска топлива для максимального давления в цилиндре,

- различий в подаче топлива по цилиндрам.

.2 Для рабочих характеристик - модификация

- турбоагнетателя,

- деталей топливного насоса,

- спецификации плунжера,
- спецификации нагнетательного клапана,
- распылительных форсунок,
- профилей кулачков,
- впускного и/или выпускного клапана,
- кулачка топливного насоса,
- камеры сгорания.

4.4.7.3 Вышеуказанные примеры модификаций двигателя после стендовых испытаний касаются существенных усовершенствований его компонентов или рабочих характеристик в течение срока эксплуатации. Это - одна из основных причин существования концепции группы двигателей. Администрация, получив заявку, может признать результаты демонстрационных испытаний двигателя, возможно испытываемого двигателя, показывающие влияние модификаций на выбросы NOx, которое может признаваться для всех двигателей, входящих в группу, без требования относительно сертификационных измерений по каждому двигателю - члену группы двигателей.

4.4.8 Руководство по выбору базового двигателя в группе двигателей

4.4.8.1 Выбор базового двигателя должен соответствовать применимым критериям, указанным в 4.3.9. Не всегда возможно выбрать базовый двигатель из двигателей мелкосерийного производства так же, как и из двигателей массового производства (семейство двигателей). Первый заказанный двигатель может быть зарегистрирован в качестве базового. Кроме того, во время испытания до сертификации, когда базовый двигатель не отрегулирован до установленных изготовителем двигателя исходных величин или условий эксплуатации с максимальным допуском (которые могут включать, но не ограничиваясь этим, максимальное давление сгорания, давление сжатия, противодействие отработавших газов, температуру наддувочного воздуха) для группы двигателей, измеренные величины выбросов NOx должны быть откорректированы до установленных исходных величин и условий максимального допуска на основе испытаний других типичных двигателей на чувствительность к выбросам. Соответствующая откорректированная средневзвешенная величина выбросов NOx в исходных условиях должна быть указана в 1.9.6 добавления к Свидетельству EIAPP. Ни в коем случае влияние допусков в исходных условиях не должно приводить к величине выбросов, которая будет превышать применимый предел выбросов NOx, требуемый правилом 13. Метод, используемый для выбора базового двигателя, представляющего группу двигателей, исходные величины и применяемые допуски должны согласовываться и одобряться Администрацией.

4.4.9 Сертификация группы двигателей

4.4.9.1 Требования 4.3.10 применяются *mutatis mutandis* к настоящему разделу.

ГЛАВА 5 - ПРОЦЕДУРЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫБРОСОВ NOx НА ИСПЫТАТЕЛЬНОМ СТЕНДЕ

5.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1.1 Эти процедуры должны применяться при каждом первоначальном испытании для одобрения судового дизельного двигателя независимо от места проведения этого испытания (методы, описанные в 2.1.2.1 и 2.1.2.2).

5.1.2 В настоящей главе рассматриваются методы измерений и расчетов выбросов отработавших газов из поршневых двигателей внутреннего сгорания в установившемся режиме работы, которые необходимы для определения средневзвешенной величины выбросов NOx с отработавшими газами.

5.1.3 Многие из описанных ниже процедур являются подробными описаниями лабораторных методов, поскольку определение величины выбросов требует проведения сложного ряда отдельных измерений, а не получения одной измеренной величины. Таким образом, полученные результаты зависят от процесса проведения измерений в такой же

степени, в какой они зависят от двигателя и метода испытаний.

5.1.4 В настоящую главу включены методы испытаний и измерений, проведение испытаний и протокол испытаний в качестве процедуры измерений на испытательном стенде.

5.1.5 В принципе, во время испытаний на выбросы двигатель должен быть оборудован теми же вспомогательными устройствами, с какими он будет использоваться на судне.

5.1.6 Для двигателей многих типов, подпадающих под действие настоящего Кодекса, вспомогательные устройства, которыми может быть оборудован двигатель во время эксплуатации, могут быть неизвестны во время изготовления или сертификации. Именно по этой причине выбросы выражаются на основе эффективной мощности, определенной в 1.3.13.

5.1.7 Когда неуместно испытывать двигатель при условиях, определенных в 5.2.3, например если двигатель и трансмиссия объединены в единый агрегат, двигатель может испытываться только с другими установленными вспомогательными устройствами. В этом случае установки динамометра должны определяться в соответствии с 5.2.3 и 5.9. Потери мощности на привод вспомогательных устройств не должны превышать 5% максимальной наблюдаемой мощности. Потери, превышающие 5%, должны одобряться соответствующей Администрацией перед испытаниями.

5.1.8 Все объемы и объемные расходы должны быть приведены к значениям 273 К (0°C) и 101,3 кПа.

5.1.9 Если не указано иное, все результаты измерений, данные испытаний или расчетов, требуемых настоящей главой, должны регистрироваться в протоколе испытаний двигателя в соответствии с 5.10.

5.1.10 Ссылки в настоящем Кодексе на термин "наддувочный воздух" в равной мере применяются к продувочному воздуху.

5.2 УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ

5.2.1 *Параметр условий испытаний и действительность испытаний для одобрения семейства двигателей*

5.2.1.1 Должна быть измерена абсолютная температура T_a всасываемого двигателем воздуха, выраженная в градусах Кельвина, и должно быть измерено или рассчитано давление сухого атмосферного воздуха p_s , выраженное в кПа, следующим образом:

$$p_s = p_b - 0,01 \times R_a \times p_a$$

p_a в соответствии с формулой 10.

5.2.1.2 Для двигателей без наддува и двигателей с наддувом от приводного нагнетателя параметр f_a должен определяться в соответствии со следующим:

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right) \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,7} \quad (1)$$

5.2.1.3 Для двигателей с турбонагнетателем с охлаждением или без охлаждения всасываемого воздуха параметр f_a должен определяться в соответствии со следующим:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{0,7} \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,7} \quad (2)$$

5.2.1.4 Для признания испытаний действительными с целью одобрения семейства двигателей параметр f_a должен быть в пределах:

$$0,93 \leq f_a \leq 1,07 \quad (3)$$

5.2.2 Двигатели с охлаждением наддувочного воздуха

5.2.2.1 Температуры охлаждающей среды и наддувочного воздуха должны регистрироваться.

5.2.2.2 Все двигатели, оборудованные так, как это предполагается для их установки на судах, должны быть способны работать в применимых пределах выбросов NOx, указанных в правиле 13, при температуре забортной воды 25°C. Эта исходная температура должна рассматриваться в соответствии с мерами по охлаждению наддувочного воздуха, применимыми к отдельной установке, следующим образом:

.1 Непосредственное охлаждение забортной водой, подаваемой на охладители наддувочного воздуха двигателя. Соответствие применимому пределу выбросов NOx должно демонстрироваться при температуре хладагента на входе в охладитель наддувочного воздуха, составляющей 25°C.

.2 Промежуточное охлаждение пресной водой, подаваемой на охладители наддувочного воздуха двигателя. Соответствие применимому пределу выбросов NOx должно демонстрироваться при работе системы охлаждения наддувочного воздуха с проектным рабочим режимом температуры охладителя на входе, соответствующим температуре забортной воды 25°C.

Примечание. Демонстрация соответствия во время испытания базового двигателя в отношении системы непосредственного охлаждения забортной водой, приведенной в .1, выше, не является демонстрацией соответствия согласно режиму более высокой температуры наддувочного воздуха, присущей устройству промежуточного охлаждения пресной водой, как требуется настоящим разделом.

.3 Для установок, не имеющих непосредственного или косвенного охлаждения забортной водой, подаваемой на охладители наддувочного воздуха, например радиаторных систем охлаждения пресной водой, воздушных охладителей воздуха/наддувочного воздуха, соответствие применимому пределу выбросов NOx должно демонстрироваться при работе двигателя и систем охлаждения наддувочного воздуха, как указано изготовителем, при температуре воздуха 25°C.

5.2.2.3 Соответствие применимому пределу выбросов NOx, определенному правилом 13, должно демонстрироваться путем либо испытаний, либо расчета с использованием исходных температур наддувочного воздуха (T_{SCRef}), указанных и подтвержденных изготовителем, если это применимо.

5.2.3 Мощность

5.2.3.1 Основой измерений удельных выбросов является нескорректированная эффективная мощность, как она определена в 1.3.11 и 1.3.13. Двигатель должен быть представлен с вспомогательными устройствами, необходимыми для его работы (например, вентилятор, водяной насос и т.д.). Если установка вспомогательных устройств на испытательном стенде невозможна или нецелесообразна, потребляемая ими мощность должна определяться и вычитаться из измеренной мощности двигателя.

5.2.3.2 Вспомогательные устройства, в которых нет необходимости для работы двигателя, но которые могут быть на нем установлены, для проведения испытаний могут быть демонтированы. См. также [5.1.5](#) и [5.1.6](#).

5.2.3.3 Если вспомогательные устройства не демонтированы, то должна быть определена потребляемая ими мощность при частотах вращения в режиме испытаний для расчета установок динамометра, за исключением двигателей, у которых такие вспомогательные устройства являются их неотъемлемой частью (например, охлаждающие вентиляторы для двигателей с воздушным охлаждением).

5.2.4 Впускная система двигателя

5.2.4.1 Должна использоваться впускная система двигателя или испытательная система, обеспечивающая сопротивление впуску в пределах ± 300 Па от максимальной величины, установленной изготовителем, для чистого воздухоочистителя при частоте вращения с номинальной мощностью и при полной нагрузке.

5.2.4.2 Если двигатель оборудован встроенной впускной системой, она должна использоваться для испытаний.

5.2.5 Впускная система двигателя

5.2.5.1 Должна использоваться выпускная система двигателя или испытательная система, которая обеспечивает противодавление выпуску в пределах ± 650 Па от максимальной величины, установленной изготовителем, при частоте вращения с номинальной мощностью и при полной нагрузке. Выпускная система должна отвечать требованиям, предъявляемым к отбору проб отработавших газов, изложенному в 5.9.3.

5.2.5.2 Если двигатель оборудован встроенной выпускной системой, она должна использоваться для испытаний.

5.2.5.3 Если двигатель оборудован устройством для последующей очистки отработавших газов, выпускная труба должна иметь тот же диаметр, что и используемый по меньшей мере для 4 диаметров трубы на стороне впуска в начале расширяющейся части, содержащей устройство для последующей очистки. Расстояние от фланца выпускной магистрали или выпускного отверстия турбоагнетателя до устройства для последующей очистки отработавших газов должно быть таким же, что и при конфигурации на судне или в пределах требований изготовителя относительно расстояний. Противодавление или сопротивление выпуску должны соответствовать тем же критериям, которые указаны выше, и могут устанавливаться с помощью клапана.

5.2.5.4 Если испытательная установка препятствует регулировке противодавления выпуску, как это требуется, влияние на выбросы NOx должно быть продемонстрировано изготовителем двигателя и, с одобрения Администрации, должна быть надлежащим образом откорректирована величина выбросов, если это необходимо.

5.2.6 Система охлаждения

5.2.6.1 Должна использоваться система охлаждения двигателя с достаточной производительностью для поддержания работы двигателя при нормальных рабочих температурах, предписанных изготовителем.

5.3 ЖИДКИЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ

5.3.1 Характеристики жидкого топлива могут влиять на выбросы двигателем отработавших газов; в частности, в ходе сгорания некоторое количество связанного в топливе азота может быть преобразовано в NOx. Следовательно, должны быть определены и зарегистрированы характеристики жидкого топлива, используемого при испытаниях. Если используется эталонное жидкое топливо, то должны быть представлены эталонный код или спецификации и результаты анализа жидкого топлива.

5.3.2 Выбор жидкого топлива для испытаний зависит от их цели. Если нет в распоряжении пригодного эталонного жидкого топлива, рекомендуется использовать судовое топливо сорта DM, указанное в ISO 8217:2005 и имеющее свойства, пригодные для двигателя данного типа. Если нет в распоряжении жидкого топлива сорта DM, должно использоваться жидкое топливо сорта RM в соответствии с ISO 8217:2005. Должен быть проанализирован состав всех компонентов жидкого топлива, необходимых для четкой спецификации и определения сорта DM или RM. Должно быть также определено содержание азота. Должен производиться отбор проб жидкого топлива, используемого во время испытания базового двигателя.

5.3.3 Температура жидкого топлива должна соответствовать рекомендациям изготовителя. Температура жидкого топлива должна измеряться на входе топливного насоса высокого давления или в месте, указанном изготовителем, а ее значение и место измерения должны регистрироваться.

5.3.4 Двухтопливные двигатели, использующие жидкое топливо в качестве запального, должны испытываться с применением максимального отношения жидкости и газа в топливе. Жидкая фракция топлива должна соответствовать 5.3.1, 5.3.2 и 5.3.3.

5.4 ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИЗМЕРЯЕМЫЕ ДАННЫЕ

5.4.1 Выбросы компонентов газа из двигателя, представленного для испытаний, должны измеряться методами, указанными в [добавлении 3 к настоящему Кодексу](#), в котором описываются рекомендуемые аналитические системы для выбросов газов.

5.4.2 При условии одобрения Администрацией могут допускаться другие системы или анализаторы, если они обеспечивают равноценные результаты, что и оборудование, упомянутое в 5.4.1. При установлении равноценности должно быть продемонстрировано, что предлагаемые альтернативные системы или анализаторы, как подтверждается признанными национальными или международными стандартами, будут обеспечивать равноценные результаты, когда они используются для измерения концентраций выбросов отработавших газов из дизельных двигателей с точки зрения требований, указанных в 5.4.1.

5.4.3 Для внедрения новой системы определение равноценности должно основываться на расчете повторяемости и воспроизводимости, описанных в ISO 5725-1 и ISO 5725-2, или на любом другом сравнимом признанном стандарте.

5.4.4 В настоящем Кодексе не содержится подробных сведений об оборудовании для измерения расхода, давления и температуры. Вместо этого в [1.3.1 добавления 4 к настоящему Кодексу](#) приведены только требования относительно точности такого оборудования, необходимой для проведения испытаний на выбросы.

5.4.5 Технические характеристики динамометра

5.4.5.1 Должен использоваться динамометр двигателя с надлежащими характеристиками для выполнения соответствующего испытательного цикла, указанного в 3.2.

5.4.5.2 Приборы для измерений крутящего момента и частоты вращения должны обеспечивать точность измерения мощности на валу в установленных пределах. Может возникнуть необходимость в дополнительных расчетах.

5.4.5.3 Точность измерительного оборудования должна быть такой, чтобы максимально допустимые отклонения, приведенные в [1.3.1 добавления 4 к настоящему Кодексу](#), не превышались.

5.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

5.5.1 Расход отработавших газов должен определяться одним из методов, указанных в 5.5.2, 5.5.3 или 5.5.4.

5.5.2 Метод непосредственных измерений

5.5.2.1 Этот метод предусматривает непосредственное измерение расхода отработавших газов измерительным соплом или равноценной измерительной системой и должен соответствовать признанному международному стандарту.

Примечание. Непосредственное измерение расхода газов - трудная задача. Следует принимать меры предосторожности для избежания при измерении ошибок, которые приведут к ошибкам в величинах выбросов.

5.5.3 Метод измерения расходов воздуха и топлива

5.5.3.1 Определение расхода отработавших газов в выбросе методом измерения расходов воздуха и топлива должно осуществляться в соответствии с признанным международным стандартом.

5.5.3.2 Это предусматривает измерение расходов воздуха и топлива. Должны использоваться расходомеры воздуха и топлива, обладающие точностью, определенной в [1.3.1 добавления 4 к настоящему Кодексу](#).

5.5.3.3 Расход отработавших газов должен рассчитываться следующим образом:

$$q_{mew} = q_{maw} + q_{mf} \quad (4)$$

5.5.3.4 Расходомер воздуха должен отвечать требованиям [добавления 4 к настоящему Кодексу](#) относительно точности, используемый анализатор CO₂ должен отвечать требованиям [добавления 3 к настоящему Кодексу](#), а вся система должна отвечать требованиям относительно точности измерения расхода отработавших газов, приведенным в [добавлении 4 к настоящему Кодексу](#).

5.5.4 Расход топлива и метод углеродного баланса

5.5.4.1 Этот способ заключается в расчете массового расхода отработавших газов по расходу топлива, составу топлива и концентрациям отработавших газов методом углеродного баланса, указанным в [добавлении 6 к настоящему Кодексу](#).

5.6 ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ И ДРУГИХ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

5.6.1 Калибровка всех измерительных приборов, включая как измерительные приборы, указанные в [добавлении 4 к настоящему Кодексу](#), так и дополнительные измерительные приборы, требуемые для определения рабочих характеристик двигателя с точки зрения выбросов NOx, например для измерения пикового давления в цилиндре или давления наддувочного воздуха, должна соответствовать стандартам, признанным Администрацией, и требованиям, изложенным в [1.3.1 добавления 4 к настоящему Кодексу](#).

5.7 АНАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ГАЗА

5.7.1 Анализаторы для определения выбросов газа должны соответствовать техническим требованиям, изложенным в [добавлении 3 к настоящему Кодексу](#).

5.8 КАЛИБРОВКА АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

5.8.1 Каждый анализатор, используемый для измерения выбросов газа из двигателя, должен калиброваться в соответствии с требованиями [добавления 4 к настоящему Кодексу](#).

5.9 ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

5.9.1 Общие положения

5.9.1.1 Подробное описание рекомендуемых систем отбора проб и анализа содержится в 5.9.2-5.9.4 и [добавлении 3 к настоящему Кодексу](#). Поскольку различные компоновки могут давать равноценные результаты, точное соответствие этим числовым значениям не требуется. Для обеспечения дополнительной информации и координации функций систем могут использоваться такие дополнительные компоненты, как приборы, клапаны, соленоиды, насосы и переключатели. Другие компоненты, которые не требуются для поддержания точности некоторых систем, с согласия Администрации могут быть исключены, если их исключение основано на надежном техническом анализе.

5.9.1.2 Регулировка сопротивления впуску (двигатели без наддува) или давления наддувочного воздуха (двигатели с турбонаддувом) и противодавления выпуску должна осуществляться в соответствии с 5.2.4 и 5.2.5 соответственно.

5.9.1.3 В отношении двигателя с наддувом условия сопротивления впуску должны приниматься как условие с чистым воздушным фильтром на входе и при работе системы наддува в заявленных границах или должны быть установлены для семейства двигателей или группы двигателей, представленных по результатам испытаний базового двигателя.

5.9.2 Основные компоненты отработавших газов: CO, CO₂, HC, NOx и O₂

5.9.2.1 Аналитическая система для определения выбросов газа в неочищенных отработавших газах должна основываться на использовании анализаторов, указанных в 5.4.

5.9.2.2 Проба всех компонентов неочищенных отработавших газов может отбираться с помощью одного или двух пробоотборников, расположенных в непосредственной близости от анализаторов, и распределяться по различным анализаторам. Необходимо обращать внимание на то, чтобы ни в какой точке аналитической системы не происходило конденсации компонентов отработавших газов (включая воду и серную кислоту).

5.9.2.3 Технические требования к этим анализаторам и их калибровка должны соответствовать изложенным в [добавлениях 3 и 4 к настоящему Кодексу](#) соответственно.

5.9.3 Отбор проб для анализа выбросов газов

5.9.3.1 Пробоотборники выбросов газов должны устанавливаться по меньшей мере на расстоянии 10 диаметров трубы после выпускного отверстия двигателя, турбонагнетателя или последнего устройства последующей очистки, в зависимости от того, какой из них находится на наибольшем расстоянии на стороне выпуска, но также по меньшей мере в 0,5 м или на расстоянии трех диаметров трубы от выходного отверстия газовойпускной системы, в зависимости от того, что больше. Для короткой выпускной системы, которая не располагается в соответствии с этими обоими техническими требованиями, альтернативное расположение пробоотборника должно подлежать одобрению Администрацией.

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

5.9.3.2 Температура обработавших газов в пробоотборнике НС должна составлять по меньшей мере 190°C и по меньшей мере 70°C в пробоотборниках для других измеряемых газов, если они располагаются отдельно от пробоотборника НС.

5.9.3.3 В случае многоцилиндрового двигателя с разветвленным выпускным трубопроводом вход пробоотборника должен быть достаточно отдален от цилиндров на стороне выпуска для обеспечения того, чтобы проба представляла осредненный выброс обработавших газов из всех цилиндров. В случае многоцилиндрового двигателя с отдельными группами трубопроводов допускается отбор пробы отдельно из каждой группы и расчет осредненного выброса обработавших газов. В качестве альтернативы также допускается отбор пробы из отдельной группы для получения осредненного выброса обработавших газов, при условии что Администрации может быть подтверждено, что выбросы из других групп идентичны. С одобрения Администрации могут использоваться другие методы, которые, как продемонстрировано, подобны вышеуказанным. Для расчета выброса обработавших газов должен использоваться полный массовый расход обработавших газов.

5.9.3.4 Система отбора проб обработавших газов должна быть испытана на утечки в соответствии с [разделом 4 добавления 4 к настоящему Кодексу](#).

5.9.3.5 Если на состав обработавших газов влияет какая-либо система последующей их очистки, то проба обработавших газов должна отбираться на стороне выпуска этого устройства.

5.9.3.6 Впускное отверстие пробоотборника должно располагаться таким образом, чтобы избегалось всасывание воды, которая нагнетается в выпускную систему с целью охлаждения, регулировки или уменьшения шума.

5.9.4 Проверка анализаторов

5.9.4.1 Анализаторы выбросов должны быть установлены на нуль и откалиброваны в соответствии с [разделом 6 добавления 4 к настоящему Кодексу](#).

5.9.5 Испытательные циклы

5.9.5.1 Двигатель должен быть испытан в соответствии с испытательными циклами, определенными в 3.2. При этом учитываются различия в назначении двигателей.

5.9.6 Последовательность испытаний

5.9.6.1 После выполнения процедур, указанных в 5.9.1-5.9.5, должны начаться испытания в установленной последовательности. Двигатель должен работать в каждом режиме, в любом порядке в соответствии с надлежащими испытательными циклами, определенными в 3.2.

5.9.6.2 В течение каждого режима испытательного цикла после начального переходного периода заданная частота вращения должна поддерживаться в пределах $\pm 1\%$ от номинальной частоты вращения или $\pm 3 \text{ мин}^{-1}$, в зависимости от того, что больше, за исключением малых оборотов холостого хода, которые должны быть в пределах допусков, заявленных изготовителем. Заданный крутящий момент должен поддерживаться таким образом, чтобы его среднее значение за период измерений отклонялось в пределах $\pm 2\%$ от номинального крутящего момента при номинальной частоте вращения двигателя.

5.9.7 Показания анализаторов

5.9.7.1 После стабилизации выходные сигналы анализаторов должны регистрироваться как во время испытаний, так и во время всех проверок нулевого и поверочного сигналов, используя систему сбора данных или ленточный самописец. Период регистрации должен быть не менее 10 минут при анализе отработавших газов или не менее 3 минут для каждой проверки нулевого и поверочного сигналов. Для систем сбора данных должна использоваться минимальная частота отбора проб, составляющая три отбора в минуту. Измеренные концентрации CO, HC и NO_x должны регистрироваться в показателях млн или в равноценных показателях по меньшей мере до ближайшего целого числа. Измеренные концентрации CO и O₂ должны регистрироваться в показателях процентов или равноценных показателях не менее чем до двух десятичных разрядов.

5.9.8 Условия работы двигателя

5.9.8.1 Только после стабилизации режима работы двигателя должны быть измерены в каждой точке режима частота вращения, нагрузка и другие основные параметры двигателя. Должен измеряться или рассчитываться и регистрироваться расход отработавших газов.

5.9.9 Перепроверка анализаторов

5.9.9.1 После испытаний на выбросы должна быть произведена перепроверка нулевого и поверочного сигналов анализаторов с использованием нулевого газа и того же поверочного газа, который использовался до измерений. Испытания должны считаться приемлемыми, если:

.1 разница между сигналами с нулевым газом до и после испытания составляет менее 2% первоначальной концентрации поверочного газа; и

.2 разница между сигналами с поверочным газом до и после испытания составляет менее 2% первоначальной концентрации поверочного газа.

5.9.9.2 Поправка на смещение нулевого и поверочного газов не должна применяться к сигналам анализаторов, зарегистрированным в соответствии с 5.9.7.

5.10 ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

5.10.1 В отношении каждого отдельного двигателя или базового двигателя, прошедшего испытания для установления семейства двигателей или группы двигателей, изготовитель двигателя должен подготовить протокол испытаний, в котором должны содержаться данные, необходимые для полного определения рабочих характеристик двигателя и выполнения расчета выбросов газов, включая данные, изложенные в [разделе 1 добавления 5 к настоящему Кодексу](#). Оригинал протокола испытаний должен храниться в деле изготовителя двигателя, а заверенная копия - в деле Администрации.

5.11 ОЦЕНКА ДАННЫХ ВЫБРОСОВ ГАЗОВ

5.11.1 Для оценки выбросов газов данные, зарегистрированные по меньшей мере за последние 60 секунд каждого режима, должны усредняться, а концентрации CO, CO₂, HC, NO_x и O₂ во время каждого режима должны определяться по усредненным зарегистрированным данным и соответствующим данным проверок нулевого и поверочного сигналов. Усредненные результаты должны даваться в процентах до не менее двух десятичных разрядов для CO₂ и O₂ и в млн⁻¹ по меньшей мере до ближайшего целого числа для CO, HC и NO_x.

5.12 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ГАЗОВ

5.12.1 Окончательные результаты для протокола испытаний должны определяться путем выполнения операций, указанных в 5.12.2-5.12.6.

5.12.2 Определение расхода отработавших газов

5.12.2.1 Расход отработавших газов (q_{meW}) должен определяться для каждого режима в соответствии с одним из методов, указанных в 5.5.2-5.5.4.

5.12.3 Поправка на сухую/влажную основу

5.12.3.1 Если выбросы не измерены на влажной основе, измеренная концентрация должна быть преобразована во влажную основу в соответствии с одной из нижеследующих формул:

$$c_w = k_w \times c_d \quad (5)$$

5.12.3.2 Для неочищенных отработавших газов:

.1 При полном сгорании, если расход отработавших газов должен определяться в соответствии с методом непосредственных измерений, указанным в 5.5.2, или методом измерений воздуха и топлива, указанным в 5.5.3, должна использоваться одна из нижеследующих формул:

$$K_{wr1} = \left(1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf}}{q_{mad}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf}}{q_{mad}} \times f_{fw} \times 1000} \right) \times 1,008 \quad (6)$$

или

$$K_{wr1} = \frac{\left(1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf}}{q_{mad}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf}}{q_{mad}} \times f_{fw} \times 1000} \right)}{\left(1 - \frac{p_r}{p_b} \right)} \quad (7)$$

где

$$f_{fw} = 0,055594 \times w_{ALF} + 0,0080021 \times w_{DEL} + 0,0070046 \times w_{EPS} \quad (8)$$

H_a - абсолютная влажность всасываемого воздуха, в г воды на кг сухого воздуха.

Примечание. Величина H_a может быть получена путем измерения относительной влажности, измерения точки росы, измерения давления паров или снятия показаний психрометра, используя общепринятую формулу:

$$H_a = 6,22 \times p_a \times R_a / (p_b - 0,01 \times R_a \times p_a), \quad (9)$$

где

p_a - давление насыщенных паров во всасываемом воздухе, кПа

$$p_a = (4,856884 + 0,2660089 \times t_a + 0,01688919 \times t_a^2 - (10) \\ - 7,477123 \times 10^{-5} \times t_a^3 + 8,10525 \times 10^{-6} \times t_a^4 - \\ - 3,115221 \times 10^{-8} \times t_a^5) \times (101,32/760),$$

где

t_a - температура всасываемого воздуха, °C; $t_a = T_a - 273,15$

p_b - полное барометрическое давление, кПа

p_r - давление водяного пара после охлаждения аналитической системы, кПа

$p_r = 0,76$ кПа при температуре охлаждающей ванны, составляющей 3°C

.2 При неполном сгорании: CO более 100 млн⁻¹ или HC более 100 млн⁻¹ C в одной точке режима или более, если расход отработавших газов определяется в соответствии с методом непосредственных измерений, указанным в 5.5.2, методом измерения воздуха и топлива, указанным в 5.5.3, и во всех случаях, когда используется метод углеродного баланса, указанный в 5.5.4, должно использоваться следующее уравнение:

Примечание. Концентрации CO и CO₂ в формулах 11 и 13 выражаются в %.

$$K_{w2} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (c_{CO2d} + c_{COd}) - 0,01 \times c_{H2d} + k_{w2} - \frac{p_r}{p_b}} \quad (11)$$

где

$$\alpha = 11,9164 \times \frac{W_{ALF}}{W_{BET}} \quad (12)$$

$$c_{H2d} = \frac{0,5 \times \alpha \times c_{COd} \times (c_{COd} + c_{CO2d})}{c_{COd} + 3 \times c_{CO2d}} \quad (13)$$

$$K_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)} \quad (14)$$

5.12.3.3 Для всасываемого воздуха:

$$k_{wa} = 1 - k_{w2} \quad (15)$$

5.12.4 Поправка на влажность и температуру NOx

5.12.4.1 Поскольку выбросы NOx зависят от состояния окружающего воздуха, концентрация NOx должна быть откорректирована на температуру и влажность с учетом коэффициентов в соответствии с 5.12.4.5 или 5.12.4.6, в зависимости от случая.

5.12.4.2 Другие исходные значения влажности, отличающиеся от 10,71 г/кг, при исходной температуре 25°C не должны использоваться.

5.12.4.3 Могут использоваться другие формулы корректировки, если они могут быть обоснованы, подтверждены и одобрены Администрацией.

5.12.4.4 Вода или пар, подаваемые в наддувочный воздух (увлажнение воздуха), рассматриваются как средство ограничения выбросов и поэтому не должны учитываться в поправке на влажность. Вода, которая конденсируется в охладителе наддувочного воздуха, будет изменять влажность наддувочного воздуха и поэтому должна учитываться в поправке на влажность.

5.12.4.5 Для двигателей с воспламенением от сжатия:

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

$$k_{hd} = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) - 0,0045 \times (T_a - 298)} \quad (16)$$

где T_a - температура воздуха на входе в воздушный фильтр, в К;

H_a - влажность всасываемого воздуха на входе в воздушный фильтр, в г воды на кг сухого воздуха.

5.12.4.6 Для двигателей с воспламенением от сжатия с промежуточным охлаждением воздуха должно использоваться следующее альтернативное уравнение:

$$k_{hd} = \frac{1}{1 - 0,012 \times (H_a - 10,71) - 0,00275 \times (T_a - 298) + 0,00285(T_{sc} - T_{scRef})} \quad (17)$$

где

T_{sc} - температура наддувочного воздуха;

T_{scRef} - температура наддувочного воздуха в каждой точке режима, соответствующая температуре заборной воды 25°C, как указано в 5.2.2. T_{scRef} должна быть установлена изготовителем.

Для учета влажности наддувочного воздуха добавляется следующее соображение:

H_{sc} - влажность наддувочного воздуха, г воды на кг сухого воздуха, причем:

$$H_{sc} = 6,22 \times p_{sc} \times 100 / (p_c - p_{sc}),$$

где p_{sc} - давление насыщенных паров в наддувочном воздухе, кПа;

p_c - давление наддувочного воздуха, кПа.

Однако если $H_a \geq H_{sc}$, то в формуле 17 вместо H_a должна использоваться H_{sc} .

5.12.5 Расчет массовых выбросов

5.12.5.1 Массовые выбросы соответствующих компонентов неочищенных отработавших газов в каждом режиме должны рассчитываться в соответствии с 5.12.5.2 по измеренной концентрации, полученной в соответствии с 5.11.1, применимой величине u_{gas} из таблицы 5 и массовому расходу отработавших газов в соответствии с 5.5.

ТАБЛИЦА 5

Коэффициент u_{gas} и конкретные параметры топлива для неочищенных отработавших газов

Газ	NOx	CO	HC	CO ₂	O ₂
P_{gas} кг/м ³	2,053	1,250	a)	1,9636	1,4277

P_g Коэффициент u_{gas} b)

Жидкое топливо 1,2943 0,001586 0,000966 0,000479 0,001517 0,001103

a) в зависимости от топлива

b) при $\lambda = 2$, влажный воздух, 273 К, 101,3 кПа

Приведенные в таблице 5 значения u основаны на идеальных свойствах газов.

5.12.5.2 Должны применяться следующие формулы:

$$q_{mgas} = u_{gas} \times c_{gas} \times q_{mew} \times k_{hd} \quad (\text{для NOx}) \quad (18)$$

$$q_{mgas} = u_{gas} \times c_{gas} \times q_{mew} \quad (\text{для других газов}), (18a)$$

где q_{mgas} - массовый выброс отдельного газа, г/ч;

u_{gas} - отношение между плотностью компонента отработавших газов и плотностью отработавших газов, см. [таблицу 5](#);

c_{gas} - концентрация соответствующего компонента неочищенных отработавших газов, млн⁻¹, влажная основа;

q_{mew} - расход отработавших газов, кг/ч, влажная основа;

k_{hd} - поправочный коэффициент на влажность NOx.

Примечание. В случае измерения CO₂ и O₂ концентрация обычно выражается в %. В отношении применения формулы 18a, эти концентрации необходимо выражать в млн⁻¹.

$$1,0\% = 10000 \text{ млн}^{-1}.$$

5.12.5.3 Для расчета NOx должен использоваться поправочный коэффициент на влажность k_{hd} , установленный в соответствии с 5.12.4.

5.12.5.4 Измеренная концентрация должна быть преобразована во влажную основу в соответствии с 5.12.3, если она уже не измерена на влажной основе.

5.12.6 Расчет удельных выбросов

5.12.6.1 Выбросы всех отдельных компонентов должны рассчитываться в соответствии со следующим:

$$1. \quad \text{газ}_x = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (q_{mgasi} \times W_{Fi})}{\sum_{i=1}^{i=n} (P_i \times W_{Fi})} \quad (19)$$

$$\text{где } 2. \quad P = P_m + P_{aux} \quad (20)$$

- и
- q_{mgas} - массовый расход отдельного газа;
 - P_m - измеренная мощность в отдельном режиме;
 - P_{aux} - мощность вспомогательных устройств, установленных на двигателе, в отдельном режиме.

5.12.6.2 Весовые коэффициенты и количество режимов (n), используемые в вышеуказанном расчете, должны соответствовать положениям 3.2.

5.12.6.3 Результат расчета средневзвешенного выброса NOx из двигателя, определяемого по формуле 19, необходимо затем сопоставить с применимым пределом выбросов, приведенным в правиле 13, с тем чтобы установить, соответствует ли двигатель требованиям.

ГЛАВА 6 - ПРОЦЕДУРЫ ДЕМОНСТРАЦИИ НА СУДНЕ СООТВЕТСТВИЯ ПРЕДЕЛАМ ВЫБРОСОВ NOx

6.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.1.1 После установки на судне прошедших предварительную сертификацию двигателей на его борту должны выполняться проверочные освидетельствования каждого судового дизельного двигателя, как указано в 2.1.1.2-2.1.1.4, для подтверждения того, что двигатели продолжают соответствовать применимому пределу выбросов NOx, содержащемуся в правиле 13. Такое подтверждение соответствия должно определяться путем использования одного из следующих методов:

.1 метода сверки параметров двигателя в соответствии с 6.2 для подтверждения того, что его компоненты, установки и рабочие параметры не отклоняются от спецификаций в технической документации двигателя;

.2 метода упрощенных измерений в соответствии с 6.3; или

.3 метода непосредственных измерений и мониторинга в соответствии с 6.4.

6.2 МЕТОД СВЕРКИ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ

6.2.1 Общие положения

6.2.1.1 Методу сверки параметров двигателя должны подлежать двигатели, которые удовлетворяют следующим условиям:

.1 двигатели, которые получили предварительное свидетельство (Свидетельство EIAPP) после стендовых испытаний, и двигатели, которые получили свидетельство (Свидетельство EIAPP) после первоначального сертификационного освидетельствования в соответствии с 2.2.4; и

.2 двигатели, у которых определенные компоненты и регулируемые элементы подверглись модификациям или регулировкам с момента их последнего освидетельствования.

6.2.1.2 Когда дизельный двигатель спроектирован работать в применимых пределах выбросов NOx, то наиболее вероятно, что в течение срока его эксплуатации на судне пределы выбросов NOx могут соблюдаться. Применимый предел выбросов NOx, однако, может быть нарушен путем регулировок или модификации двигателя. Следовательно, метод сверки параметров двигателя должен использоваться для проверки, соответствует ли по-прежнему двигатель применимому пределу выбросов NOx.

6.2.1.3 Сверки компонентов двигателя, включая сверки его установок и рабочих параметров, предназначены для обеспечения простого средства определения характеристик выбросов из двигателя с целью подтверждения того, что двигатель без регулировок или модификаций либо с незначительными регулировками или модификациями соответствует применимому пределу выбросов NOx. Если требуется измерение некоторых рабочих параметров, калибровка оборудования, используемого для этих измерений, должна производиться в соответствии с требованиями [добавления 4 к настоящему Кодексу](#).

6.2.1.4 Цель таких сверок заключается в обеспечении простого средства определения того, что двигатель правильно отрегулирован в соответствии со спецификацией изготовителя и остается в отрегулированном состоянии, соответствующем первоначальной сертификации Администрацией и отвечающем правилу 13.

6.2.1.5 Если применяется электронная система управления двигателем, то ее следует оценивать по отношению к первоначальным установкам, с тем чтобы убедиться, что соответствующие параметры находятся в первоначальных пределах.

6.2.1.6 С целью оценки соответствия правилу 13 не всегда необходимо измерять выбросы NOx для выяснения того, что двигатель, не оборудованный устройством для последующей очистки, вероятно, соответствует применимому пределу выбросов NOx. Может быть достаточным знать, что настоящее состояние двигателя соответствует установленному состоянию компонентов, калибровки или регулировки параметров во время первоначальной сертификации. Если результаты применения метода сверки параметров двигателя указывают на вероятность того, что двигатель соответствует применимому пределу выбросов NOx, то он может быть вновь сертифицирован без непосредственных измерений NOx.

6.2.1.7 Для двигателей, оборудованных устройством для уменьшения выбросов NOx, будет необходима проверка работы этого устройства как часть сверки параметров двигателя.

6.2.2 Документация для сверки параметров двигателя

6.2.2.1 Каждый судовой дизельный двигатель должен иметь техническую документацию, требуемую в 2.3.4, в которой указаны компоненты, установки или рабочие параметры двигателя, которые влияют на выбросы отработавших газов и должны проверяться для обеспечения соответствия.

6.2.2.2 Техническая документация двигателя должна содержать всю применимую информацию, имеющую отношение к рабочим характеристикам двигателя, касающимся выбросов NOx, о компонентах, регулируемых элементах и параметрах данного двигателя во время его предварительной сертификации или сертификации на судне, в зависимости от того, какая из них была выполнена раньше.

6.2.2.3 В зависимости от определенной конструкции конкретного двигателя возможны и обычны различные модификации и регулировки на судне, влияющие на NOx. Они включают следующие параметры двигателя:

- .1 опережение впрыска топлива,
- .2 впрыскивающая форсунка,
- .3 топливный насос,

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

- .4 кулачок топливного насоса,
- .5 давление впрыска для обычных разделенных систем,
- .6 камера сгорания,
- .7 степень сжатия,
- .8 тип и конструкция турбонагнетателя,
- .9 охладитель наддувочного воздуха, подогреватель наддувочного воздуха,
- .10 фазы газораспределения,
- .11 оборудование для уменьшения NOx типа "впрыск воды",

- .12 оборудование для уменьшения NOx типа "водно-эмульсионное топливо" (водно-топливная эмульсия),
- .13 оборудование для уменьшения NOx типа "рециркуляция отработавших газов",
- .14 оборудование для уменьшения NOx типа "селективная каталитическая очистка" или
- .15 другие параметры, указанные Администрацией.

6.2.2.4 На основе рекомендаций заявителя сертификации двигателя и одобрения Администрации фактическая техническая документация двигателя может включать меньше компонентов и/или параметров, чем указано в разделе 6.2.2.3, в зависимости от конкретного двигателя и особенностей конструкции.

6.2.2.5 Существуют различные возможности освидетельствования некоторых параметров. С одобрения Администрации собственник судна при поддержке заявителя сертификации двигателя может выбрать наиболее пригодный метод. Для демонстрации соответствия может быть достаточным любой из методов, перечисленных в перечне контрольных проверок для сверки параметров двигателя, приведенном в [добавлении 7 к настоящему Кодексу](#), или их сочетание.

6.2.2.6 Технические документы в отношении модификации компонентов двигателя, включаемые в техническую документацию двигателя, должны содержать подробные сведения об этой модификации и ее влиянии на выбросы NOx и предоставляться в ходе модификации. Могут приниматься данные стендовых испытаний двигателя более позднего выпуска, который входит в применимую номенклатуру по концепции группы двигателей.

6.2.2.7 Собственник судна или лицо, ответственное за судно, оборудованное судовым дизельным двигателем, к которому требуется применение метода сверки параметров двигателя, должны вести на судне следующую документацию в отношении процедур проверки NOx на судне:

- .1 журнал параметров двигателя для регистрации всех внесенных изменений, включая замены частей на аналогичные и регулировки в одобренных диапазонах в отношении компонентов и установок двигателя;
- .2 перечень параметров двигателя с указанием его обозначенных компонентов и установок и/или документацию о рабочих параметрах двигателя, зависящих от нагрузки, представленные заявителем сертификации двигателя и одобренные Администрацией; и
- .3 техническую документацию о модификации компонентов двигателя, когда такой модификации подвергается любой из обозначенных компонентов двигателя.

6.2.2.8 Описание любых изменений, влияющих на обозначенные параметры двигателя, включая регулировки, замену частей и модификации деталей двигателя, должно регистрироваться в хронологическом порядке в журнале параметров двигателя. Это описание должно дополняться любыми другими применимыми данными, используемыми для оценки выбросов NOx из двигателя.

6.2.3 Процедуры сверки параметров двигателя

6.2.3.1 Метод сверки параметров двигателя должен осуществляться с использованием двух следующих процедур:

- .1 инспекция документации о параметре(ах) двигателя должна проводиться в дополнение к другим инспекциям и включать инспекцию журнала параметров двигателя и проверку того, что параметры двигателя находятся в допустимых пределах, указанных в его технической документации; и
 - .2 фактическая инспекция компонентов и регулируемых элементов двигателя должна проводиться по мере необходимости. Затем, также с учетом результатов инспекции документации, должно быть проверено, что регулируемые элементы двигателя находятся в допустимых пределах, указанных в его технической документации.
- 6.2.3.2 Инспектор должен иметь выбор - проверять один или все указанные компоненты, установки или рабочие параметры, с тем чтобы убедиться, что двигатель без регулировок или модификаций либо с незначительными регулировками или модификациями соответствует применимому пределу выбросов и что используются только компоненты, указанные в одобренной спецификации, приведенной в 2.4.1.7. Если в технической документации

отмечены регулировки и/или модификации, указанные в спецификации, то они должны находиться в пределах, рекомендованных заявителем сертификации двигателя и одобренных Администрацией.

6.3 МЕТОД УПРОЩЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

6.3.1 Общие положения

6.3.1.1 Нижеследующая процедура упрощенных испытаний и измерений, указанная в настоящем разделе, должна применяться только при подтверждающих испытаниях на судне, а также освидетельствовании для возобновления свидетельства, ежегодном и промежуточном освидетельствованиях, когда это требуется. Каждое первое стендовое испытание двигателя должно проводиться в соответствии с процедурой, указанной в [главе 5](#). Поправки на температуру и влажность окружающего воздуха в соответствии с 5.12.4 обязательны, поскольку суда совершают плавание в условиях холодного/жаркого и сухого/влажного климата, которые могут вызывать различия в выбросах NOx.

6.3.1.2 Для получения значимых результатов подтверждающих испытаний на судне, а также освидетельствования для возобновления свидетельства, ежегодного и промежуточного освидетельствований на судне должны быть измерены в соответствии с надлежащим испытательным циклом, как минимум, концентрации NOx и CO₂ в выбросах газов. Весовые коэффициенты W_F и количество режимов n , используемые в расчетах, должны быть в соответствии с 3.2.

6.3.1.3 Должны быть измерены крутящий момент и частота вращения двигателя, однако для упрощения процедуры допустимые отклонения показаний приборов (см. [6.3.7](#)) для измерения параметров двигателя при проверке на судне отличаются от допустимых отклонений, разрешаемых согласно методу стендовых испытаний. Если непосредственное измерение крутящего момента представляется затруднительным, то эффективная мощность может быть оценена любыми другими средствами, рекомендованными заявителем сертификации двигателя и одобренными Администрацией.

6.3.1.4 На практике часто невозможно измерить расход жидкого топлива после установки двигателя на судне. Для упрощения процедуры на судне могут допускаться результаты измерений расхода жидкого топлива, полученные во время стендовых испытаний двигателя для предварительной сертификации. В таких случаях, особенно при работе на остаточном жидком топливе (жидкое топливо сорта RM в соответствии с ISO 8217:2005), должна быть выполнена оценка с учетом соответствующей расчетной ошибки. Поскольку расход жидкого топлива, используемый в расчете q_{mf} , должен относиться к составу жидкого топлива, определенному по отобранной во время испытания пробе топлива, измеренное значение q_{mf} при стендовых испытаниях должно быть скорректировано на любые различия в низшей теплотворной способности жидкого топлива, используемого на испытательном стенде, и жидкого топлива, используемого на судне. Последствия такой ошибки для конечных выбросов должны быть рассчитаны и представлены вместе с результатами измерений выбросов.

6.3.1.5 Если не указано иное, все результаты измерений, данные испытаний или расчеты, требуемые настоящей главой, должны регистрироваться в протоколе испытаний двигателя в соответствии с 5.10.

6.3.2 Параметры двигателя, подлежащие измерению и регистрации

6.3.2.1 В таблице 6 перечислены параметры двигателя, которые должны быть измерены и зарегистрированы во время процедур проверки на судне.

ТАБЛИЦА 6

Параметры двигателя, подлежащие измерению и регистрации

Символ	Параметр	Единица
H_a	абсолютная влажность (масса воды, содержащейся во всасываемом в двигатель воздухе, по отношению к массе сухого воздуха)	г/кг
$n_{d,i}$	частота вращения двигателя (в энном режиме в течение цикла)	мин ⁻¹

$n_{turb,i}$	частота вращения ротора турбонагнетателя (если применяется) (в энном режиме в течение цикла)	мин –1
P_b	полное барометрическое давление (в ISO 3046-1, 1995: $P_x = P_x$ = полное давление окружающего воздуха на месте установки)	кПа
$P_{SC,i}$	давление наддувочного воздуха за охладителем наддувочного воздуха (в энном режиме в течение цикла)	кПа
P_i	эффективная мощность (в энном режиме в течение цикла)	кВт
$q_{mf,i}$	расход жидкого топлива (в энном режиме в течение цикла)	кг/ч
s_i	положение рейки топливного насоса (каждого цилиндра, если применимо) (в энном режиме в течение цикла)	
T_a	температура всасываемого воздуха на входе (в ISO 3046-1, 1995: $T_x = T_x$ = термодинамическая температура окружающего воздуха на месте установки)	К
$T_{SC,i}$	температура наддувочного воздуха за охладителем наддувочного воздуха (если применимо) (в энном режиме в течение цикла)	К
T_{cacin}	охладитель наддувочного воздуха, температура хладагента на входе	°С
T_{cacout}	охладитель наддувочного воздуха, температура хладагента на выходе	°С
$T_{Exh,i}$	температура отработавших газов в точке отбора пробы (в энном режиме в течение цикла)	°С
T_{Fuel}	температура жидкого топлива до поступления в двигатель	°С
T_{Sea}	температура забортной воды	°С

6.3.3 Эффективная мощность

6.3.3.1 Аспект, касающийся возможности получения требуемых данных во время испытаний на NOx на судне, имеет особое отношение к эффективной мощности. Хотя в [главе 5](#) рассматривается случай непосредственно подсоединенных редукторов, двигатель, как может быть представлено на судне, для различных назначений может быть расположен таким образом, что измерения крутящего момента (с помощью специально установленного тензометра) могут быть невозможными ввиду отсутствия свободного доступа к валу. Основными агрегатами в этой группе являются генераторы, однако двигатели могут быть соединены также с насосами, гидравлическими агрегатами, компрессорами и т.д.

6.3.3.2 Двигатели, приводящие в действие механизмы, указанные в 6.3.3.1, обычно испытываются с гидравлическим тормозом на стадии изготовления перед постоянным подключением энергопотребляющего агрегата при установке на судне. В отношении генераторов не должно создавать проблему использование замеров напряжения и силы тока, а также заявленного изготовителем коэффициента полезного действия генератора. В отношении оборудования, работающего по винтовой характеристике, может применяться заявленная зависимость мощности от частоты вращения и обеспечиваться возможность измерения частоты вращения двигателя либо от свободного конца коленчатого вала, либо с учетом, например, передаточного отношения от распределительного вала.

6.3.4 Жидкие топлива для испытаний

6.3.4.1 Обычно все измерения выбросов должны производиться при работе двигателя на судовом дизельном топливе сорта DM по стандарту ISO 8217: 2005.

6.3.4.2 Во избежание излишних осложнений для собственника судна измерения при подтверждающих испытаниях или повторных освидетельствованиях, на основании рекомендации заявителя сертификации двигателя и одобрения Администрации, могут допускаться при работе двигателя на остаточном жидком топливе сорта RM по стандарту ISO 8217:2005. В таком случае связанный в топливе азот и воспламеняемость жидкого топлива могут влиять на выбросы NOx из двигателя.

6.3.5 Отбор проб выбросов газов

6.3.5.1 Общие требования, указанные в 5.9.3, должны также применяться к измерениям на судне.

6.3.5.2 Установка на судне всех двигателей должна осуществляться таким образом, чтобы эти испытания можно было проводить безопасно и с минимальным влиянием на работу двигателя. На судне должны быть предусмотрены надлежащие устройства для отбора проб отработавших газов, а также возможность получения требуемых данных. Выпускные системы всех двигателей должны быть оснащены доступной стандартной точкой отбора проб. Пример соединительного фланца для точки отбора проб приведен в [разделе 5 добавления 8 к настоящему Кодексу](#).

6.3.6 Измерительное оборудование и показатели, подлежащие измерению

6.3.6.1 Выбросы газообразных загрязняющих веществ должны измеряться методами, описанными в [главе 5](#).

6.3.7 Допустимые отклонения показаний приборов для измерения параметров двигателя и других основных параметров

6.3.7.1 В таблицах 3 и 4, содержащихся в [разделе 1.3 добавления 4 к настоящему Кодексу](#), перечислены допустимые отклонения показаний приборов, которые должны использоваться при измерении параметров двигателя и других основных параметров во время процедур проверки на судне.

6.3.8 Определение компонентов газа

6.3.8.1 Должны применяться аналитическое измерительное оборудование и методы, описанные в [главе 5](#).

6.3.9 Испытательные циклы

6.3.9.1 Используемые на судне испытательные циклы должны соответствовать применимым испытательным циклам, указанным в 3.2.

6.3.9.2 Работа двигателя на судне по испытательному циклу, указанному в 3.2, не всегда возможна, однако на основании рекомендации изготовителя двигателя и одобрения Администрации методика испытаний должна в возможно максимальной степени соответствовать методике, определенной в 3.2. Следовательно, измеренные в этом случае значения не могут быть непосредственно сопоставимыми с результатами стендовых испытаний, поскольку измеряемые значения весьма зависят от испытательных циклов.

6.3.9.3 Если количество точек измерений на судне отличается от количества точек измерений на испытательном стенде, то точки измерений и весовые коэффициенты должны соответствовать рекомендациям заявителя сертификации двигателя и быть одобрены Администрацией с учетом положений 6.4.6.

6.3.10 Расчет выбросов газов

6.3.10.1 Должна применяться процедура расчетов, указанная в [главе 5](#), с учетом специальных требований этой процедуры упрощенных измерений.

6.3.11 Допуски

6.3.11.1 Вследствие возможных отклонений показаний при применении на судне процедур упрощенных измерений, указанных в настоящей главе, может приниматься допуск, составляющий 10% от применяемого предельного значения, только для подтверждающих испытаний, а также освидетельствования для возобновления свидетельства, ежегодного и промежуточного освидетельствований.

6.3.11.2 Выбросы NOx из двигателя могут быть различными в зависимости от воспламеняемости жидкого топлива и связанного в топливе азота. Если нет достаточной информации о влиянии воспламеняемости на образование NOx в процессе сгорания, а степень преобразования связанного в топливе азота также зависит от коэффициента полезного действия двигателя, то может разрешаться допуск, составляющий 10%, для проведения испытаний на судне с использованием жидкого топлива сорта RM (ISO 8217:2005), за исключением того, что допуск не разрешается при испытаниях для предварительной сертификации на судне. Используемое жидкое топливо должно быть подвергнуто анализу на содержание углерода, водорода, азота, серы и, в установленном стандартом ISO 8217:2005 объеме, любых дополнительных компонентов, необходимых для четкой спецификации жидкого топлива.

6.3.11.3 Ни в коем случае общий разрешаемый допуск как на упрощение измерений на судне, так и на использование остаточного жидкого топлива сорта RM по стандарту ISO 8217:2005 не должен превышать 15% от применимого предельного значения.

6.4 МЕТОД НЕПОСРЕДСТВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ И МОНИТОРИНГА

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

6.4.1 Общие положения

6.4.1.1 Для проверки на судне во время освидетельствования для возобновления свидетельства, ежегодного и промежуточного освидетельствований может применяться нижеследующая процедура непосредственных измерений и мониторинга.

6.4.1.2 Надлежащее внимание должно обращаться на вопросы безопасности, относящиеся к обращению с отработавшими газами и нахождению вблизи их, измерительному оборудованию, а также хранению и использованию чистых и калибровочных газов в баллонах. Места отбора проб и леса для доступа должны располагаться таким образом, чтобы этот мониторинг мог осуществляться безопасно и не препятствовал работе двигателя.

6.4.2 Измерение выбросов газов

6.4.2.1 Мониторинг NOx на судне включает, как абсолютный минимум, измерение концентраций NOx в выбросах газов (в виде NO+N₂O₂).

6.4.2.2 Если массовый расход отработавших газов должен определяться в соответствии с методом углеродного баланса согласно [добавлению 6 к настоящему Кодексу](#), то должно также производиться измерение CO₂. Дополнительно могут измеряться CO, HC и O₂.

6.4.3 Измерения рабочих характеристик двигателя

6.4.3.1 В таблице 7 перечисляются рабочие характеристики двигателя, которые должны измеряться или рассчитываться и регистрироваться в каждой точке режима во время мониторинга NOx на судне.

ТАБЛИЦА 7

Параметры двигателя, подлежащие измерению и регистрации

Символ	Параметр	Единица
n_d	частота вращения двигателя	мин ⁻¹
p_c	давление наддувочного воздуха в воздухохоборнике	кПа
P	эффективная мощность (как указано ниже)	кВт
P_{aux}	дополнительная мощность (если необходимо)	кВт
T_{sc}	температура наддувочного воздуха в воздухохоборнике (если применимо)	К
T_{cactin}	температура хладагента на входе в охладитель наддувочного воздуха (если применимо)	°С
$T_{cactout}$	температура хладагента на выходе из охладителя наддувочного воздуха (если применимо)	°С
T_{Sea}	температура забортной воды (если применимо)	°С
q_{mf}	расход жидкого топлива (как указано ниже)	кг/ч

6.4.3.2 Должны определяться и регистрироваться другие установки двигателя, необходимые для определения рабочих условий двигателя, например, перепускной клапан, перепуск наддувочного воздуха, состояние турбоагнетателя.

6.4.3.3 Должны определяться и регистрироваться установки и рабочие условия устройств контроля NOx.

6.4.3.4 Если непосредственное измерение мощности затруднительно, нескорректированная эффективная мощность может оцениваться любыми другими средствами, одобренными Администрацией. Возможные методы определения эффективной мощности включают, не ограничиваясь этим:

.1 косвенное измерение в соответствии с 6.3.3; или

.2 оценку по номограммам.

6.4.3.5 Расход жидкого топлива (фактическая норма расхода) должен определяться:

.1 непосредственными измерениями; или

.2 по данным стендовых испытаний в соответствии с 6.3.1.4.

6.4.4 Измерения условий окружающей среды

6.4.4.1 В таблице 8 перечисляются параметры условий окружающей среды, которые должны измеряться или рассчитываться и регистрироваться в каждой точке режима во время мониторинга NOx на судне.

ТАБЛИЦА 8

Параметры условий окружающей среды, подлежащие измерению и регистрации

Символ	Параметр	Единица
H_a	абсолютная влажность (масса воды, содержащейся во всасываемом в двигатель воздухе, по отношению к массе сухого воздуха)	г/кг
P_b	полное барометрическое давление (в ISO 3046-1, 1995: $P_x = P_x$ = полное давление окружающего воздуха на месте установки)	кПа
T_a	температура воздуха на входе (в ISO 3046-1, 1995: $T_x = T_x$ = термодинамическая температура окружающего воздуха на месте установки)	К

6.4.5 Оборудование для мониторинга рабочих характеристик двигателя и условий окружающей среды

6.4.5.1 Оборудование для мониторинга рабочих характеристик двигателя и условий окружающей среды должно устанавливаться и обслуживаться в соответствии с рекомендациями изготовителей, с тем чтобы выполнялись требования [раздела 1.3](#) и [таблиц 3 и 4 добавления 4 к настоящему Кодексу](#) в отношении допустимых отклонений.

6.4.6 Испытательные циклы

6.4.6.1 Работа двигателя на судне по конкретному испытательному циклу не всегда возможна, однако на основании одобрения Администрации методика испытаний должна в возможно максимальной степени соответствовать методике, определенной в 3.2. Следовательно, измеренные в этом случае значения не могут быть непосредственно сопоставимыми с результатами стендовых испытаний, поскольку измеряемые значения весьма зависят от испытательного цикла.

6.4.6.2 В случае испытательного цикла E3 если фактическая кривая действия гребного винта отличается от кривой E3, используемая точка нагрузки должна устанавливаться с использованием частоты вращения двигателя либо соответствующего среднего эффективного давления (СЭД) или среднего индикаторного давления (СИД) с учетом соответствующего режима этого цикла.

6.4.6.3 Если количество точек измерения на судне отличается от количества точек измерений на испытательном стенде, то количество точек измерений и соответствующие пересмотренные весовые коэффициенты должны быть одобрены Администрацией.

6.4.6.4 В дополнение к 6.4.6.3, если применяются испытательные циклы E2, E3 или D2, должно использоваться минимальное количество точек нагрузки, общий номинальный весовой коэффициент которых, указанный в 3.2, превышает 0,50.

6.4.6.5 В дополнение к 6.4.6.3, если применяется испытательный цикл C1, должна использоваться как минимум одна точка нагрузки из каждой секции номинальной, промежуточной частоты вращения и холостого хода. Если количество точек измерений на судне отличается от количества точек измерений на испытательном стенде, то номинальные весовые коэффициенты в каждой точке нагрузки должны быть пропорционально увеличены, с тем чтобы получить единицу (1,0).

6.4.6.6 В том, что касается применения 6.4.6.3, руководство относительно выбора точек нагрузки и пересмотренных весовых коэффициентов приведено в [разделе 6 добавления 8 к настоящему Кодексу](#).

6.4.6.7 Фактические точки нагрузки, используемой для демонстрации соответствия, должны находиться в пределах $\pm 5\%$ номинальной мощности в точке режима, за исключением случая нагрузки 100%, при которой диапазон должен быть от +0 до -10%. Например, в точке нагрузки 75% приемлемый диапазон должен составлять 70% -80% номинальной мощности.

6.4.6.8 В каждой выбранной точке нагрузки, за исключением холостого хода, и после первоначального переходного периода (если применимо) мощность двигателя должна поддерживаться в установленной точке нагрузки в пределах коэффициента изменения 5% (%КИ) в течение 10-минутного интервала. Пример расчета коэффициента изменения приведен в [разделе 7 добавления 8 к настоящему Кодексу](#).

6.4.6.9 В том, что касается испытательного цикла C1, должен быть заявлен допуск на холостой ход при условии одобрения Администрацией.

6.4.7 Параметр условий испытаний

6.4.7.1 К мониторингу NOx на судне не должен применяться параметр условий испытаний, указанный в 5.2.1. Должны допускаться данные, полученные в любых преобладающих условиях окружающей среды.

6.4.8 Работа анализаторов

6.4.8.1 Аналитическое оборудование должно работать в соответствии с рекомендациями изготовителя.

6.4.8.2 Перед измерениями должны быть проверены значения нулевого и поверочного сигналов и при необходимости анализаторы должны быть отрегулированы.

6.4.8.3 После измерений должно быть проверено, что нулевой и поверочный сигналы находятся в пределах, допускаемых в 5.9.9.

6.4.9 Данные для расчета выбросов

6.4.9.1 Выходные сигналы анализаторов должны регистрироваться как во время испытаний, так и во время всех проверок сигналов (нуль и поверочный). Эти данные должны регистрироваться на ленточном самописце или с помощью устройств регистрации данных других типов. Точность регистрации данных должна соответствовать 5.9.7.1.

6.4.9.2 Для оценки выбросов газов должно усредняться минимальное показание самописца, составляющее 1 герц, через устойчивые 10-минутные интервалы между отборами проб в каждой точке нагрузки. Средние концентрации NOx и, если требуется, CO₂, а также, при желании, CO, HC и O₂ должны определяться по усредненным показаниям самописца и соответствующим данным калибровки.

6.4.9.3 Как минимум, в течение вышеупомянутого 10-минутного периода должны регистрироваться данные о концентрациях газов в выбросах, рабочих характеристиках двигателя и условиях окружающей среды.

6.4.10 Расход отработавших газов

6.4.10.1 Расход отработавших газов должен определяться:

.1 в соответствии с 5.5.2 или 5.5.3; или

.2 в соответствии с 5.5.4 и добавлением 6 к настоящему Кодексу, причем неизмеренные газы должны устанавливаться на нуль, а величина c_{CO2d} - на 0,03%.

6.4.11 Состав жидкого топлива

6.4.11.1 Для расчета массового расхода увлажненного газа q_{mf} состав жидкого топлива должен быть представлен по одному из следующего:

.1 составу жидкого топлива, углероду, водороду, азоту и кислороду - путем анализа (может приниматься величина кислорода по умолчанию); или

.2 величинам по умолчанию, приведенным в таблице 9.

ТАБЛИЦА 9

Параметры жидкого топлива, используемые по умолчанию

	Углерод	Водород	Азот	Кислород
	w_{BET}	w_{ALF}	w_{DEL}	w_{EPS}
Дистиллятное жидкое топливо (ISO 8217, сорт DM)	86,2%	13,6%	0,0%	0,0%
Остаточное жидкое топливо (ISO 8217, сорт RM)	86,1%	10,9%	0,4%	0,0%

6.4.12 Поправка на сухую/влажную основу

6.4.12.1 Если они уже не измерены на влажной основе, концентрации выбросов газов должны быть преобразованы во влажную основу в соответствии с:

.1 непосредственными измерениями водной составляющей; или

.2 поправкой на сухую/влажную основу, рассчитанной в соответствии с 5.12.3.

6.4.13 Поправка на влажность и температуру NOx

6.4.13.1 Поправка на влажность и температуру NOx должна соответствовать 5.12.4. Должна быть установлена и одобрена Администрацией исходная температура наддувочного воздуха (T_{SCRef}). Величины T_{SCRef} должны соотноситься с температурой заборной воды 25°C и при применении величины T_{SCRef} должна делаться надлежащая поправка на фактическую температуру заборной воды.

6.4.14 Расчет массовых выбросов и удельных выбросов

6.4.14.1 Расчет массовых выбросов и удельных выбросов должен производиться в соответствии с 5.12.5 и 5.12.6.

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

6.4.15 Предельная величина и допуски

6.4.15.1 В случае применения 6.4.6.3 полученная величина выбросов, при условии одобрения Администрацией, должна корректироваться следующим образом:

Откорректированный газ x = газ x × 0,9 (21)

6.4.15.2 Величина выброса газов или откорректированная величина газов в зависимости от случая, должна сравниваться с применимой предельной величиной выбросов NO_x, приведенной в правиле 13, вместе с величинами допуска, приведенными в 6.3.11.1, 6.3.11.2 и 6.3.11.3, с тем чтобы проверить, что двигатель продолжает отвечать требованиям правила 13.

6.4.16 Данные для демонстрации соответствия требованиям

6.4.16.1 Демонстрация соответствия требованиям необходима во время освидетельствования для возобновления свидетельства, ежегодного и промежуточного освидетельствований или после значительной модификации согласно 1.3.2. В соответствии с 2.4.5 данные должны быть свежими, то есть за последние 30 дней. Требуется, чтобы данные хранились на судне в течение по меньшей мере трех месяцев. Эти периоды времени должны приниматься, когда судно находится в эксплуатации. Данные за этот 30-дневный период могут либо собираться в течение единой последовательности испытаний по требуемым точкам нагрузки, либо получаться в двух или нескольких отдельных случаях, когда нагрузка двигателя соответствует нагрузке, требуемой в 6.4.6.

6.4.17 Форма одобрения

6.4.17.1 Метод непосредственных измерений и мониторинга должен документироваться в судовом руководстве по мониторингу. Судовое руководство по мониторингу должно представляться Администрации для одобрения. Ссылка на одобрение этого судового руководства по мониторингу должна вноситься в раздел 3 добавления к Свидетельству EIAPP. Администрация может выдать новое Свидетельство EIAPP с надлежащим изменением сведений в разделе 3 добавления, если метод одобрен после выдачи первого Свидетельства EIAPP, т.е. после предварительного сертификационного освидетельствования.

6.4.18 Освидетельствование оборудования и метода

6.4.18.1 При освидетельствовании метода непосредственных измерений и мониторинга должны учитываться, не ограничиваясь этим:

.1 данные, полученные и разработанные на основании требуемых измерений; и

.2 средства, с помощью которых эти данные были получены, принимая во внимание информацию, указанную в судовом руководстве по мониторингу, как требуется в 6.4.14.

ГЛАВА 7 - СЕРТИФИКАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ДВИГАТЕЛЯ

7.1 Если существующий двигатель должен соответствовать правилу 13.7, то организация, отвечающая за обеспечение сертификации в отношении выбросов, должна подать заявку одобряющей Администрации на сертификацию.

7.2 Если заявка на одобрение одобренного средства включает измерения и расчеты выбросов, то они должны осуществляться в соответствии с [главой 5](#).

7.3 Может быть продемонстрировано, что данные о выбросах из одного двигателя и о рабочих характеристиках этого двигателя применяются к диапазону двигателей.

7.4 Одобренное средство обеспечения соответствия правилу 13.7 должно включать копию документации одобренного средства, которая должна находиться при двигателе в течение всего срока его эксплуатации на судне.

7.5 В документацию одобренного средства должно быть включено описание процедуры проверки двигателя на судне.

7.6 После установки одобренного средства должно проводиться освидетельствование в соответствии с документацией одобренного средства. Если это освидетельствование подтверждает соответствие требованиям, Администрация должна внести в судовое Свидетельство IAPP соответствующие поправки.

Добавление 1

ФОРМА СВИДЕТЕЛЬСТВА EIAPP

(См. [2.2.10 Технического кодекса по NOx](#))

МЕЖДУНАРОДНОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ИЗ ДВИГАТЕЛЯ

Выдано на основании положений Протокола 1997 года, измененного резолюцией МЕРС.177(58) в 2008 году, об изменении [Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней](#) (далее именуемой "Конвенция"), по уполномочию правительства:

(полное название страны)

(кем)

(полное наименование компетентного лица или организации, уполномоченных на основании положений Конвенции)

Изготовитель двигателя	Номер модели	Серийный номер	Испытательный(ые) цикл(ы)	Номинальные мощность (кВт) и частота вращения (об/мин)	Номер одобрения двигателя
------------------------	--------------	----------------	---------------------------	--	---------------------------

НАСТОЯЩИМ УДОСТОВЕРЯЕТСЯ:

1 что вышеупомянутый судовой дизельный двигатель освидетельствован для предварительной сертификации в соответствии с требованиями Технического кодекса по контролю за выбросами окислов азота из судовых дизельных двигателей (2008 года), который согласно [Приложению VI к Конвенции](#) имеет обязательную силу; и

2 что предварительным сертификационным освидетельствованием установлено, что двигатель, его компоненты, регулируемые элементы и техническая документация перед установкой и/или эксплуатацией на судне полностью соответствуют применимым положениям [правила 13 Приложения VI к Конвенции](#).

Настоящее Свидетельство действительно в течение срока эксплуатации двигателя, который установлен на судах по уполномочию вышеупомянутого правительства, при условии проведения освидетельствований в соответствии с [правилом 5 Приложения VI к Конвенции](#).

Выдано в

(Место выдачи свидетельства)

(дд.мм.гггг)

(Дата выдачи) (Подпись надлежащим образом уполномоченного должностного лица, выдавшего свидетельство)

(Печать или штамп организации)

ДОБАВЛЕНИЕ К МЕЖДУНАРОДНОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ИЗ ДВИГАТЕЛЯ (СВИДЕТЕЛЬСТВО EIAPP)

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И СРЕДСТВ ПРОВЕРКИ

Примечания:

1 Настоящее Описание и приложения к нему должны быть постоянно приложены к Свидетельству EIAPP.

Свидетельство EIAPP должно сопровождать двигатель в течение срока его эксплуатации и постоянно находиться на судне.

- 2 Описание должно быть составлено по меньшей мере на английском, испанском или французском языке. Если используется также официальный язык выдающей страны, то в случае спора или разночтения предпочтение отдается этому языку.
- 3 Если не установлено иное, правилами, упомянутыми в настоящем Описании, являются правила [Приложения VI к Конвенции](#), а требованиями относительно технической документации и средств проверки двигателя являются обязательные требования Технического кодекса по NOx 2008 года.

1 Сведения о двигателе

- 1.1 Название и адрес изготовителя
- 1.2 Место изготовления двигателя
- 1.3 Дата изготовления двигателя
- 1.4 Место предварительного сертификационного освидетельствования
- 1.5 Дата предварительного сертификационного освидетельствования
- 1.6 Тип двигателя и номер модели
- 1.7 Серийный номер двигателя
- 1.8 Если применимо, двигатель является базовым двигателем или двигателем следующего семейства двигателей или группы двигателей
- 1.9 Сведения об отдельном двигателе или семействе двигателей/группе двигателей:
 - 1.9.1 Ссылка на одобрение
 - 1.9.2 Значения или диапазоны номинальных мощности (кВт) и частоты вращения (об/мин)
 - 1.9.3 Испытательный(ые) цикл(ы)
 - 1.9.4 Спецификация жидкого топлива для базового(ых) двигателя(ей)
 - 1.9.5 Применимый предел выбросов NOx (г/кВт×ч), правило 13.3, 13.4 или 13.5.1 (ненужное зачеркнуть)
 - 1.9.6 Значение выбросов из базового(ых) двигателя(ей) (г/кВт×ч)

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

2 Сведения о технической документации

Техническая документация, требуемая [главой 2](#) Технического кодекса по NOx, является неотъемлемой частью Свидетельства EIAPP и должна всегда сопровождать двигатель в течение срока его эксплуатации и всегда находиться на судне.

- 2.1 Идентификационный номер/номер одобрения технической документации
- 2.2 Дата одобрения технической документации

3 СПЕЦИФИКАЦИИ ПРОЦЕДУР ПРОВЕРКИ NOX НА СУДНЕ

Спецификации процедур проверки NOx на судне, требуемых [главой 6](#) Технического кодекса по NOx, являются неотъемлемой частью Свидетельства EIAPP и должны всегда сопровождать двигатель в течение срока его эксплуатации и всегда находиться на судне.

3.1 Метод сверки параметров двигателя:

3.1.1 Идентификационный номер/номер одобрения

3.1.2 Дата одобрения

3.2 Метод непосредственных измерений и мониторинга:

3.2.1 Идентификационный номер/номер одобрения

3.2.2 Дата одобрения

В качестве альтернативы может применяться метод упрощенных измерений в соответствии с 6.3 Технического кодекса по NOx.

Выдано в

(Место выдачи свидетельства)

(дд.мм.гггг)

(Дата выдачи) (Подпись надлежащим образом уполномоченного должностного лица, выдавшего свидетельство)

(Печать или штамп организации)

ДОБАВЛЕНИЕ 2

СХЕМЫ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ И СЕРТИФИКАЦИИ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

(См. [2.2.9](#) и [2.3.11](#) Технического кодекса по NOx)

Руководство по соответствию освидетельствованиям и сертификации судовых дизельных двигателей, описанным в [главе 2 настоящего Кодекса](#), приведено на рис.1, 2 и 3 настоящего добавления:

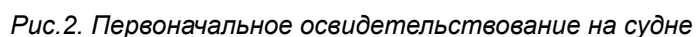
Рис.1: Предварительное сертификационное освидетельствование на предприятии изготовителя

Рис.2: Первоначальное освидетельствование на судне

Рис.3: Освидетельствование для возобновления свидетельства, ежегодное или промежуточное освидетельствование на судне

Примечание. На этих схемах не показаны критерии сертификации существующего двигателя, как требуется правилом 13.7.





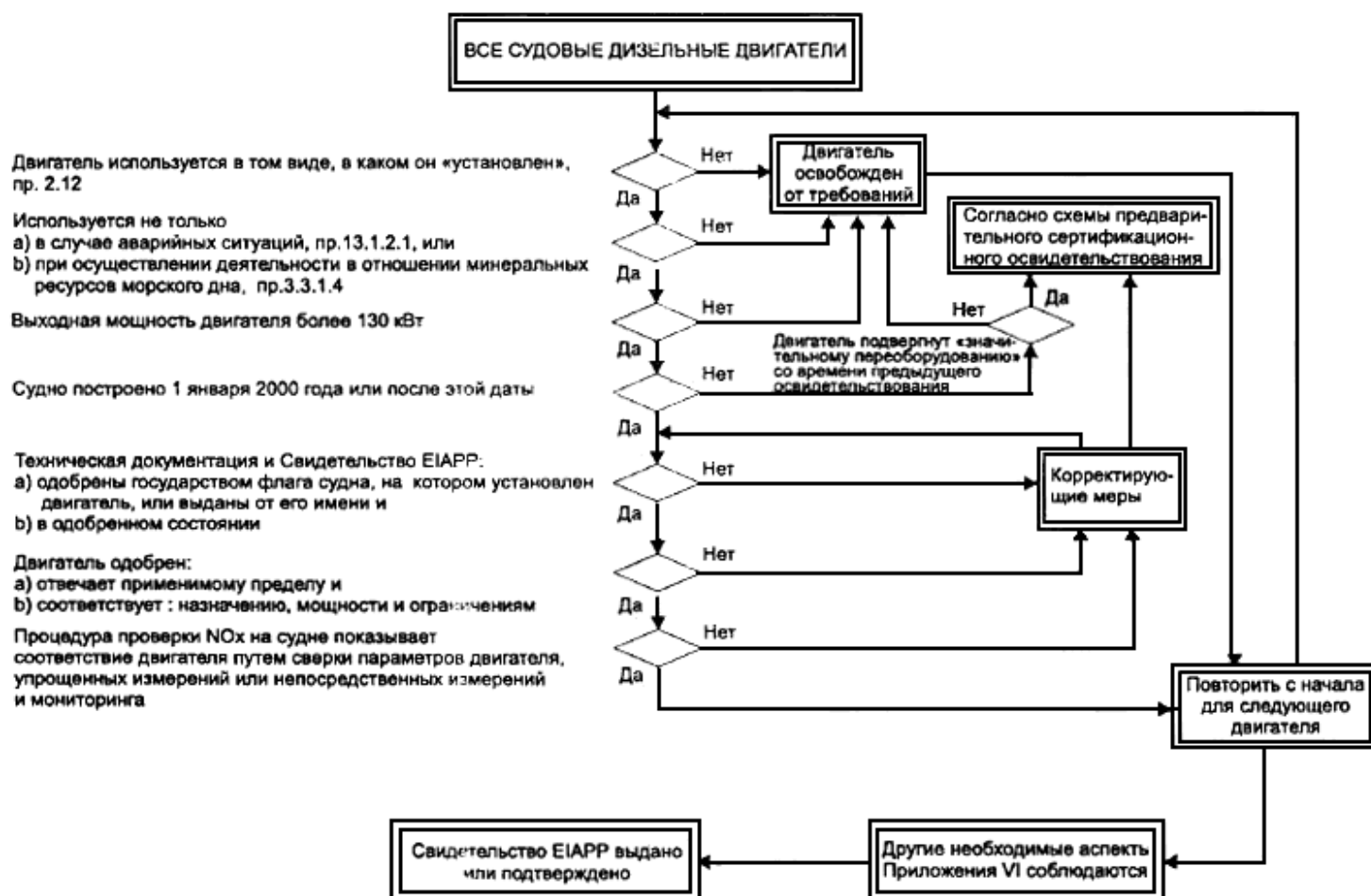


Рис.3. Освидетельствование для возобновления свидетельства, ежегодное или промежуточное освидетельствование на судне

Добавление 3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АНАЛИЗАТОРАМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ГАЗА В ВЫБРОСАХ ИЗ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

(См. главу 5 Технического кодекса по NOx)

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 На рис.1 показаны компоненты, входящие в систему анализа отработавших газов для определения концентраций CO, CO₂, NOx, HC и O₂. Все компоненты в пробоотборном тракте должны поддерживаться при температурах, установленных для соответствующих систем.

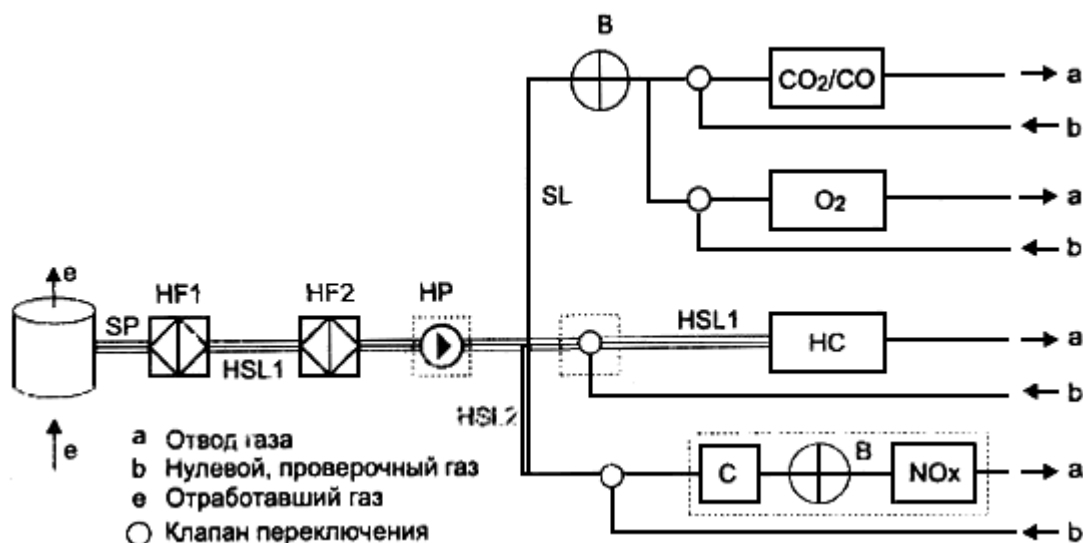


Рис.1. Устройство системы анализа отработавших газов

1.2 Система анализа отработавших газов должна включать следующие компоненты. В соответствии с [главой 5](#) Кодекса могут допускаться равноценные устройства и компоненты при условии одобрения Администрацией.

.1 SP - пробоборник неочищенных отработавших газов

Прямой пробоборник с закрытым концом и несколькими отверстиями из нержавеющей стали. Внутренний диаметр не должен превышать внутреннего диаметра пробоборной магистрали. Толщина стенок пробоборника не должна превышать 1 мм. Должно быть минимум три отверстия в трех различных радиальных плоскостях, имеющих размеры для отбора проб приблизительно из одного и того же потока. Проба всех компонентов неочищенных отработавших газов может отбираться с помощью одного или двух пробоборников, расположенных в непосредственной близости от анализаторов и распределяться по различным анализаторам.

Примечание. Если пульсации отработавших газов или вибрации двигателя могут влиять на пробоборник, то при условии одобрения Администрацией толщина стенок пробоборника может быть увеличена.

.2 HSL1 - нагреваемая пробоборная магистраль

Пробоборная магистраль обеспечивает подачу пробы газа из одного пробоборника в точку(точки) распределения и анализатор HC. Пробоборная магистраль должна быть изготовлена из нержавеющей стали или тефлона (ПТФЭ) и иметь внутренний диаметр минимум 4 мм и максимум 13,5 мм. Температура отработавших газов в пробоборнике должна быть не менее 190°C. Температура отработавших газов, направляемых из точки отбора проб в анализатор, должна поддерживаться с помощью нагреваемого фильтра и нагреваемой передаточной линии с температурой стенки 190°C ± 10°C.

Если температура отработавших газов в пробоборнике превышает 190°C, должна поддерживаться температура стенки более 180°C.

Непосредственно перед нагреваемым фильтром и анализатором HC должна поддерживаться температура газа 190°C ± 10°C.

.3 HSL2 - нагреваемая пробоборная магистраль для NOx

Пробоборная магистраль должна быть изготовлена из нержавеющей стали или ПТФЭ и поддерживать температуру стенки от 55°C до 200°C вплоть до конвертера C, когда используется охлаждающее устройство B, и вплоть до анализатора, когда охлаждающее устройство B не используется.

.4 HF1 - нагреваемый фильтр предварительной очистки (факультативный)

Требуемая температура должна быть такой же, что и для HSL1.

.5 HF2 - нагреваемый фильтр

Фильтр должен извлекать любые твердые частицы из пробы газа до анализатора. Температура должна быть такой же, что и для HSL1. При необходимости фильтр должен заменяться.

.6 HP - нагреваемый насос для отбора проб (факультативный)

Насос должен нагреваться до температуры HSL1.

.7 SL - пробоотборная магистраль для CO, CO₂ и O₂

Магистраль должна быть изготовлена из ПТФЭ или нержавеющей стали. Она может быть нагреваемой или ненагреваемой.

.8 CO₂/CO - анализаторы двуокиси углерода и окиси углерода

Недиспергирующего инфракрасного (НДИ) абсорбционного типа. В единый блок анализаторов включаются либо отдельные анализаторы, либо две функции.

.9 HC - анализатор углеводородов

Пламенно-ионизационный детектор (ПИД). Температура должна поддерживаться на уровне 180°C-200°C.

.10 NO_x - анализатор окислов азота

Хемилюминесцентный детектор (ХЛД) или нагреваемый хемилюминесцентный детектор (НХЛД). Если используется НХЛД, его температура должна поддерживаться на уровне 55°C-200°C.

Примечание. В приведенном устройстве измерение NO_x производится в сухих газах. Измерения NO_x могут также производиться во влажных газах, и в этом случае анализатор должен быть типа НХЛД.

.11 C - конвертер

Конвертер должен использоваться для каталитической очистки и преобразования NO₂ в NO до анализа в ХЛД или НХЛД.

.12 O₂ - анализатор кислорода

Парамагнитный детектор (ПМД), датчик на основе двуокиси циркония (ДДЦ) или электрохимический датчик (ЭХД).

Примечание. В приведенном устройстве измерение O₂ производится в сухих газах. Измерения O₂ могут также производиться во влажных газах, и в этом случае анализатор должен быть типа ДДЦ.

.13 В - охлаждающее устройство

Для охлаждения и конденсации воды из пробы отработавших газов. Охлаждающее устройство должно поддерживаться при температуре от 0°C до 4°C с помощью льда или холодильного устройства. Если вода удаляется путем конденсации, температура или точка росы пробы газа должна контролироваться либо в водоотделителе, либо на стороне выпуска. Температура или точка росы пробы газа не должна превышать 7°C.

1.3 Диапазон измерений у анализаторов должен соответствовать точности, требуемой для измерения концентраций компонентов отработавших газов (см. 1.6 и 5.9.7.1 Кодекса). Рекомендуется, чтобы анализаторы работали таким образом, чтобы измеренное значение концентрации находилось в диапазоне от 15% до 100% полной

шкалы. При этом полная шкала относится к используемому диапазону измерений.

1.4 Если значение полной шкалы составляет 155 млн^{-1} (или $\text{млн}^{-1} \text{ С}$) или менее, или если используются считывающие системы (компьютеры, регистраторы данных), которые обеспечивают достаточную точность и разрешающую способность в диапазоне ниже 15% полной шкалы, то также допускаются значения концентрации менее 15% полной шкалы. В этом случае должны производиться дополнительные калибровки для обеспечения точности калибровочных кривых.

1.5 Электромагнитная совместимость (ЭМС) оборудования должна быть на уровне, обеспечивающем сведение к минимуму дополнительных погрешностей.

1.6 Точность

1.6.1 Определения

ISO 5725-1: Техническое исправление 1:1998 - Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения, техническое исправление 1.

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

ISO 5725-2: 1994 - Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений.

1.6.2 Показания анализатора не должны отклоняться от номинальной точки калибровки более чем на $\pm 2\%$ от показания во всем диапазоне измерений, за исключением нуля, или $\pm 0,3\%$ полной шкалы, в зависимости от того, что больше. Точность должна определяться в соответствии с требованиями к калибровке, установленными в [разделе 5 добавления 4 к настоящему Кодексу](#).

1.7 Прецизионность

Прецизионность, определяемая как в 2,5 раза превышающая стандартное отклонение 10 повторных откликов на данный калибровочный или поверочный газ, не должна превышать $\pm 1\%$ концентрации полной шкалы для каждого диапазона, используемого выше 100 млн^{-1} (или $\text{млн}^{-1} \text{ С}$), или $\pm 2\%$ каждого диапазона, используемого ниже 100 млн^{-1} (или $\text{млн}^{-1} \text{ С}$).

1.8 Шум

Реакция анализатора от максимума до максимума на нулевой и калибровочный или поверочный газы через каждые 10 секунд не должна превышать 2% полной шкалы во всех используемых диапазонах.

1.9 Дрейф нуля

Нулевой отклик определяется как среднее значение отклика, включая шум, на нулевой газ в течение 30 секунд. Дрейф нуля в течение одного часа должен быть менее 2% полной шкалы в самом низком используемом диапазоне.

1.10 Дрейф поверочного сигнала

Поверочный сигнал определяется как среднее значение отклика, включая шум, на поверочный газ в течение 30 секунд. Дрейф поверочного сигнала в течение одного часа должен быть менее 2% полной шкалы в самом низком используемом диапазоне.

2 ОСУШЕНИЕ ГАЗА

Отработавшие газы могут измеряться на влажной или сухой основе. Газоосушительное устройство, если оно используется, должно оказывать минимальное влияние на состав измеряемых газов. Химические осушители

неприемлемы для удаления воды из пробы.

3 АНАЛИЗАТОРЫ

В разделах 3.1-3.5 описываются используемые принципы измерений. Подлежащие измерению газы должны анализироваться с помощью следующих приборов. Для нелинейных анализаторов допускается использование линеаризирующих преобразователей.

3.1 Анализ окиси углерода (CO)

Анализатор окиси углерода должен быть недиспергирующего инфракрасного (ИДИ) абсорбционного типа.

3.2 Анализ двуокиси углерода (CO₂)

Анализатор двуокиси углерода должен быть недиспергирующего инфракрасного (ИДИ) абсорбционного типа.

3.3 Анализ углеводородов (HC)

Анализатор углеводородов должен быть пламенно-ионизационным детектором (ПИД), у которого чувствительный элемент, клапаны, трубопроводы и соответствующие компоненты нагреваются, с тем чтобы поддерживать температуру газа в пределах $190^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$.

3.4 Анализ окислов азота (NO_x)

Анализатором окислов азота должен быть хемилюминесцентный детектор (ХЛД) или нагреваемый хемилюминесцентный детектор (НХЛД) с конвертером NO₂/NO, если измерения производятся в сухих газах. Если измерения производятся во влажных газах, то должен использоваться НХЛД с нагревом конвертера до температуры более 55°C при условии выполнения проверки подавляющего влияния воды (см. [раздел 9.2.2 добавления 4 к настоящему Кодексу](#)). Пробоотборный тракт как для ХЛД, так и для НХЛД должен поддерживаться при температуре стенки 55°C - 200°C вплоть до конвертера для измерений в сухих газах и вплоть до анализатора для измерений во влажных газах.

3.5 Анализ кислорода (O₂)

Анализаторами кислорода должны быть парамагнитный детектор (ПМД), датчик на основе двуокиси циркония (ДДЦ) или электрохимический датчик (ЭХД).

Добавление 4

КАЛИБРОВКА АНАЛИТИЧЕСКИХ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

(См. [главы 4, 5 и 6 Технического кодекса по NO_x](#))

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Каждый анализатор, используемый для измерения параметров двигателя, должен калиброваться так часто, как это необходимо, в соответствии с требованиями настоящего добавления.

1.2 Если не указано иное, все результаты измерений, данные испытаний или расчетов, требуемые настоящим добавлением, должны регистрироваться в протоколе испытаний двигателя в соответствии с разделом 5.10 настоящего Кодекса.

1.3 Точность измерительных приборов

1.3.1 Калибровка всех измерительных приборов должна соответствовать требованиям, изложенным в таблицах 1, 2, 3 и 4, а также стандартам, признанным Администрацией. Администрация может потребовать дополнительные измерения двигателя, и используемые дополнительные измерительные приборы должны соответствовать надлежащему стандарту отклонения и сроку действия калибровки.

1.3.2 Приборы должны калиброваться:

.1 через промежутки времени, не превышающие приведенных в таблицах 1, 2, 3 и 4; или

.2 в соответствии с альтернативными процедурами и сроками действия калибровки при условии представления таких предложений заблаговременно до испытаний и одобрения Администрацией.

Примечание. Приведенные в таблицах 1, 2, 3 и 4 отклонения относятся к окончательной зарегистрированной величине с учетом системы сбора данных.

ТАБЛИЦА 1

Допустимые отклонения и сроки действия калибровки приборов при измерениях параметров двигателя на испытательном стенде

N	Измерительный прибор	Допустимое отклонение	Срок действия калибровки (месяцы)
1	Частота вращения двигателя	$\pm 2\%$ от показания или $\pm 1\%$ от максимального значения двигателя, в зависимости от того, что больше	3
2	Крутящий момент	$\pm 2\%$ от показания или $\pm 1\%$ от максимального значения двигателя, в зависимости от того, что больше	3
3	Мощность (при непосредственном измерении)	$\pm 2\%$ от показания или $\pm 1\%$ от максимального значения двигателя, в зависимости от того, что больше	3
4	Расход топлива	$\pm 2\%$ от максимального значения двигателя	6
5	Расход воздуха	$\pm 2\%$ от показания или $\pm 1\%$ от максимального значения двигателя, в зависимости от того, что больше	6
6	Расход отработавших газов	$\pm 2,5\%$ от показания или $\pm 1,5\%$ от максимального значения двигателя, в зависимости от того, что больше	6

ТАБЛИЦА 2

Допустимые отклонения и сроки действия калибровки приборов при измерениях других основных параметров на испытательном стенде

N	Измерительный прибор	Допустимое отклонение	Срок действия калибровки (месяцы)
1	Температуры $\leq 327^{\circ}\text{C}$	$\pm 2^{\circ}\text{C}$ от абсолютной величины	3
2	Температуры $> 327^{\circ}\text{C}$	$\pm 1\%$ от показания	3
3	Давление отработавших газов	$\pm 0,2$ кПа от абсолютной величины	3
4	Давление надувочного воздуха	$\pm 0,3$ кПа от абсолютной величины	3
5	Атмосферное давление	$\pm 0,1$ кПа от абсолютной величины	3
6	Другие давления ≤ 1000 кПа	± 20 кПа от абсолютной величины	3
7	Другие давления > 1000 кПа	$\pm 2\%$ от показания	3
8	Относительная влажность	$\pm 3\%$ от абсолютной величины	1

ТАБЛИЦА 3

Допустимые отклонения и сроки действия калибровки приборов при измерениях параметров двигателя на судне, когда двигатель уже прошел предварительную сертификацию

N	Измерительный прибор	Допустимое отклонение	Срок действия калибровки (месяцы)
1	Частота вращения двигателя	$\pm 2\%$ от максимального значения двигателя	12
2	Крутящий момент	$\pm 5\%$ от максимального значения двигателя	12
3	Мощность (при непосредственном измерении)	$\pm 5\%$ от максимального значения двигателя	12
4	Расход топлива	$\pm 4\%$ от максимального значения двигателя	12
5	Расход воздуха	$\pm 5\%$ от максимального значения двигателя	12
6	Расход отработавших газов	$\pm 5\%$ от максимального значения двигателя	12

ТАБЛИЦА 4

Допустимые отклонения и сроки действия калибровки приборов при измерениях других основных параметров на судне, когда двигатель уже прошел предварительную сертификацию

N	Измерительный прибор	Допустимое отклонение	Срок действия калибровки (месяцы)
1	Температуры $\leq 327^{\circ}\text{C}$	$\pm 2^{\circ}\text{C}$ от абсолютной величины	12
2	Температуры $> 327^{\circ}\text{C}$	$\pm 15^{\circ}\text{C}$ от абсолютной величины	12
3	Давление отработавших газов	$\pm 5\%$ от максимального значения двигателя	12
4	Давление наддувочного воздуха	$\pm 5\%$ от максимального значения двигателя	12
5	Атмосферное давление	$\pm 0,5\%$ от показания	12
6	Другие давления	$\pm 5\%$ от показания	12
7	Относительная влажность	$\pm 3\%$ от абсолютной величины	6

2 КАЛИБРОВОЧНЫЕ ГАЗЫ, А ТАКЖЕ НУЛЕВЫЕ И ПОВЕРОЧНЫЕ ГАЗЫ

Необходимо обращать внимание на срок годности всех калибровочных, а также поверочных и нулевых газов. Истечение срока годности калибровочных, а также нулевых и поверочных газов, указанного изготовителем, должно регистрироваться.

2.1 Чистые газы (включая нулевые газы)

2.1.1 Требуемая чистота газов определяется пределами загрязнения, приведенными ниже. Должны иметься в наличии следующие газы:

.1 очищенный азот (примеси: $\leq 1 \text{ млн}^{-1} \text{ C}$, $\leq 1 \text{ млн}^{-1} \text{ CO}$, $\leq 400 \text{ млн}^{-1} \text{ CO}_2$, $\leq 0,1 \text{ млн}^{-1} \text{ NO}$);

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

- .2 очищенный кислород (чистота > 99,5% O_2 по объему);
- .3 смесь водорода с гелием ($40 \pm 2\%$ водорода, остальное - гелий) (примеси: $\leq 1 \text{ млн}^{-1} \text{ C}$, $\leq 400 \text{ млн}^{-1} \text{ C O}_2$); и
- .4 очищенный синтетический воздух (примеси: $\leq 1 \text{ млн}^{-1} \text{ C}$, $\leq 1 \text{ млн}^{-1} \text{ CO}$, $\leq 400 \text{ млн}^{-1} \text{ C O}_2$, $\leq 0,1 \text{ млн}^{-1} \text{ NO}$) (содержание кислорода 18%-21% по объему).

2.2 Калибровочные и поверочные газы

2.2.1 Должны иметься в наличии смеси газов следующего химического состава:

- .1 CO и очищенный азот;
- .2 NOx и очищенный азот (количество $N O_2$ в этом калибровочном газе не должно превышать 5% содержания NO);
- .3 O_2 и очищенный азот;
- .4 $C O_2$ и очищенный азот; и
- .5 CH_4 и очищенный синтетический воздух или $C_3 H_8$ и очищенный синтетический воздух.

Примечание. Допускаются другие сочетания газов, при условии что газы не реагируют друг с другом.

2.2.2 Истинная концентрация калибровочного и поверочного газов должна быть в пределах $\pm 2\%$ номинального значения. Все концентрации калибровочного газа должны даваться на объемной основе (% по объему или млн^{-1} по объему).

2.2.3 Используемые для калибровки и поверки газы могут быть также получены посредством прецизионных смесителей (делители газов) - разбавления очищенными N_2 или синтетическим воздухом. Точность смесительного устройства должна быть такой, чтобы концентрация смешанных калибровочных газов находилась в пределах $\pm 2\%$. Эта точность подразумевает, что используемые для смешивания основные газы должны быть известны с точностью до по меньшей мере $\pm 1\%$ в соответствии с национальными или международными стандартами газов. Проверка должна осуществляться в диапазоне от 15 до 50% полной шкалы для каждой калибровки, включающей смеситель. При желании смеситель может быть проверен с помощью прибора, являющегося по характеру линейным, например с помощью ХЛД с использованием газа NO. Поверочный сигнал прибора должен быть отрегулирован с помощью поверочного газа, непосредственно подводимого к прибору. Смеситель должен проверяться в точках использованных установок, а номинальное значение должно сравниваться с измеренной прибором концентрацией. Эта разница в каждой точке должна быть в пределах $\pm 1\%$ номинального значения. Эта линейная проверка делителя газов не должна производиться с помощью газоанализатора, который был ранее линеаризован с этим же делителем газов.

2.2.4 Газы для проверки влияния кислорода должны содержать пропан или метан с содержанием углеводородов $350 \text{ млн}^{-1} \text{ C} \pm 75 \text{ млн}^{-1} \text{ C}$. Должна определяться концентрация по отношению к погрешностям калибровочного газа путем хроматографического анализа общего содержания углеводородов плюс примеси или путем динамического выпуска. Основным разбавителем должен быть азот, остальным - кислород. Требуемые смеси перечислены в таблице 5.

Таблица 5

ГАЗЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ВЛИЯНИЯ КИСЛОРОДА

Концентрация O_2	Баланс
21 (20-22)	Азот

10 (9-11)	Азот
5 (4-6)	Азот

3 ПОРЯДОК ЭКСПЛУАТАЦИИ АНАЛИЗАТОРОВ И СИСТЕМЫ ОТБОРА ПРОБ

Порядок эксплуатации анализаторов должен соответствовать инструкциям изготовителя прибора по пуску и эксплуатации. Должны быть включены минимальные требования, приведенные в разделах 4-9.

4 ИСПЫТАНИЕ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

4.1 Должно быть проведено испытание системы на герметичность. Пробоотборник должен быть отсоединен от выпускной системы, а его вход должен быть заглушен. Должен быть включен насос анализатора. После начального периода стабилизации все расходомеры должны показывать нули. В противном случае пробоотборная магистраль должна быть проверена, а дефекты должны быть устранены.

4.2 Максимальная допустимая потеря вакуума должна составлять 0,5% от эксплуатационного расхода на проверяемом участке системы. Для оценки эксплуатационного расхода могут использоваться расходы через анализатор и байпас.

4.3 Другим методом является ступенчатое изменение концентрации на входе пробоотборной магистрали путем переключения с нулевого газа на поверочный. Если после надлежащего периода времени отмечается показание пониженной концентрации по сравнению с введенной, то это свидетельствует о необходимости калибровки или о наличии утечки.

4.4 С одобрения Администрации могут допускаться другие меры.

5 ПРОЦЕДУРА КАЛИБРОВКИ

5.1 Комплекс приборов

Должны быть произведены калибровка комплекса приборов и проверка калибровочных кривых на стандартных газах. Должны использоваться те же расходы газов, что и при отборе проб отработавших газов.

5.2 Время прогрева

Время прогрева должно соответствовать рекомендациям изготовителя анализатора. Если оно не указано, то для прогрева анализаторов рекомендуется минимум два часа.

5.3 Анализаторы типа НДИА и НПВД

Анализатор типа НДИА должен быть настроен, как это необходимо. Пламя НПВД должно быть оптимизировано, как это необходимо.

5.4 Калибровка

5.4.1 Каждый обычно используемый рабочий диапазон должен быть откалиброван. Анализаторы должны быть откалиброваны не более чем за 3 месяца до использования для испытаний либо в ходе ремонта или замены системы, которые могут повлиять на калибровку, либо в соответствии с предусмотренным в 1.3.2.2.

5.4.2 С помощью очищенного синтетического воздуха (или азота) анализаторы CO, CO₂, NO_x и O₂ должны быть установлены на нуль. Анализатор типа НПВД должен быть установлен на нуль с помощью очищенного синтетического воздуха.

5.4.3 В анализаторы должны быть введены соответствующие калибровочные газы, зарегистрированы отклики и построена соответствующая калибровочная кривая.

5.5 Построение калибровочной кривой

5.5.1 Общие руководящие принципы

5.5.1.1 Калибровочная кривая должна строиться по меньшей мере по шести калибровочным точкам (исключая нуль), приблизительно равномерно распределенным в рабочем диапазоне от нуля до самой большой величины, ожидаемой во время испытаний на выбросы.

5.5.1.2 Калибровочная кривая рассчитывается методом наименьших квадратов. Может использоваться наиболее пригодное линейное или нелинейное уравнение.

5.5.1.3 Калибровочные точки не должны отличаться от наиболее пригодной линии наименьших квадратов более чем на $\pm 2\%$ от показания или $\pm 0,3\%$ полной шкалы, в зависимости от того, что больше.

5.5.1.4 Установка на нуль должна быть перепроверена, а процедура калибровки, если необходимо, повторена.

5.5.1.5 Могут использоваться альтернативные методы калибровки (например, компьютер, электронный переключатель диапазонов и т.д.), если может быть доказана их равноценная точность, при условии одобрения Администрацией.

6 ПРОВЕРКА КАЛИБРОВКИ

6.1 Каждый обычно используемый рабочий диапазон должен проверяться перед каждым анализом в соответствии со следующей процедурой:

.1 калибровка должна проверяться с помощью нулевого и поверочного газов, номинальная величина которых должна быть более 80% полной шкалы диапазона измерений; и

.2 если для двух рассматриваемых точек полученное значение отличается не более чем на $\pm 4\%$ полной шкалы от заявленного исходного значения, то параметры регулировки могут быть изменены. В противном случае должна быть построена новая калибровочная кривая в соответствии с 5.5, выше.

7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ КОНВЕРТЕРА NOX

В соответствии с 7.1-7.8, ниже, должен быть определен коэффициент полезного действия (кпд) конвертера для преобразования N_2O в NO .

7.1 Испытательная установка

С помощью испытательной установки, схематически показанной ниже на рис.1, и указанной ниже процедуры должен быть определен посредством озонатора кпд конвертеров.

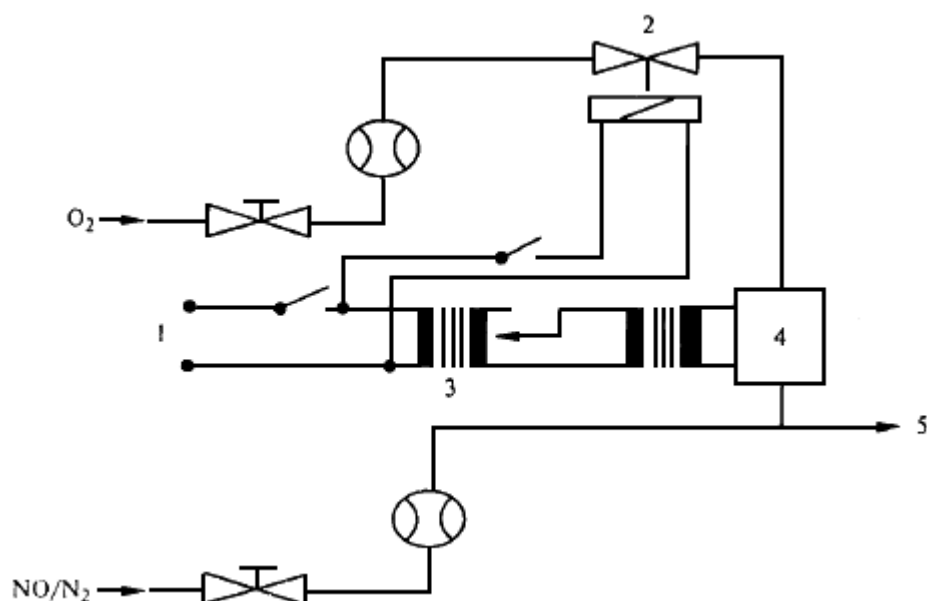


Рис.1. Схема устройства для определения КПД конвертера NOx

- 1 Переменный ток
2 Электромагнитный клапан
3 Автотрансформатор
4 Озонатор
5 К анализатору

7.2 Калибровка

ХЛД и НХЛД должны калиброваться в наиболее обычном рабочем диапазоне в соответствии со спецификациями изготовителя с помощью нулевого и поверочного газов (содержание NO в которых должно составлять около 80% рабочего диапазона, а концентрация NO₂ в газовой смеси - менее 5% концентрации NO). Анализатор NOx должен быть в режиме NO, с тем чтобы поверочный газ не проходил через конвертер. Отмечаемая концентрация должна быть зарегистрирована.

7.3 Расчет

КПД конвертера NOx должен рассчитываться следующим образом:

$$3. \quad E_{NOx} = \left(1 + \frac{a-b}{c-d} \right) \times 100^{(1)}$$

где a - концентрация NOx в соответствии с 7.6, ниже
 b - концентрация NOx в соответствии с 7.7, ниже
 c - концентрация NO в соответствии с 7.4, ниже
 d - концентрация NO в соответствии с 7.5, ниже

7.4 Добавление кислорода

7.4.1 В поток газа через тройник должен непрерывно добавляться кислород или очищенный воздух до тех пор, пока отмечаемая концентрация не станет примерно на 20% меньше отмечаемой калибровочной концентрации, приведенной выше в 7.2. Анализатор должен быть в режиме NO.

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

7.4.2 Отмечаемая концентрация c должна быть зарегистрирована. В течение всего процесса озонатор должен быть отключен.

7.5 Приведение в действие озонатора

Теперь озонатор должен быть приведен в действие и вырабатывать количество озона, достаточное для уменьшения концентрации NO примерно до 20% (минимум 10%) от калибровочной концентрации, приведенной выше в 7.2. Отмечаемая концентрация d должна быть зарегистрирована. Анализатор должен быть в режиме NO.

7.6 Режим NOx

Затем анализатор NO должен быть переключен в режим NOx, с тем чтобы газовая смесь (состоящая из NO, NO₂, O₂ и N₂) проходила теперь через конвертер. Отмечаемая концентрация a должна быть зарегистрирована. Анализатор должен быть в режиме NOx.

7.7 Выключение озонатора

Затем озонатор должен быть выключен. Газовая смесь, указанная выше в 7.6, проходит через конвертер в детектор. Отмечаемая концентрация b должна быть зарегистрирована. Анализатор должен быть в режиме NOx.

7.8 Режим NO

При переключении в режим NO с выключенным озонатором поток кислорода или синтетического воздуха также должен быть перекрыт. Показание NOx анализатора не должно отклоняться более чем на $\pm 5\%$ от значения, измеренного в соответствии с 7.2, выше. Анализатор должен быть в режиме NO.

7.9 Частота проверок

Кпд конвертера должен проверяться перед каждой калибровкой анализатора NOx.

7.10 Требование относительно кпд

Кпд конвертера должен быть не ниже 90%.

8 РЕГУЛИРОВКА НПВД

8.1 Оптимизация отклика детектора

8.1.1 НПВД должен быть отрегулирован в соответствии с указаниями изготовителя прибора. Для оптимизации отклика в наиболее общем рабочем диапазоне должен использоваться поверочный газ пропан в воздухе.

8.1.2 После установки расходов топлива и воздуха в соответствии с рекомендациями изготовителя в анализатор должен быть введен поверочный газ с концентрацией 350 ± 75 млн⁻¹ C. Отклик при данном расходе топлива должен определяться по разнице между откликом поверочного газа и откликом нулевого газа. Расход топлива должен быть постепенно отрегулирован до величин выше и ниже спецификации изготовителя. Поверочный и нулевой отклик при этих расходах топлива должен быть зарегистрирован. Разница между поверочным и нулевым откликом должна быть нанесена на график, а расход топлива должен быть отрегулирован по верхней части кривой. Это - первоначальная установка расхода, которая может потребовать дополнительную оптимизацию в зависимости от результатов факторов отклика на углеводороды и проверки влияния кислорода в соответствии с 8.2 и 8.3.

8.1.3 Если влияние кислорода или факторы отклика на углеводороды не отвечают нижеследующим спецификациям, расход воздуха должен быть постепенно отрегулирован до величин выше и ниже спецификаций изготовителя в соответствии с 8.2 и 8.3 для каждого расхода.

8.1.4 По желанию оптимизация может осуществляться с использованием альтернативных процедур при условии одобрения Администрацией.

8.2 Факторы отклика на углеводороды

8.2.1 Анализатор должен быть откалиброван с помощью пропана в воздухе и очищенного синтетического воздуха в соответствии с 5.

8.2.2 Факторы отклика должны определяться при вводе анализатора в эксплуатацию и после значительных перерывов в работе. Фактор отклика (r_h) для конкретного углеводорода является отношением показания млн⁻¹ С НПД к концентрации газа в баллоне, выраженным в млн⁻¹ С.

8.2.3 Концентрация эталонного газа должна быть на уровне, обеспечивающем отклик приблизительно 80% полной шкалы. Концентрация должна быть известна с точностью $\pm 2\%$ в отношении гравиметрического стандарта, выраженного в объеме. Кроме того, газовый баллон должен быть выдержан в течение 24 часов при температуре $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

8.2.4 Используемые эталонные газы и рекомендуемые относительные диапазоны факторов отклика следующие:

- метан и очищенный синтетический воздух $1,00 \leq r_h \leq 1,15$
- пропилен и очищенный синтетический воздух $0,90 \leq r_h \leq 1,1$
- толуол и очищенный синтетический воздух $0,90 \leq r_h \leq 1,1$

Эти величины относятся к величине r_h , составляющей 1 для пропана и очищенного синтетического воздуха.

8.3 Проверка влияния кислорода

8.3.1 Проверка влияния кислорода должна выполняться при вводе анализатора в эксплуатацию и после значительных перерывов в работе.

8.3.2 Должен быть выбран диапазон, в котором газы для проверки влияния кислорода окажутся в пределах верхних 50%. Испытание должно проводиться с установкой температуры в термокамере, как требуется. Газы для проверки влияния кислорода указаны в 2.2.4.

.1 Анализатор должен быть установлен на нуль.

.2 В анализатор должна быть подана смесь, содержащая 21% кислорода.

.3 Нулевой отклик должен быть перепроверен. Если он изменился более чем на 0,5% полной шкалы (ПШ), должны быть повторены операции 8.3.2.1 и 8.3.2.2.

.4 Должны быть введены газы для проверки влияния кислорода 5% и 10%.

.5 Нулевой отклик должен быть перепроверен. Если он изменился более чем на $\pm 1\%$ полной шкалы, испытание должно быть повторено.

.6 Влияние кислорода (%O₂I) должно рассчитываться для каждой смеси, указанной в операции .4, следующим образом:

$$\% O_2 I = \frac{(B - \text{отклик анализатора})}{B} \times 100, \quad (2)$$

где отклик анализатора = $(A/\% \text{ ПШ при } A) \times (\% \text{ ПШ при } B)$,

где A - концентрация углеводорода, в $\text{млн}^{-1} \text{ С}$ (микролитры на литр), в поверочном газе, используемом в 8.3.2.2

B - концентрация углеводорода ($\text{млн}^{-1} \text{ С}$) в газах для проверки влияния кислорода, используемых в 8.3.2.4

$$(\text{млн}^{-1} \text{ С}) = \frac{A}{D} \quad (3)$$

D - процент отклика анализатора полной шкалы ввиду A

.7 Процентная доля влияния кислорода ($\% \text{O}_2$) должна быть менее $\pm 3,0\%$ для всех требуемых газов для проверки влияния кислорода до испытаний.

.8 Если влияние кислорода более $\pm 3,0\%$, то величины расхода воздуха выше и ниже величин, указанных в спецификациях изготовителя, должны постепенно регулироваться, повторяя указанные в 8.1 операции для каждой величины расхода.

.9 Если влияние кислорода более $\pm 3,0\%$ после регулировки расхода воздуха, расход топлива и после этого расход пробы должны быть изменены, повторяя указанные в 8.1 операции для каждой новой установки.

.10 Если влияние кислорода по-прежнему более $\pm 3,0\%$, анализатор, топливо для НПВД или воздух в горелке должны быть отрегулированы или заменены до испытаний. Эта операция затем должна быть повторена с отремонтированным или замененным оборудованием или замененными газами.

9 ЭФФЕКТЫ ПОМЕХ В АНАЛИЗАТОРАХ CO , CO_2 , NOx И O_2

Газы, иные чем анализируемый газ, могут оказывать помехи на показания несколькими путями. Положительные помехи проявляются в приборах типа НДИА и ПМД, когда создающий помехи газ оказывает такое же воздействие, что и измеряемый, но в меньшей степени. Отрицательные помехи проявляются в приборах типа НДИА, когда создающий помехи газ расширяет полосу поглощения измеряемого газа, а в приборах типа ХЛД - когда создающий помехи газ подавляет излучение. Перед началом использования анализатора и после значительных перерывов в его работе должны производиться проверки помех, указанные в 9.1 и 9.2, но по меньшей мере один раз в год.

9.1 Проверка помех в анализаторе CO

Вода и CO_2 могут оказывать помехи на работу анализатора CO . Следовательно, поверочный газ CO_2 , имеющий концентрацию 80-100% полной шкалы максимального рабочего диапазона, используемого при испытаниях, должен барботироваться через воду комнатной температуры, а сигнал анализатора должен регистрироваться. Сигнал анализатора не должен превышать 1% полной шкалы для диапазонов, равных или больших 300 $\text{млн}(-1)$, или превышать 3 млн^{-1} для диапазонов ниже 300 млн^{-1} .

9.2 Проверки подавления сигнала в анализаторе NOx

Двумя газами, влияющими на работу анализаторов типа ХЛД (и НХЛД), являются CO_2 и водяной пар. Подавление сигнала этими газами пропорционально их концентрации, и поэтому требуется применение методики испытаний для определения подавления сигнала при самых высоких ожидаемых концентрациях во время испытаний.

9.2.1 Проверка подавления сигнала CO_2

9.2.1.1 Поверочный газ CO_2 , имеющий концентрацию 80-100% полной шкалы максимального рабочего диапазона, должен быть пропущен через анализатор типа НДИА, а значение CO_2 должно быть зарегистрировано как A . Затем он должен быть разбавлен приблизительно на 50% поверочным газом NO и пропущен через НДИА и (Н)ХЛД с

регистрацией значений CO_2 и NO как В и С соответственно. Затем подача CO_2 должна быть перекрыта и только поверочный газ NO должен быть пропущен через (Н)ХЛД, а значение NO должно быть зарегистрировано как D.

9.2.1.2 Подавление сигнала должно рассчитываться следующим образом.

$$E_{\text{CO}_2} = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100 \quad (4)$$

где

A - концентрация неразбавленного CO_2 , измеренная с помощью НДИА, в процентах по объему;

B - концентрация разбавленного CO_2 , измеренная с помощью НДИА, в процентах по объему;

C - концентрация разбавленного NO , измеренная с помощью (Н)ХЛД, в млн⁻¹; и

D - концентрация неразбавленного NO , измеренная с помощью (Н)ХЛД, в млн⁻¹.

9.2.1.3 Могут применяться альтернативные методы разбавления и дозирования поверочных газов CO_2 и NO , такие, как динамическое смешение/гомогенизация.

9.2.2 Проверка подавления сигнала водой

9.2.2.1 Эта проверка относится к измерению концентрации только во влажных газах. При расчете подавления сигнала водой должно учитываться разбавление поверочного газа NO водяными парами и пересчет концентрации водяных паров смеси в ожидаемую во время испытаний.

9.2.2.2 Поверочный газ NO , имеющий концентрацию 80-100% полной шкалы нормального рабочего диапазона, должен быть пропущен через НХЛД, а значение NO должно быть зарегистрировано как D. Затем поверочный газ NO должен барботироваться через воду с температурой $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ и пропускаться через НХЛД, а значение NO должно быть зарегистрировано как C. Должна быть определена и зарегистрирована как F температура воды. Должно быть определено и зарегистрировано как G давление насыщенного пара в смеси, которое соответствует температуре воды F в барботажной камере. Концентрация водяного пара (H в %) в смеси должна рассчитываться по формуле:

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{P_b} \right) \quad (5)$$

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

Ожидаемая концентрация разбавленного поверочного газа NO (в водяных парах) (De) должна рассчитываться по формуле:

$$De = D \times \left(1 - \frac{H}{100} \right) \quad (6)$$

Принимая отношение атомов H к C в топливе 1,8:1, на основе максимальной концентрации CO_2 A в отработавших газах должна определяться максимальная концентрация водяных паров (в %) в отработавших газах дизельного двигателя, ожидаемая во время испытаний, по формуле:

$$H_m = 0,9 \times A \quad (7)$$

и H_m должна регистрироваться.

9.2.2.3 Подавление сигнала водой должно рассчитываться по формуле:

$$E_{H_2O} = 100 \times \left(\frac{D_g - C}{D_g} \right) \times \left(\frac{H_m}{H} \right)^{(8)}$$

где

D_g - ожидаемая концентрация разбавленного NO в млн⁻¹;

C - концентрация разбавленного NO в млн⁻¹;

H_m - максимальная концентрация водяных паров в %; и

H - фактическая концентрация водяных паров в %.

Примечание. Важно, чтобы при этой проверке поверочный газ NO содержал NO₂ в минимальной концентрации, поскольку в расчетах подавления сигнала поглощение NO₂ в воде не учитывалось.

9.2.3 Максимально допустимое подавление сигнала

Максимально допустимое подавление сигнала должно быть:

.1 подавление сигнала CO₂ в соответствии с 9.2.1: 2% полной шкалы;

.2 подавление сигнала водой в соответствии с 9.2.2: 3% полной шкалы.

9.3 Помехи в анализаторе O₂

9.3.1 Реакция анализатора типа ПМД, вызываемая газами, иными чем кислород, сравнительно слабая. В таблице 6 показаны кислородные эквиваленты обычных составляющих отработавших газов.

ТАБЛИЦА 6

Кислородные эквиваленты

Газ	Эквивалентный O ₂ %
Углекислый газ (CO ₂)	- 0,623
Оксид углерода (CO)	- 0,354
Оксид азота (NO)	+ 44,4
Двуокись азота (NO ₂)	+ 28,7
Вода (H ₂ O)	- 0,381

9.3.2 Наблюдаемая концентрация кислорода должна быть откорректирована по следующей формуле:

$$E_{O_2} = \frac{(\text{эквивалентный } O_2 \times C_{\text{наблюдаемая}})}{100} \quad (9)$$

9.3.3 Для анализаторов типа ДДЦ и ЭХД помехи, создаваемые газами, иными чем кислород, должны быть скомпенсированы в соответствии с рекомендациями изготовителя и надлежащей технической практикой. Электрохимические датчики должны быть скомпенсированы на помехи CO₂ и NOx.

Добавление 5

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ БАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ И ДАННЫЕ ОБ ИСПЫТАНИЯХ

(См. [2.4.1.5](#) и [5.10](#) Технического кодекса по NOx)

РАЗДЕЛ 1
ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ БАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ - СМ. 5.10 КОДЕКСА

Протокол испытаний на выбросы N .. Лист 1/5

Двигатель

Изготовитель	
Тип двигателя	
Обозначение семейства или группы двигателей	
Серийный номер	
Номинальная частота вращения	об/мин
Номинальная мощность	кВт
Промежуточная частота вращения	об/мин
Максимальный крутящий момент при промежуточной частоте вращения	Н × м
Геометрический угол опережения впрыска	п.к.в° до ВМТ
Электронное управление впрыском	нет: да:
Регулируемый угол опережения впрыска	нет: да:
Изменяемая геометрия турбокомпрессора	нет: да:
Диаметр поршня	мм
Ход поршня	мм
Номинальная степень сжатия	
Среднее эффективное давление при номинальной мощности	кПа
Максимальное давление в цилиндре при номинальной мощности	кПа
Число и расположение цилиндров	Число: V: В линию:
Вспомогательные устройства	
Установленные условия окружающей среды:	
Максимальная температура забортной воды	°C
Максимальная температура надвучного воздуха, если применимо	°C
Спецификация системы охлаждения, промежуточный охладитель	нет: да:
Спецификация системы охлаждения, ступени наддува	
Заданные значения низкой/высокой температуры в системе охлаждения /	°C
Максимальное разрежение на впуске	кПа
Максимальное противодавление на выпуске	кПа
Спецификация жидкого топлива	
Температура жидкого топлива	°C
Результаты испытаний на выбросы:	
Цикл	

NOx

г/кВт × ч

Обозначение испытаний

Дата/время

Место испытаний/испытательный стенд

Номер испытаний

Инспектор

Дата и место составления протокола

Подпись

Протокол испытаний на выбросы N .. Лист 2/5

Сведения о семействе/группе двигателей (Общие спецификации)

Цикл сгорания	2-тактный/4-тактный
Охлаждающая среда	воздух/вода
Расположение цилиндров	запись требуется лишь в том случае, если применяются устройства для очистки отработавших газов
Способ всасывания	без наддува/с наддувом
Тип топлива, используемого на судне	дистиллят/дистиллят или тяжелое топливо/двойное
Камера сгорания	открытая/разделенная
Расположение органов газораспределения	головка/стенка цилиндра
Размеры и число органов газораспределения	
Тип топливной системы	

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

Прочие технические характеристики:

Рециркуляция отработавших газов	нет/да
Впрыск воды/эмульсии	нет/да
Ввод воздуха	нет/да
Система охлаждения наддувочного воздуха	нет/да
Последующая очистка отработавших газов	нет/да
Вид последующей очистки отработавших газов	
Двойное топливо	нет/да

Сведения о семействе/группе двигателей
(выбор базового двигателя для стендовых испытаний)

Обозначение семейства/группы	
Метод наддува	
Система охлаждения наддувочного воздуха	
Критерии выбора базового двигателя	Самая высокая величина выбросов NOx
Число цилиндров	
Макс. номинальная цилиндровая мощность	
Номинальная частота вращения	
Опережение впрыска топлива (диапазон)	
Выбранный базовый двигатель	Базовый
Испытательный(ые) цикл(ы)	

Протокол испытаний на выбросы N Лист 3/5

Сведения об испытательном стенде

Выпускная труба

Диаметр	мм
---------	----

Длина
м

Изоляция
нет: да:

Расположение пробоотборника

Измерительное оборудование

	Изгото- витель	Модель	Диапазон измерений	Конц. поверочного газа	Калибровка	Откло- нение калибровки
Анализатор						
Анализатор NOx			млн-1			%
Анализатор CO			млн-1			%
Анализатор CO ₂			%			%
Анализатор O ₂			%			%
Анализатор HC			млн-1	C		%
Частота вращения			об/мин			%
Крутящий момент			N × m			%
Мощность, если применимо			кВт			%
Расход топлива						%
Расход воздуха						%
Расход отработавших газов						%
Температуры						
На впуске хладагента наддувочного воздуха			°C			°C
Отработавших газов			°C			°C
Всасываемого воздуха			°C			°C
Наддувочного воздуха			°C			°C
Топлива			°C			°C
Давление						
Отработавших газов			кПа			кПа
Наддувочного воздуха			кПа			кПа
Атмосферное			кПа			кПа
Давление паров						
Всасываемого воздуха			кПа			%
Влажность						
Всасываемого воздуха			%			%

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОПЛИВА

Тип топлива			
Свойства топлива:		Анализ элементов топлива:	
Плотность	ISO 3675 кг/м ³	Углерод	% по массе
Вязкость	ISO 3104 мм ² /с	Водород	% по массе
Вода	ISO 3733 % по объему	Азот	% по массе
		Кислород	% по массе
		Сера	% по массе
		Низшая теплота сгорания	МДж/кг

Режим	12345678910
Мощность/крутящий момент %	
Частота вращения %	
Время начала режима	

Данные об окружающей среде

Атмосферное давление	кПа
Температура всасываемого воздуха	°C
Влажность всасываемого воздуха	г/кг
Относительная влажность (ОВ) всасываемого воздуха	%
Температура воздуха в датчике ОВ*	°C
Температура всасываемого воздуха по сухому термометру*	°C
Температура всасываемого воздуха по влажному термометру*	°C
Параметр условий испытаний, f _α	

* В зависимости от случая.

Данные о выбросах газов:

Концентрация NOx сух./вл.	млн-1
Концентрация CO	млн-1
Концентрация CO ₂	%
Концентрация O ₂ сух./вл.	%
Концентрация HC	млн-1 C
Поправочный коэффициент на влажность NOx, k _{hd}	
Поправочный коэффициент сух./вл., k _{wt}	
Массовый расход NOx	кг/ч
Массовый расход CO	кг/ч
Массовый расход CO ₂	кг/ч
Массовый расход O ₂	кг/ч
Массовый расход HC	кг/ч
Удельный выброс NOx	г/кВт×ч

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

Протокол испытаний на выбросы N Данные об испытании двигателя Лист 5/5

Режим	12345678910
Мощность/крутящий момент %	
Частота вращения %	
Время начала режима	

Данные о двигателе

Частота вращения	об/мин
Мощность вспомогательного оборудования	кВт
Установка динамометра	кВт
Мощность	кВт
Среднее эффективное давление	кПа
Положение рейки топливного насоса	мм

Нескорректированный удельный расход топлива г/кВт×ч	
Расход топлива	кг/ч или м ³ /ч*
Расход воздуха	кг/ч
Расход отработавших газов (<i>q_{теп}</i>)	кг/ч
Температура отработавших газов	°С
Противодавление на выпуске	кПа
Температура хладагента на входе в цилиндр	°С
Температура хладагента на выходе из цилиндра	°С
Температура наддувочного воздуха	°С
Исходная температура наддувочного воздуха	°С
Давление наддувочного воздуха	кПа
Температура жидкого топлива	°С

* В зависимости от случая.

РАЗДЕЛ 2 - ДАННЫЕ ОБ ИСПЫТАНИИ БАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ, ВКЛЮЧАЕМЫЕ В ТЕХНИЧЕСКУЮ ДОКУМЕНТАЦИЮ -

см. 2.4.1.5 Кодекса

Ссылка на семейство двигателей/группу двигателей

Базовый двигатель

Модель/тип	
Номинальная мощность	кВт
Номинальная частота вращения	об/мин

Жидкое топливо для испытания базового двигателя

Обозначение исходного топлива	
Сорт по ISO 8217:2005	
Углерод	% по массе
Водород	% по массе
Сера	% по массе
Азот	% по массе
Кислород	% по массе
Вода	% по объему

Измеренные данные (базовый двигатель)

Мощность/крутящий момент	%
Частота вращения	%
Точка режима	1 2 3 4 5 6 7 8

Рабочие характеристики двигателя

Мощность	кВт
Частота вращения	об/мин
Расход топлива	кг/ч
Расход всасываемого воздуха (вл./сух.)	кг/ч
Расход отработавших газов	кг/ч
Температура всасываемого воздуха	°С
Температура наддувочного воздуха	°С
Исходная температура надувочного воздуха	°С
Давление наддувочного воздуха	кПа

Дополнительные параметры, используемые для поправок на выбросы (указать)

Условия окружающей среды

Атмосферное давление	кПа
Относительная влажность (ОВ) всасываемого воздуха	%
Температура воздуха в датчике ОВ*	°С
Температура всасываемого воздуха по сухому термометру*	°С
Температура всасываемого воздуха по влажному термометру*	°С
Абсолютная влажность всасываемого воздуха*	г/кг

* В зависимости от случая.

Концентрации выбросов

NOx вл./сух.	млн-1
CO ₂	%
O ₂ вл./сух.	%
CO	млн-1
HC	млн-1 С

Рассчитанные данные (базовый двигатель)

Влажность всасываемого воздуха	г/кг
Влажность наддувочного воздуха	г/кг
Параметр условий испытаний, f_a	
Поправочный коэффициент пересчета с сухой на влажную основу, k_{wr}	
Поправочный коэффициент на влажность NOx, k_{hd}	
Расход отработавших газов	кг/ч
Расход NOx в выбросах	кг/ч
Дополнительные поправочные коэффициенты для выбросов (указать)	г/кВт×ч
Выбросы NOx	г/кВт×ч

Испытательный цикл

Величина выброса г/кВт×ч

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

Добавление 6

РАСЧЕТ МАССОВОГО РАСХОДА ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ (МЕТОД УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА)

(См. [главу 5 Технического кодекса по NOx](#))

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящее добавление посвящено расчету массового расхода отработавших газов на основе измерения концентрации отработавших газов, а также на знании расхода топлива. Символы и описания терминов и переменных величин, используемых в формулах измерения методом углеродного баланса, сведены в таблицу в введении к настоящему Кодексу.

1.2 Если не указано иное, все результаты расчетов, требуемых настоящим добавлением, должны быть отмечены в протоколе испытаний двигателя в соответствии с 5.10 Кодекса.

2 МЕТОД УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА, ПРОЦЕДУРА РАСЧЕТА В 1 ЭТАП

2.1 Этот метод заключается в расчете массового расхода отработавших газов по расходу топлива, составу топлива и концентрациям отработавших газов.

2.2 Массовый расход влажных отработавших газов:

$$q_{mew} = q_{mf} \times \left(\left(\frac{1,4 \times (w_{BET} \times w_{BET})}{\left(\frac{(1,4 \times w_{BET})}{f_c} + (w_{ALF} \times 0,08936) - 1 \right) \times \frac{1}{1,293} + f_{fd}} + (w_{ALF} \times 0,08936) - 1 \right) \times \left(1 + \frac{H_a}{100} \right) + 1 \right) \quad (1)$$

где f_{fd} - в соответствии с уравнением 2,

f_c - в соответствии с уравнением 3.

H_a - абсолютная влажность всасываемого воздуха в граммах воды на кг сухого воздуха, однако если $H_a \geq H_{SC}$, то H_{SC} должна использоваться вместо H_a в формуле 1.

Примечание. H_a может быть получена путем измерения относительной влажности, измерения точки росы, измерения давления паров или измерения с помощью психрометра с использованием общепринятых формул.

2.3 Коэффициент состава топлива f_{fd} для сухих отработавших газов рассчитывается путем сложения дополнительных объемов сгорания элементов топлива:

$$f_d = -0,055593 \times w_{ALF} + 0,008002 \times w_{DEL} + 0,0070046 \times w_{EPS} \quad (2)$$

2.4 Коэффициент углерода f_c - в соответствии с уравнением 3:

$$f_c = (c_{CO2d} - c_{CO2ad}) \times 0,5441 + \frac{c_{COd}}{18522} + \frac{c_{HCw}}{17355}, \quad (3)$$

где c_{CO2d} - концентрация сухого CO_2 в неочищенных отработавших газах, %

c_{CO2ad} - концентрация сухого CO_2 в окружающем воздухе, % = 0,03%

c_{COd} - концентрация сухого CO в неочищенных отработавших газах, млн-1

c_{HCw} - концентрация влажного HC в неочищенных отработавших газах, млн-1

Добавление 7

ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ПРОВЕРОК ДЛЯ МЕТОДА СВЕРКИ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ

(См. [6.2.2.5 Технического кодекса по NOx](#))

1 Существует несколько возможностей освидетельствования некоторых нижеперечисленных параметров. В таких случаях для демонстрации соответствия может быть достаточным в качестве руководства любой из перечисленных

ниже методов или их сочетание. С одобрения Администрации оператор судна при поддержке заявителя сертификации двигателя может выбрать применимый метод.

.1 Параметр "опережение впрыска топлива":

.1 положение кулачка топливного насоса высокого давления (индивидуальный кулачок или кулачковый вал, если кулачки не регулируемые):

- факультативно (зависит от конструкции): установление связи положений кулачка и привода насоса,
- факультативно для золотниковых дозирующих насосов: индекс вязкости и положение кулачка или положение втулки, или
- другое золотниковое дозирующее устройство;

.2 начало подачи для определенного положения рейки топливного насоса (динамическое измерение давления);

.3 открытие впрыскивающего клапана при определенной нагрузке, например, с использованием датчика Холла или датчика ускорения;

.4 зависимые от нагрузки рабочие параметры: давление надувочного воздуха, пиковое давление сгорания, температура надувочного воздуха, температура отработавших газов при сопоставлении с графиками, показывающими корреляции с NOx. Кроме того, необходимо убедиться, что степень сжатия соответствует значению, установленному при первоначальной сертификации (см. 1.7).

Примечание: Для оценки фактического угла опережения необходимо знать его допустимые пределы, удовлетворяющие ограничениям по выбросу, или даже графические зависимости NOx от угла опережения, построенные по результатам измерений на испытательном стенде;

.2 параметр "впрыскивающая форсунка":

.1 спецификация и идентификационный номер компонента;

.3 параметр "топливный насос":

.1 идентификационный номер компонента (определяющий конструкцию плунжера и втулки);

.4 параметр "кулачок топливного насоса":

.1 идентификационный номер компонента (определяющий форму);

.2 начало и конец подачи для определенного положения рейки топливного насоса (динамическое измерение давления);

.5 параметр "давление впрыска":

.1 только для обычных разделенных систем: зависимое от нагрузки давление в трубке, график корреляции с NOx;

.6 параметр "камера сгорания":

.1 идентификационные номера крышки цилиндра и головки поршня;

.7 параметр "степень сжатия":

.1 проверка фактического надпоршневого зазора;

.2 проверка вкладышей поршневого пальца или шатуна;

.8 параметр "тип и конструкция турбонагнетателя":

.1 модель и спецификация (идентификационные номера);

.2 зависимое от нагрузки давление наддувочного воздуха, графическая корреляция с NOx;

.9 параметр "охладитель наддувочного воздуха, нагреватель наддувочного воздуха":

.1 модель и спецификация;

.2 зависимая от нагрузки температура наддувочного воздуха, приведенная к расчетным условиям, графическая корреляция с NOx;

.10 параметр "фазы газораспределения" (только для 4-тактных двигателей с закрытием впускного клапана перед нижней мертвой точкой):

.1 положение кулачка;

.2 проверка фактических фаз;

.11 параметр "впрыск воды" (для оценки: график влияния на NOx):

.1 зависимый от нагрузки расход воды (мониторинг);

.12 параметр "эмульгированное топливо" (для оценки: график влияния на NOx):

.1 зависимое от нагрузки положение рейки топливного насоса (мониторинг);

.2 зависимый от нагрузки расход воды (мониторинг);

.13 параметр "рециркуляция отработавших газов" (для оценки: график влияния на NOx):

.1 зависимый от нагрузки массовый расход рециркулированных отработавших газов (мониторинг);

.2 концентрация CO₂ в смеси свежего воздуха и рециркулированных отработавших газов, т.е. в "продувочном воздухе" (мониторинг);

.3 концентрация O₂ в "продувочном воздухе" (мониторинг);

.14 параметр "селективная каталитическая очистка" (СКО):

.1 зависимый от нагрузки массовый расход активной среды (мониторинг) и дополнительные периодические выборочные проверки концентрации NOx после СКО (для оценки: график влияния на NOx).

2 Для двигателей с селективной каталитической очисткой (СКО), не регулируемой по обратной связи, полезны факультативные измерения NOx (периодические выборочные проверки или мониторинг) для демонстрации того, что эффективность СКО по-прежнему соответствует состоянию во время сертификации, независимо от окружающих условий или качества топлива, которые могут приводить к различным выбросам неочищенных отработавших газов.

Добавление 8

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НЕПОСРЕДСТВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ И МОНИТОРИНГА

(См [6.4 Технического кодекса по NOx](#))

1 ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ: МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИЯ

1.1 Электрооборудование должно быть изготовлено из прочных огнестойких и влагоустойчивых материалов, которые не изнашиваются в условиях установки и при температурах, воздействию которых оборудование может подвергаться.

1.2 Электрооборудование должно быть спроектировано таким образом, чтобы токопроводящие части с заземлением потенциалов были защищены от случайного контакта.

2 АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

2.1 Анализаторы

2.1.1 Отрабатываемые газы должны анализироваться с помощью следующих приборов. Для нелинейных анализаторов допускается использование линеаризирующих преобразователей. С одобрения Администрации могут допускаться другие системы или анализаторы, при условии что они обеспечивают равноценные результаты, что и указанное ниже оборудование:

.1 Анализ окислов азота (NO_x)

Анализатором окислов азота должен быть хемилюминесцентный детектор (ХЛД) или нагреваемый хемилюминесцентный детектор (НХЛД). Отрабатываемые газы, из которых отбираются пробы для измерения NO_x , должны поддерживаться выше их температуры точки росы, до тех пор пока они не пройдут через конвертер NO_2/NO .

Примечание. В случае неочищенных отработавших газов эта температура должна быть выше 60°C , если двигатель работает на топливе сорта DM по стандарту ISO 8217, и выше 140°C , если он работает на топливе сорта RM по стандарту ISO 8217.

.2 Анализ двуокиси углерода (CO_2)

Если требуется, анализатор двуокиси углерода должен быть недиспергирующего инфракрасного (НДИ) абсорбционного типа.

.3 Анализ окиси углерода (CO)

Если требуется, анализатор окиси углерода должен быть недиспергирующего инфракрасного (НДИ) абсорбционного типа.

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"

.4 Анализ углеводородов (HC)

Если требуется, анализатором углеводородов должен быть нагреваемый пламенно-ионизационный детектор (НПИД). Температура отработавших газов, из которых производится отбор проб для измерения HC, должна поддерживаться в пределах $190^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ на участке от точки обора проб до детектора.

.5 Анализ кислорода (O_2)

Если требуется, анализаторами кислорода должны быть парамагнитный детектор (ПМД), датчик на основе двуокиси циркония (ДДЦ) или электрохимический датчик (ЭХД).

2.2 Спецификации анализаторов

2.2.1 Спецификации анализаторов должны соответствовать 1.6, 1.7, 1.8, 1.9 и 1.10 [добавления 3 к настоящему Кодексу](#).

2.2.2 Диапазон анализаторов должен быть таким, чтобы измеренная величина выбросов была в пределах 15% - 100% используемого диапазона.

2.2.3 Аналитическое оборудование должно устанавливаться и обслуживаться в соответствии с рекомендациями изготовителей, с тем чтобы отвечать требованиям 1.7, 1.8, 1.9 и 1.10 [добавления 3 к настоящему Кодексу](#), а также [разделов 7 и 9 добавления 4 к настоящему Кодексу](#).

3 ЧИСТЫЕ И КАЛИБРОВОЧНЫЕ ГАЗЫ

3.1 Чистые и калибровочные газы, как это требуется, должны соответствовать [2.1](#) и [2.2 добавления 4 к настоящему Кодексу](#). Заявленные концентрации должны соответствовать национальным и/или международным стандартам. Калибровочные газы должны соответствовать рекомендациям изготовителей аналитического оборудования.

3.2 Поверочные газы анализаторов должны быть в пределах 80% - 100% проверяемой шкалы анализаторов.

4 ОТБОР ПРОБ ГАЗОВ И СИСТЕМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

4 1 Проба отработавших газов должна быть типичной для усредненного выброса отработавших газов из всех цилиндров двигателя. Система отбора проб газов должна соответствовать 5.9.3 настоящего Кодекса.

4.2 Отбор проб отработавших газов должен производиться с участка в пределах 10%-90% диаметра канала.

4.3 Для облегчения установки пробоотборника в [разделе 5](#) приводится пример соединительного фланца для точки отбора проб.

4.4 Должна обеспечиваться сохранность пробы отработавших газов для измерения NOx, с тем чтобы предотвращалась потеря NO₂ вследствие конденсации воды или кислоты в соответствии с рекомендациями изготовителей аналитического оборудования.

4.5 Проба газа не должна подвергаться сушке в химических сушилках.

4.6 Должна иметься возможность проверки системы отбора проб газов на предмет отсутствия утечек в соответствии с рекомендациями изготовителей аналитического оборудования.

4.7 Для обеспечения контрольных проверок качества системы должна быть предусмотрена дополнительная точка отбора проб, расположенная вблизи используемой.

5 СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ ФЛАНЕЦ ДЛЯ ТОЧКИ ОТБОРА ПРОБ

5.1 Ниже приводится пример соединительного фланца для точки отбора проб общего назначения, который должен располагаться в удобном месте на выпускном канале каждого двигателя, для которого может требоваться демонстрация соответствия требованиям методом непосредственных измерений и мониторинга.

Описание	Единица
Внешний диаметр	160 мм
Внутренний диаметр	35 мм
Толщина фланца	9 мм
Диаметр окружности центров отверстий под болты 1	130 мм
Диаметр окружности центров отверстий под болты 2	65 мм
Прорези во фланце	4 отверстия диаметром 12 мм, расположенных на равных расстояниях по окружности центров каждого из вышеупомянутых диаметров. Отверстия по окружности центров двух диаметров должны располагаться по одинаковым радиусам. Фланец должен иметь прорези шириной 12 мм между окружностями центров отверстий под болты внутреннего и наружного диаметра.
Болты и гайки	4 комплекта требуемого диаметра и длины
Фланец изготавливается из стали и имеет плоскую торцевую поверхность.	

5.2 Фланец должен быть подсоединен к патрубку из пригодного стандартного материала, совмещенному по диаметру с выпускным каналом. Длина патрубка должна быть не больше, чем это необходимо, чтобы выступать за оболочку выпускного канала в достаточной степени, позволяющей доступ к дальней стороне фланца. Патрубок должен быть изолирован. Патрубок должен заканчиваться в доступном месте, свободном от препятствий, которые будут мешать размещению или установке пробоотборника и соответствующих приспособлений.

5.3 Если патрубок не используется, он должен быть закрыт стальной заглушкой и уплотняющей прокладкой из пригодного жаростойкого материала. Пробоотборный фланец и закрывающая заглушка, если они не используются, должны быть закрыты легкоснимаемым и пригодным жаропрочным материалом, который обеспечивает защиту от случайного контакта.

6 ВЫБОР ТОЧЕК НАГРУЗКИ И ПЕРЕСМОТРЕННЫЕ ВЕСОВЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ

6.1 Как предусмотрено в 6.4.6.3 настоящего Кодекса, в случае испытательных циклов E2, E3 или D2 минимальное количество точек нагрузки должно быть таким, чтобы суммарные номинальные весовые коэффициенты, приведенные в 3.2 настоящего Кодекса, превышали 0,50.

6.2 В соответствии с 6.1 для испытательных циклов E2 и E3 будет необходимо использовать точку нагрузки 75% плюс одну другую точку нагрузки или более. В случае испытательного цикла D2 должна использоваться точка нагрузки 25% или 50% плюс одна точка нагрузки или более, так чтобы суммарный номинальный весовой коэффициент превышал 0,50.

6.3 В нижеследующих примерах приведены некоторые возможные сочетания точек нагрузки, которые могут использоваться вместе с соответствующими пересмотренными весовыми коэффициентами:

.1 Испытательные циклы E2 и E3

Мощность	100%	75%	50%	25%
Номинальный весовой коэффициент	0,2	0,5	0,15	0,15
Вариант А	0,29	0,71		
Вариант В		0,77	0,23	
Вариант С	0,24	0,59		0,18
Плюс другие сочетания, которые приводят к суммарному весовому коэффициенту более 0,50. Поэтому использование точек нагрузки 100% + 50% + 25% будет недостаточным.				

.2 Испытательный цикл D2

Мощность	100%	75%	50%	25%	10%
Номинальный весовой коэффициент	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1
Вариант D			0,5	0,5	
Вариант E		0,45		0,55	
Вариант F		0,38	0,46		0,15
Вариант G	0,06	0,28	0,33	0,33	
Плюс другие сочетания, которые приводят к суммарному номинальному весовому коэффициенту более 0,50. Поэтому использование точек нагрузки 100% + 50% + 10% будет недостаточным.					

6.4 В случае испытательного цикла C1 должна использоваться, как минимум, одна точка нагрузки из каждой секции номинальной, промежуточной частоты вращения и холостого хода. В нижеследующих примерах приводятся некоторые возможные сочетания точек нагрузки, которые могут использоваться вместе с соответствующими пересмотренными весовыми коэффициентами:

.1 Испытательный цикл C1

Частота вращения	Номинальная				Промежуточная			Холостой ход
Крутящий момент	100%	75%	50%	10%	100%	75%	50%	0%

Номинальный весовой коэффициент	0,15	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15
Вариант Н		0,38			0,25			0,38
Вариант I				0,29		0,29		0,43
Вариант J	0,27	0,27					0,18	0,27
Вариант K	0,19	0,19	0,19	0,13		0,13		0,19

Плюс другие сочетания, включающие по меньшей мере одну точку нагрузки в каждом режиме номинальной, промежуточной частоты вращения и холостого хода.

6.5 Примеры расчета пересмотренных весовых коэффициентов:

.1 Для соответствующей точки нагрузки пересмотренные весовые коэффициенты должны рассчитываться следующим образом:

$y\%$ нагрузки = номинальный весовой коэффициент при нагрузке $y \times (1/(\text{сумма коэффициентов нагрузки для точек нагрузки, в которых были получены данные}))$

.2 Для варианта А:

нагрузка 75%:

расчет пересмотренной величины: $0,5 \times (1/(0,5 + 0,2)) = 0,71$

нагрузка 100%:

расчет пересмотренной величины: $0,2 \times (1/(0,5 + 0,2)) = 0,29$

.3 Для варианта F:

нагрузка 75%: расчет пересмотренной величины: $0,25 \times (1/(0,25 + 0,3 + 0,1)) = 0,38$

.4 Пересмотренные весовые коэффициенты показаны до двух десятичных знаков. Однако величины, применяемые к уравнению 18, должны быть представлены с полной точностью. Поэтому в случае варианта F, выше, пересмотренный весовой коэффициент показан как 0,38, хотя фактическая рассчитанная величина составляет 0,384615. Соответственно, в этих примерах пересмотренных весовых коэффициентов сложение показанных величин (до двух десятичных знаков) в сумме может не дать 1,00 вследствие округления.

7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗАДАННОГО ЗНАЧЕНИЯ МОЩНОСТИ

7.1 Для определения устойчивости заданного значения коэффициент изменения мощности должен рассчитываться в течение 10 минут, а интенсивность отбора проб должна составлять по меньшей мере 1 Гц. Результат должен быть менее или равняться пяти процентам (5%).

7.2 Формулы для расчета коэффициента изменения следующие:

$$Ave = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_j \quad (1)$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - Ave)^2} \quad (2)$$

$$\%C.O.V. = \frac{S.D.}{Ave} \leq 5\%, \quad (3)$$

где

%C.O.V. - коэффициент изменения мощности в %

$S.D.$ - стандартное отклонение

Ave - среднее

N - общее число точек получения данных

x_i, x_j - i -е, j -е значение точки получения данных мощности в кВт

i - индексная переменная в стандартной формуле отклонения

j - индексная переменная в усредненной формуле.

Электронный текст документа

подготовлен ЗАО "Кодекс" и сверен по:

Официальный интернет-портал

правовой информации

www.pravo.gov.ru, 08.12.2017,

N 0001201712080045 (Резолюция);

МАРПОЛ 73/78, кн. III,

Санкт-Петербург, ЗАО "ЦНИИМФ",

2012 год (Кодекс)

Текст/Редакция документа подготовлены АО "Кодекс"